

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Maurício Pires de Oliveira

**O PENSAMENTO SISTÊMICO COMO ESTRATÉGIA PARA O  
DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA UTILIZANDO OS  
CICLOS BIOGEOQUÍMICOS**

Porto Alegre

2023

Maurício Pires de Oliveira

**O PENSAMENTO SISTÊMICO COMO ESTRATÉGIA PARA O  
DESENVOLVIMENTO DE UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA UTILIZANDO  
OS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. José Vicente Lima Robaina

Porto Alegre

2023

### CIP - Catalogação na Publicação

Pires de Oliveira, Maurício  
O PENSAMENTO SISTÊMICO COMO ESTRATÉGIA PARA O  
DESENVOLVIMENTO DE UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA  
UTILIZANDO OS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS / Maurício Pires  
de Oliveira. -- 2023.  
140 f.  
Orientador: José Vicente Lima Robaina.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da  
Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em  
Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre,  
BR-RS, 2023.

1. pensamento sistêmico;. 2. educação ambiental  
crítica. 3. ciclos biogeoquímicos. 4. educação em  
ciências. I. Lima Robaina, José Vicente, orient. II.  
Título.

Maurício Pires de Oliveira

**O PENSAMENTO SISTÊMICO COMO ESTRATÉGIA PARA O  
DESENVOLVIMENTO DE UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA UTILIZANDO  
OS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências.

Aprovado em: 15 de fevereiro de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Rosane Nunes Garcia – UFRGS

---

Jeferson Rosa Soares – SEDSC

---

Eunice Aita Isaia Kindel – UFRGS

---

Dione Iara Silveira Kitzmann – FURG

A educação é um processo social, é desenvolvimento. Não é a preparação para a vida, é a própria vida.

John Dewey

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Artigos relacionados aos unitermos nas revistas e periódicos selecionados .....	23
Quadro 2 - Trabalhos com tema Educação Ambiental Crítica .....	24
Quadro 3 - Trabalhos em Abordagem Holística/ Pensamento Sistêmico .....	25
Quadro 4 - Trabalhos com o tema Ciclos Biogeoquímicos .....	26
Quadro 5 - Classificação metodológica da pesquisa .....	47
Quadro 6 - Resultados da pesquisa .....	55
Quadro 7- Questionário sobre as relações entre as queimadas na região amazônica e os problemas ambientais. Respostas da questão 1 .....	78
Quadro 8 - Questionário sobre as relações entre as queimadas na região amazônica e os problemas ambientais. Respostas da questão 2 .....	79
Quadro 9 - Questionário sobre as relações entre as queimadas na região amazônica e os problemas ambientais. Respostas da questão 3 .....	80
Quadro 10 - Questionário sobre as relações entre as queimadas na região amazônica e os problemas ambientais. Respostas da questão 4 .....	81
Quadro 11 - Questionário sobre as relações entre as queimadas na região amazônica e os problemas ambientais. Respostas da questão 5 .....	81
Quadro 12 - Questionário sobre as relações entre as queimadas urbanas e os problemas ambientais. Respostas da questão 1 .....	82
Quadro 13 - Questionário sobre as relações entre as queimadas urbanas e os problemas ambientais. Respostas da questão 2 .....	83
Quadro 14 - Questionário sobre as relações entre as queimadas urbanas e os problemas ambientais. Respostas da questão 3 .....	84
Quadro 15 - Questionário sobre as relações entre as queimadas urbanas e os problemas ambientais. Respostas da questão 4 .....	85
Quadro 16 - Questionário sobre as relações entre as queimadas urbanas e os problemas ambientais. Respostas da questão 5 .....	85

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem do primeiro encontro das oficinas teórico-práticas .....	50
Figura 2 - Imagem do segundo encontro das oficinas teórico-práticas .....	50
Figura 3 - Imagem do terceiro encontro das oficinas teórico-práticas .....	51
Figura 4 - Imagem do quinto encontro das oficinas teórico-práticas .....	52
Figura 5 - Imagem do quinto encontro das oficinas teórico-práticas .....	52
Figura 6 - Imagem do sexto encontro das oficinas teórico-práticas .....	53

## LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1 - Questão 1. Na rua em que você mora possui calçamento? .....	58
Gráfico 2 - Questão 2. Na casa onde você mora possui água encanada? .....	59
Gráfico 3 - Questão 3. Para onde vai o esgoto que é produzido na sua casa? .....	60
Gráfico 4 - Questão 4. Na rua em que você mora possui coleta de lixo? .....	61
Gráfico 5 - Questão 5. Na rua em que você mora possui coleta de lixo reciclável? ..	62
Gráfico 6 - Questão 6. No quintal da casa em que você mora são cultivadas hortaliças? .....	63
Gráfico 7 - Questão 7. No quintal da casa em que você mora possui árvores frutíferas? .....	64
Gráfico 8 - Questão 8. Na casa em que você mora possui luz elétrica? .....	65
Gráfico 9 - Questão 9. Na casa onde você mora possui fogão a gás e/ou lenha? ....	66
Gráfico 10 - Questão 10. No quintal da casa onde você mora existe criação de animais para consumo? .....	67
Gráfico 11 - Questão 1. Qual a importância dos organismos fotossintetizantes para o planeta .....	68
Gráfico 12 - Questão 2. Como se formam as chuvas? .....	69
Gráfico 13 - Questão 3. As causas da poluição das águas .....	70
Gráfico 14- Questão 4. As causas da poluição do ar? .....	71
Gráfico 15 - Questão 5. A origem da água que chega a sua residência? .....	72
Gráfico 16 - - Questão 6. O destino do esgoto que é produzido na sua residência? 73	
Gráfico 17 - Questão 7. O destino do lixo que é produzido na sua residência? .....	74
Gráfico 18 - Questão 8. O fenômeno do efeito estufa no planeta Terra? .....	75
Gráfico 19 - Questão 9. O fenômeno do aquecimento global no planeta Terra? .....	76
Gráfico 20 - Questão 10. As mudanças climáticas no planeta Terra? .....	77



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AV	Abordagem Holística
ATD	Análise Textual Discursiva
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBGQ	Ciclos Biogeoquímicos
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CF	Constituição Federal
COMPESQ	Comissão de Pesquisa da UFRGS
EA	Educação Ambiental
EAC	Educação Ambiental Crítica
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
FURG	Fundação Universidade do Rio Grande
GPEEC	Grupo de Pesquisa e Estudos em Educação do Campo e Ciências da Natureza
ICBS	Instituto de Ciências Básicas da Saúde
IFRS	Instituto Federal do Rio Grande do Sul
MEC	Ministério da Educação
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONGs	Organizações não governamentais
ONU	Organização das Nações Unidas
PA	Problemas Ambientais
PCN's	Parâmetros Curriculares Nacionais
PS	Pensamento Sistêmico
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PPGEA	Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental
PPGEC	Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
QSA	Questões Sócio Ambientais
REMEA	Revista Eletrônica do Mestrado de Educação Ambiental
RS	Rio Grande do Sul

SD	Sequências Didáticas
SMAM	Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Alegre
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCT	Teoria Crítico- Transformadora
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UNIPAMPA	Universidade Federal do Pampa
VH	Visão Holística

## SUMÁRIO

<b>TRAJETÓRIA ACADÊMICA E PROFISSIONAL</b> .....	<b>14</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>18</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>20</b>
3.1 OBJETIVO GERAL .....	20
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
<b>4. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>21</b>
4.1 REVISÃO DE LITERATURA A PARTIR DOS UNITERMOS UTILIZADOS NESTA PESQUISA.....	21
<b>4.1.1 Descrição dos trabalhos selecionados</b> .....	<b>27</b>
4.2 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (EC) .....	31
4.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL (EA).....	33
<b>4.3.1 Educação Ambiental no Brasil</b> .....	<b>35</b>
<b>4.3.2 Macrotendências da educação ambiental no Brasil</b> .....	<b>35</b>
<b>4.3.3 Educação Ambiental Crítica (EAC)</b> .....	<b>36</b>
4.4 CICLOS BIOGEOQUÍMICOS .....	38
4.5 PENSAMENTO SISTÊMICO.....	42
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	<b>47</b>
5.1 DESCRIÇÃO DAS OFICINAS TEÓRICO-PRÁTICAS.....	49
5.2 ANÁLISE DE CONTEÚDOS (AC) .....	53
5.3 TRIANGULAÇÃO NA ANÁLISE DE DADOS.....	54
<b>6. ANÁLISE DE DADOS</b> .....	<b>56</b>
6.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS ABERTOS SOBRE CONDIÇÕES SÓCIO AMBIENTAIS .....	56
<b>6.1.1 Questionário 1. Questionário socioambiental</b> .....	<b>57</b>
6.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO PERCEPÇÃO AMBIENTAL SOBRE O MEIO AMBIENTE EM ESCALA LIKERT .....	68
6.3 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS SOBRE A COMPREENSÃO DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS RELACIONADOS AOS CBGQ .....	77
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>87</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>91</b>
<b>APÊNDICE A – ARTIGO</b> .....	<b>98</b>

<b>APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE A QUEIMA DO LIXO DOMÉSTICO COM OS PROBLEMAS AMBIENTAIS DA COMUNIDADE...</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE AS QUEIMADAS NA REGIÃO AMAZÔNICA E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS .....</b>	<b>114</b>
<b>ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – ALUNO.....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – ALUNO.....</b>	<b>120</b>
<b>ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO – INSTITUIÇÃO.....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXO D - QUESTIONÁRIO SOCIOAMBIENTAL 1 .....</b>	<b>122</b>

## RESUMO

Esta dissertação apresenta a contribuição do pensamento sistêmico e da Educação Ambiental Crítica na educação em Ciências utilizando os ciclos biogeoquímicos como tema importante para o conhecimento das relações ambientais nos ecossistemas e as relações entre os componentes vivos e não vivos da biosfera, assim como, relacionar os problemas ambientais com as esferas social, cultural, política e econômica da sociedade humana. Para desenvolver a pesquisa procurou-se responder à pergunta “como o Pensamento Sistêmico sobre os ciclos biogeoquímicos pode proporcionar o desenvolvimento de uma Educação Ambiental Crítica permitindo à comunidade escolar a apropriação do conhecimento sobre os problemas ambientais globais e locais?” O objetivo geral desta pesquisa é identificar os atuais conceitos de ciclos biogeoquímicos presentes nos estudos sobre mudanças climáticas, aquecimento global e poluição urbana de forma a demonstrar, como o pensamento sistêmico pode proporcionar uma educação ambiental crítica capaz de modificar a visão e as ações em relação aos problemas ambientais. Como metodologia para coleta dos dados foram realizadas oficinas pedagógicas abordando problemas ambientais em duas turmas de 6º ano do ensino fundamental de uma escola estadual no município de Viamão RS. O objeto da pesquisa será o exploratório de natureza básica e com uma abordagem qualitativa. Os instrumentos de coleta de dados são: levantamento bibliográfico; questionários; e registro fotográfico. A primeira etapa da pesquisa consiste em uma revisão da literatura sobre Educação Ambiental Crítica, Ciclos biogeoquímicos e Pensamento Sistêmico com o intuito de realizar um levantamento de dados e um mapeamento das produções acadêmicas feitas anteriormente por pesquisadores da mesma área. Na segunda etapa, durante as oficinas, foram aplicados questionários semi-estruturados, abertos e em escala Likert. Os materiais coletados nos questionários aplicados aos participantes das oficinas pedagógicas foram analisados por meio da Análise de Conteúdo e Triangulação de Dados. Após as análises dos dados foi possível constatar que o número de trabalhos sobre Educação Ambiental Crítica é bem significativo demonstrando a importância da relação dos temas ambientais com as questões sociais e políticas. Ficou evidente a importância de trabalhar os temas ambientais relacionando com a realidade em que vivem esses alunos e também estabelecer conexões entre os problemas ambientais locais e os fenômenos globais.

**Palavras-chave:** pensamento sistêmico; educação ambiental crítica; ciclos biogeoquímicos; educação em ciências.

## ABSTRACT

This dissertation presents the contribution of systemic thinking and critical Environmental Education in Science education using biogeochemical cycles as an important theme for the knowledge of environmental relationships in ecosystems and the relationships between living and non-living components of the biosphere, as well as relating the environmental problems with the social, cultural, political and economic spheres of human society. To develop the research, an attempt was made to answer the question “how can Systemic Thinking about biogeochemical cycles provide the development of a Critical Environmental Education, allowing the school community to appropriate knowledge about global and local environmental problems?” The general objective of this research is to identify the current concepts of biogeochemical cycles present in studies on climate change, global warming and urban pollution in order to demonstrate how systemic thinking can provide a critical environmental education capable of modifying the vision and actions in relation to environmental problems. As a methodology for data collection, pedagogical workshops were carried out addressing environmental problems in two classes of the 6th year of elementary education at a state school in the municipality of Viamão RS. The object of the research will be exploratory of a basic nature and with a qualitative approach. The data collection instruments are: bibliographic survey; questionnaires; and photographic record. The first stage of the research consists of a literature review on Critical Environmental Education, Biogeochemical Cycles and Systemic Thinking in order to carry out a data survey and a mapping of academic productions previously carried out by researchers in the same area. In the second stage, during the workshops, semi-structured, open and Likert-scale questionnaires were applied. The materials collected in the questionnaires applied to the participants of the pedagogical workshops were analyzed using Content Analysis and Data Triangulation. After analyzing the data, it was possible to verify that the number of works on EAC is very significant, demonstrating the importance of the relationship between environmental issues and social and political issues. It was evident the importance of working on environmental issues relating to the reality in which these students live and also establishing connections between local environmental problems and global phenomena.

**Keywords:** systems thinking; critical environmental education; biogeochemical cycles; science education.

## TRAJETÓRIA ACADÊMICA E PROFISSIONAL

É incontestável a importância do ensino público na minha formação, desde a escola fundamental até a universidade. No ensino fundamental já tinha a ideia de que o estudo e o conhecimento eram os únicos caminhos possíveis para se obter um “futuro melhor”, embora o meu entendimento fosse de ter um emprego e uma condição social confortável. Foi na escola, então de segundo grau, que me interessei por biologia e as implicações do seu conhecimento na vida das pessoas. A questão social também começou a despertar o meu interesse, visto as injustiças sociais e os acontecimentos políticos no Brasil e no mundo. Ao longo do curso de biologia, as discussões ambientais e sociais eram recorrentes em algumas disciplinas e grupos de discussão e a participação em movimentos como não ao aterro sanitário da extrema em Porto Alegre.

Durante o curso de Biologia estagiei na Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Alegre (SMAM) atuando entre outras atividades em projetos de educação ambiental, conhecimentos adquiridos que foram importantes para o meu desenvolvimento enquanto educador. Nos estágios supervisionados percebi a falta de estímulos e o grande número de reprovações e desistências na turma de estudantes do ensino médio noturno onde lecionei.

Durante a minha vida profissional como professor da rede estadual muitas questões relacionadas aos processos de ensino aprendizagem me inquietaram ao longo dos anos, como a não apropriação do conhecimento, falta de conexão entre os conteúdos. Em 2008 concluí uma especialização em Meio Ambiente e Sustentabilidade que me proporcionou uma experiência com produção de conhecimento na escola através de oficinas de educação ambiental.

Como participante do grupo gestor de um programa de parceria com uma instituição privada tive a oportunidade de organizar um projeto de Educação ambiental na escola, mas ainda não tinha o entendimento que essas ações poderiam ser consideradas produção científica. Posteriormente, sentindo necessidade de novos conhecimentos e trocas de experiências realizei duas disciplinas do programa de pós-graduação do departamento de ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) que resultou na elaboração de um projeto de Educação ambiental na escola em Parceria com o Núcleo de Estudos em Educação Ambiental do Centro de Ecologia/UFRGS. Dessa parceria resultou uma dissertação de mestrado, um curso de

extensão na UFRGS e apresentação de trabalhos no salão de extensão UFRGS e Mostra Científica do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS – Viamão).

Através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) em 2019 no qual fui professor colaborador, percebi que a escola pode ser um gerador de conhecimento pela pesquisa e parceria com universidades e outras instituições de ensino e pesquisa. A partir do trabalho desenvolvido com os bolsistas e alunos da escola surgiu o convite para realizar a seleção para mestrado no programa de Educação em Ciências do Instituto de Ciências Básicas da Saúde (ICBS) e ingressei no grupo de estudos e pesquisas em Educação do Campo e Ciências da Natureza. Em 2019 ainda fui aprovado no processo de seleção para o mestrado acadêmico tendo seu início em março de 2020.

Junto com o início do curso começaram também as medidas restritivas decorrentes da pandemia do vírus da COVID-19 que se alastrava pelo mundo. Além do desafio da pós-graduação também o desafio de me adaptar a uma nova forma de trabalhar e desenvolver o mestrado remotamente. Desafios esses que contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.



## 1. INTRODUÇÃO

Desde que o homem surgiu na Terra ele vem alterando o ambiente, e com a revolução industrial estas alterações tornaram-se mais evidentes e potencialmente mais devastadoras, causando graves efeitos ambientais como a destruição da camada de ozônio, o efeito estufa e consequente aquecimento global, escassez de água e outros problemas (DIAS, 2004). Essa relação do homem com a natureza baseia-se em uma visão da sociedade ocidental moderna e capitalista, para a qual a natureza é infinita e desprovida de valor, portanto, deve ser explorada ao máximo (LIMA; PORTILHO, 2001; OLIVEIRA, 2002).

As questões ambientais tornaram-se uma preocupação crescente do público a partir da década de 1960 com o lançamento do livro Primavera silenciosa de Rachel Carson que aborda o problema dos pesticidas na agricultura e mostra o desaparecimento de espécies e com a organização de grupos que questionavam uma série de valores da sociedade capitalista como a proteção da natureza, o não-consumismo e o pacifismo. Mas foi somente na década de 1970, quando ocorreu a Convenção das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo em 1972 onde a Educação Ambiental ganha relevância na pauta dos organismos internacionais sendo considerada de importância estratégica na busca de qualidade de vida. Sobre isso Carvalho (2008, p. 40) diz:

Podemos ver como o desenvolvimento da ecologia transbordou os limites da ciência biológica e ecológica, transitando do campo estritamente científico das ciências naturais para o campo social. Um conjunto de ações políticas passou a ser conhecido como lutas ecológicas. Tais ações constituíram um movimento social, o movimento ecológico que se caracteriza pela compreensão holística do mundo e defende a construção de relações ambientalmente justas com a natureza e com os seres humanos.

Assim, segundo Carvalho (2008), mais do que a ciência ecológica, é o ecologismo que constitui a origem da EA e da formação do sujeito ecológico. O mesmo autor ainda afirma:

A Educação Ambiental é parte do movimento ecológico e surge da preocupação da sociedade com o futuro da vida e com a qualidade da existência dos presentes e futuras gerações. Nesse sentido, podemos dizer que a EA é herdeira direta do debate ecológico e está entre as alternativas que visam construir novas maneiras pelas quais os grupos sociais se relacionem com o meio ambiente [...]. (CARVALHO, 2012, p. 51);

Sendo assim, a educação ambiental deve estar, cada vez mais, presente no cotidiano da população na tentativa de conscientizar sobre a preservação do ambiente. A educação ambiental não atua somente no plano das ideias e da transmissão de informações, mas também no plano da existência, cujo processo de conscientização se caracteriza pela ação com o conhecimento, pela capacidade de fazer escolhas e pelo compromisso com o outro e com a vida. Conforme Dias (2004, p. 100), “[...] a educação ambiental é um processo por meio do qual as pessoas apreendem como funciona o ambiente, como dependemos dele, como o afetamos e como promovemos a sua sustentabilidade”.

Contudo, não podemos nos satisfazer com respostas e concepções simplistas para uma educação que tem como gênese o motivo de ser um contexto de crise. Assim, a fim de evitar um caminho apressado e superficial que nos levaria a reforçar uma consciência ingênua de EA, é preciso pôr em debate as premissas, opções e utopias, com as quais muitos educadores, profissionais ambientais e trabalhadores sociais vêm construindo, no Brasil e na América Latina, uma visão socioambiental a que corresponde uma EA Crítica. (CARVALHO, 2008, p. 55).

Nesse sentido, para Carvalho (2008), o projeto político-pedagógico de uma EA Crítica poderia ser sintetizado na intenção de contribuir para uma mudança de valores e atitudes, formando um sujeito ecológico capaz de identificar e problematizar as questões socioambientais e agir sobre elas.

Segundo Guimarães e Vasconcellos (2006), em uma proposta crítica de Educação Ambiental trabalha-se com uma visão sistêmica de meio ambiente, compreendido em sua totalidade complexa como um conjunto no qual seus elementos/partes interdependentes inter-relacionam entre si, entre as partes e o todo, o todo nas partes em uma interação sintetizada no equilíbrio dinâmico.

## 2. JUSTIFICATIVA

Entre os problemas ambientais que aumentaram na área urbana, segundo Roncaglio e Janke (2012), destacam-se a contaminação dos recursos hídricos; o aumento do número de enchentes; a insuficiência da rede de esgotos; as dificuldades em gerir os resíduos sólidos; o crescente despejo inadequado de lixo em áreas potencialmente degradáveis em termos ambientais; e os problemas da poluição do ar.

No entanto, a história da educação, baseada em um ensino fragmentado, com certa predominância para transmissão dos saberes, impõe aos alunos que os conteúdos sejam memorizados e não apreendidos de forma crítica. Com a aprendizagem sobre de ciclos biogeoquímicos não foi diferente (MIZUKAMI, 2011). Teixeira (2003), discorre sobre a problemática e nos lembra do distanciamento entre os conhecimentos científicos dos problemas da sociedade. Essa distância torna o ensino ainda mais abstrato. Com isso:

Percebe-se, diante dessas premissas, que o professor tende a realizar a transmissão mecânica de ciclos biogeoquímicos, limitando-se somente às terminologias, definições, leis e teorias apresentadas no livro didático e ignorando os processos históricos, filosóficos e sociais, que justificam a construção do conhecimento, bem como seus aspectos práticos na sociedade. (SILVA, T. R.; SILVA, B. R., 2017, p. 10)

Trata-se de transpor o conhecimento científico presente nos conteúdos das ciclagens dos elementos naturais para a realidade dos alunos, uma vez que, conforme Astolfi e Develay (2012), o conhecimento não é ordenado linearmente, mas cada conceito se configura como um conjunto de ideias que envolvem as demais disciplinas (SILVA, T. R.; SILVA, B. R., 2017).

Os ciclos biogeoquímicos não devem ser entendidos meramente por seus aspectos, definições, processos e exemplos, mas devem ser trabalhados a partir de problematizações circunscritas às suas dimensões políticas, ambientais, sociais e éticas. Um exemplo de atividade seria questionar se a poluição de um rio local, devido à falta de tratamento de esgoto, resultaria em sua eutrofização (excesso de nitrogênio) e, a partir desse problema-foco, realizar perguntas como: qual a origem do nitrogênio presente nos esgotos? Por que o rio recebe esgoto bruto (sem tratamento)? Qual o órgão responsável por realizar o tratamento de esgoto e como ocorre esse processo? Como evitar a eutrofização de rios e/ou lagoas? Quais as tecnologias utilizadas para limpar e tratar um rio eutrofizado? entre outros questionamentos. O resultado dessa atividade auxilia os alunos na aplicação de conhecimentos construídos durante as aulas e em seu cotidiano, o que contribui também para a formação de um sujeito crítico e participativo,

embasado cientificamente na sociedade. (SILVA, T. R.; SILVA, B. R., 2017, p. 13).

Assim, por exemplo, ao abordar o conteúdo sobre as cadeias alimentares, o professor pode inserir o ser humano como consumidor e produtor de lixo, trabalhando o destino correto dos resíduos e como ocorre o processo de decomposição. Ao falar sobre decomposição, o professor também pode discorrer sobre a importância da relação dos fungos e das bactérias com a ciclagem de nutrientes; sobre como a destinação das fezes humanas pode trazer implicações para a saúde; e ainda relacionar as ações antrópicas à reciclagem da matéria. Enfim, o professor, como intermediário do conhecimento, deve promover esses momentos de reflexão, estabelecendo relações com o cotidiano do estudante e promovendo o conhecimento (MALUCELLI, 2007).

Uma análise desses problemas requer uma visão sistêmica do meio ambiente que permita entender a dinâmica existente e, a partir desses elementos, estabelecer as inter-relações entre a população e o espaço natural e social no qual vivem.

Este trabalho integra o ensino de ciências por utilizar estratégias de aprendizagem que possibilitem aos alunos o entendimento das relações ambientais e sociais da comunidade, a fim de que eles se tornem agentes de transformação da realidade na qual se situam por meio da apropriação do conhecimento socioambiental.

Segundo Lima (2015), é possível pensar a educação crítica a partir de uma ruptura com a educação tecnicista. O modelo cartesiano quando questionado pelo educador rompe com o tradicional e transforma-se em um potente exercício de cidadania. As atividades que tratam de problemas reais, vivenciados no cotidiano dos educandos em diálogo com o conhecimento científico são uma ponte para recriação de habilidades e saberes.

Este trabalho procurou estabelecer como a Educação Ambiental Crítica pode proporcionar o desenvolvimento de um Pensamento Sistêmico utilizando os Ciclos Biogeoquímicos permitindo à comunidade escolar a apropriação do conhecimento sobre os problemas ambientais globais e locais?

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é identificar os atuais conceitos de ciclos biogeoquímicos presentes nos estudos sobre mudanças climáticas, aquecimento global e poluição urbana de forma a demonstrar, por meio da Educação Ambiental Crítica como o Pensamento Sistêmico pode ser capaz de modificar a visão e as ações em relação aos problemas ambientais.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

a) Realizar uma revisão bibliográfica dos principais unitermos que fazem parte desta dissertação.

b) Identificar através de um questionário sócio ambiental a percepção dos alunos sobre as condições de vida e a relação com o ambiente em que vivem.

c) Identificar através de um questionário das concepções prévias dos alunos acerca dos ciclos biogeoquímicos aos fenômenos do efeito estufa, aquecimento global e as queimadas no ambiente urbano.

d) Identificar a compreensão dos alunos sobre os temas propostos através de dois questionários, sendo o primeiro relacionado aos problemas ambientais globais (aquecimento global, efeito estufa, mudanças climáticas) e o segundo relacionado com problemas ambientais locais (queimadas urbanas) após a aplicação de oficinas pedagógicas.

## 4. REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 REVISÃO DE LITERATURA A PARTIR DOS UNITERMOS UTILIZADOS NESTA PESQUISA

Esta revisão tem por objetivo realizar um levantamento bibliográfico acerca das produções científicas sobre os temas Visão Holística/Pensamento Sistêmico (VH/PS), Educação Ambiental Crítica (EAC) e Ciclos biogeoquímicos (CBGQ). O objetivo divide-se em duas partes: a) demonstrar um conjunto de artigos, dissertações e teses com reconhecimento científico, alinhados à visão dos pesquisadores sobre os temas VH/PS, EAC e CBGQ e b) estabelecer os mais diferentes autores, destacando a relação do que dizem seus trabalhos sobre essas temáticas. O presente trabalho visa realizar um levantamento bibliográfico qualitativo.

Quanto à natureza da pesquisa, optou-se por uma abordagem qualitativa de acordo com Bogdan e Biklen (2003). O conceito de pesquisa qualitativa envolve cinco características básicas que configuram esse tipo de estudo: (1) ambiente natural; (2) dados descritivos; (3) preocupação com o processo; (4) preocupação com o significado; e (5) processo de análise indutivo do caráter da pesquisa.

O tipo de pesquisa aplicado será o exploratório. Segundo Malhotra (2001), a pesquisa exploratória é usada em casos nos critérios de compreensão, e é caracterizada pelas informações definidas ao acaso e pelo processo de pesquisa.

Nesse sentido, a importância de nosso estudo justifica-se pela necessidade de explorar e atualizar as relações existentes entre Visão Holística/Pensamento sistêmico, que aborda o conhecimento de forma global e Educação Ambiental crítica, que aborda o conhecimento de uma forma questionadora e transformadora utilizando para isso o tema Ciclos biogeoquímicos que são os fundamentos de toda a constituição do mundo vivo com o mundo inanimado e estabelece as relações entre os dois e essa relação, objetivando assim fornecer um panorama mais atual sobre as principais teses, dissertações e artigos relacionados aos referenciais teóricos Educação Ambiental Crítica, Abordagem Holística/Pensamento Sistêmico, e Ciclos Biogeoquímicos com base na pesquisa em diferentes bases de dados.

A escolha das bases de dados se deu a partir da relevância em relação aos referenciais teóricos contidos neste trabalho. Foi utilizada a Revista Eletrônica de Mestrado em Educação Ambiental (REMEA) por considerarmos como uma das

principais fontes de referência para a área de Educação Ambiental no Brasil. A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTB) foi selecionada por ser uma grande base de dados referente a teses de mestrado. Outra plataforma importante utilizada foram os artigos do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). por se tratar de um base referência para o ensino de Ciências. Devido a um número baixo de publicações relacionadas a Visão Holística/Pensamento Sistêmico e Ciclos biogeoquímicos foi necessária a busca em outras bases como Scielo e Google Acadêmico.

No que refere a Ciclos Biogeoquímicos e Visão Holística/Pensamento Sistêmico foi importante acrescentar o termo educação nas plataformas Google Acadêmico, Scielo e BDTB pois os resultados de busca apresentaram um número muito grande de resultados vinculados a outras áreas do conhecimento como engenharia, e outra áreas mais técnicas que não se relacionam diretamente com a educação.

No estudo citado, estiveram no foco da análise realizada 22 artigos submetidos e aceitos nas atas do ENPEC no período de 2013 a 2020, 12 artigos submetidos e aceitos na REMEA no período de 2017 a 2020 e 22 trabalhos depositados na BDTD no período de 2015 a 2020. Também foram feitas pesquisas na plataforma Scielo com 3 trabalhos e Google Acadêmico com 14 trabalhos. A iniciativa de pesquisar em cinco veículos de divulgação científica se deve ao baixo número de artigos relacionados à VH/PS e CBGQ.

Na primeira etapa, foram identificados, 68 trabalhos que foram analisados a partir do seu título que elencaram a Educação Ambiental Crítica, Ciclos Biogeoquímicos e Abordagem Holística/Pensamento Sistêmico como temáticas considerados aqui como o nosso corpus documental, que para Bardin (1977) é um conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos. Desses trabalhos 48 foram referentes a EAC, 13 relacionados a CBGQ e 7 relacionados a AH/PS.

Na etapa seguinte foram realizadas a leitura dos resumos dos artigos relacionados a fim de se estabelecer conexão e relevância com o foco da pesquisa. Após essa leitura foram então selecionados os artigos que estão listados para leitura completa.

Quadro 1 - Artigos relacionados aos unitermos nas revistas e periódicos selecionados

<b>Revista/ periódico</b>	<b>Tema</b>	<b>Número de artigos</b>
BDTD	Ciclos Biogeoquímicos	3
BDTD	Abordagem Holística	2
BDTD	Educação Ambiental Crítica	17
Enpec	Ciclos Biogeoquímicos	2
Enpec	Pensamento sistêmico	1
Enpec	Educação ambiental crítica	19
Google acadêmico	Ciclos biogeoquímicos	6
Google acadêmico	Abordagem holística	5
Google acadêmico	Pensamento sistêmico	3
Scielo	Ciclos biogeoquímicos	2
Scielo	Pensamento sistêmico	1
REMEA	Educação ambiental crítica	12

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Muitos artigos encontrados trabalhavam apenas um dos vários ciclos biogeoquímicos existentes, dessa maneira não contava no título e no resumo o termo biogeoquímico, dessa maneira não sendo selecionado para leitura. Também em relação ao baixo número de trabalhos citando o unitermo CBGQ, houve a necessidade de procurar termos similares ou correspondentes, como “ciclagem de nutrientes e ciclos da matéria”.

Após a leitura dos artigos foram selecionados, segundo a sua relevância, dois artigos sobre CBGQ na plataforma Scielo, um artigo na plataforma BDTB, um artigo na plataforma ENPEC e quatro artigos na plataforma Google Acadêmico. No que se refere ao unitermo AS foram selecionados um artigo na plataforma BTDB, nenhum artigo na plataforma ENPEC, nenhum artigo na plataforma Scielo, e três artigos na plataforma Google acadêmico. Já no unitermo EAC, foram selecionados sete artigos na plataforma BTDB, seis artigos na plataforma ENPEC e quatro artigos na plataforma REMEA.

Devido ao baixo número de artigos encontrados sobre AS e CBGQ quase não houve relação pelo cruzamento dos unitermos. As relações existentes foram um artigo citando Visão Sistêmica e Educação Ambiental na plataforma BDTB, um artigo



relacionando Abordagem Sistêmica e Educação Ambiental e dois artigos relacionando Ciclos Biogeoquímicos e Educação Ambiental.

O número de artigos encontrados com a temática EAC foi consideravelmente maior em relação às outras duas temáticas, mas ainda pouco significativa se comparada com o termo Educação Ambiental.

É preciso destacar que tanto em Capra (2003), quanto em Vasconcelos consideram Pensamento Sistêmico e visão holística como sinônimos, tendo o mesmo sentido epistemológico. Desta maneira consideramos importante para consistência na pesquisa utilizar os dois termos.

Quadro 2 - Trabalhos com tema Educação Ambiental Crítica

<b>Base de dados</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Título</b>
BDTB	2017	PEDROSO, E. M. M. M.	Abordagem da práxis educativa em dissertações e teses em educação ambiental crítica.
BDTB	2018	FREITAS, R. G. A.	Representações de meio ambiente e abordagem temática freireana: Caminhos metodológicos para educação ambiental crítico- transformadora no IF/ AC.
BDTB	2018	LOPES, T. M.	Ações de formação continuada, baseadas na pedagogia dialógica, para a inserção da Educação Ambiental crítica em escolas públicas VB.
BDTB	2019	BARBOSA, R. de A.	Sequência didática em educação ambiental crítica: Tendências da produção acadêmica, análises epistemológicas e reflexões para uma proposta na educação em ciências.
ENPEC	2015	CRUZ, A. C. S.; ZANON, A. M.	Ensino de Ciências e educação ambiental crítica: Uma conexão necessária para a cidadania.
ENPEC	2015	PINTO, V. F.	Educação Ambiental Crítica através de uma Aula de Campo sobre Recursos Hídricos.
ENPEC	2017	RUA, M. B.; SILVA, L. L.	Biomassas no Ensino de Ciências: uma abordagem através da Educação Ambiental Crítica e Modelo de Investigação na Escola.
ENPEC	2017	CHAGAS, E. R. et al.	Potencialidades para a Educação Ambiental Crítica em uma atividade de campo no Parque Natural Municipal Vale do Mulembá: Um olhar para as contradições socioambientais

ENPEC	2017	FIGUEIRA, M. R.; SELLES, S. E.; LIMA, J. G. S.	Interfaces entre Educação Ambiental crítica e ensino de Ciências.
REMEA	2018	GIRON, H.; FERRARO, J. L. S.	Uma proposta de diálogo entre Paulo Freire e a Educação Ambiental Crítica.
REMEA	2018	ZIEGLER, S. S.; LIMA, C. F. G.	Contribuições da pedagogia Waldorf para uma Educação Ambiental Crítica: O processo pedagógico na Escola Waldorf Rural Dendê da Serra em Uruçuca- BA.
REMEA	2019	PITANGA, Â. F.	A Educação Ambiental Crítica como fundamentação teórica da pedagogia 4CS: Criticidade, Cientificidade, Colaboração e Criatividade.
REMEA	2020	ARRAIS, A. A. M.; BIZERRIL, M. C. A.	A Educação Ambiental Crítica e o Pensamento Freireano: Tecendo possibilidades de enfrentamento e resistência frente ao retrocesso estabelecido no contexto Brasileiro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A educação Ambiental crítica apresentou nos últimos anos um número de trabalhos expressivos evidenciando a necessidade de se compreender as relações entre sociedade e natureza e intervir nos problemas e conflitos ambientais. Analisando os 13 trabalhos selecionados nesta segunda etapa com o tema Educação Ambiental Crítica foi possível constatar a relação indissociável com as ideias de Paulo Freire e a teoria da educação crítico-transformadora (TCT). É possível destacar a relação entre EAC e QSA, onde se caracteriza a necessidade do conhecimento acerca das condições sociais e ambientais onde a comunidade está inserida e como essas condições afetam o processo ensino- aprendizagem.

Quadro 3 - Trabalhos em Abordagem Holística/ Pensamento Sistêmico

<b>Base de dados</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Título</b>
BDTB	2016	MENDES, M.	O jogo Probio e a visão sistêmica em educação ambiental
BDTB	2016	GUSMÃO, M. B. R.	Diretrizes para uma abordagem sistêmica de gestão das águas pluviais urbanas.
ENPEC	2011	PALÁCIOS, C. M.; DAL´FARRA, R. A.; GELLER, M.	Concepções sistêmicas na educação ambiental: uma experiência com alunos do ensino fundamental.

GOOGLE ACADÊMICO	2005	SATO, M.; CARVALHO, I.; GRUN, M.	O conceito de holismo em ética ambiental e em educação ambiental. Educação ambiental – pesquisa e desafios. Porto Alegre: Artmed, p.45-50.
GOOGLE ACADÊMICO	2009	MARIOTTO, S. C.; CORAIOLA, M.	Educação Ambiental na concepção do Pensamento Sistêmico.
GOOGLE ACADÊMICO	2014	GOMES, L. B. et al.	As origens do pensamento sistêmico: das partes para o todo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Nesta segunda etapa foram selecionados seis trabalhos com o tema PS/VS dos quais quatro versam sobre EA e PS/AS, demonstrando a conexão existente entre a educação ambiental e a importância de construir o conhecimento de uma forma que permita conhecer e compreender adequadamente as realidades e as problemáticas ambientais. Segundo Sato, Gauthier e Parigipe (2005), a análise Sistêmica possibilita identificar os diferentes componentes de um sistema ambiental e salientar as relações entre seus componentes, como as relações entre os elementos biofísicos e os sociais de uma situação ambiental.

Quadro 4 - Trabalhos com o tema Ciclos Biogeoquímicos

Base de dados	Ano	Autores	Título
ENPEC	2015	GONDIN, C. M. M.; MACHADO, V. M.	Uma organização praxeológica: construção coletiva de um jogo sobre os Ciclos Biogeoquímicos.
GOOGLE ACADÊMICO	2003	ROSA, R. da S.; ROSSINI, A. M.; AMBROZINI, B.	A importância da compreensão dos ciclos biogeoquímicos para o desenvolvimento sustentável
GOOGLE ACADÊMICO	2004	ADUAN, R. E.; VILELA, M. DE F.; REIS JÚNIOR, F. B. dos	Os grandes ciclos biogeoquímicos do Planeta.
GOOGLE ACADÊMICO	2014	TEODORO, P. G.	Escolha dos livros didáticos de ciências no município de Santo Antônio da Platina: uma análise na abordagem dos ciclos biogeoquímicos
GOOGLE ACADÊMICO	2017	SILVA, B. R. da; SILVA, T. R. da	Reflexões sobre a abordagem de Ciclos Biogeoquímicos no ensino em Ciências: considerações para um enfoque em CTS.
GOOGLE ACADÊMICO	2020	COSTA, W. M.; PERTICARRARI, A.	A contribuição do texto de divulgação científica no processo de ensino e aprendizagem dos Ciclos Biogeoquímicos.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Nesta etapa foram selecionados seis trabalhos referindo-se ao unitermo CBGQ relacionados a temas variados onde estes trabalhos relacionam-se com ensino de ciências, praxeologia, com textos de divulgação científica e desenvolvimento sustentável. Os CBGQ são temas complexos e dinâmicos que fazem parte da dinâmica da Terra para promover o balanço de nutrientes e minerais, suprimindo a necessidade de todos os seres vivos. Não se pode, de forma alguma, pensar nos ciclos biogeoquímicos de forma separada. Eles têm um elo entre si que justamente faz da Terra o sistema dinâmico.

#### **4.1.1 Descrição dos trabalhos selecionados**

Na etapa de leitura completa dos artigos foi possível identificar uma demanda constante de trabalhos em Educação Ambiental Crítica a partir do ano de 2015 e que a maior parte dos trabalhos desenvolve temas de estudo relacionados ao ensino de Ciências aos educadores/ professores, seja em relação ao seu trabalho e formação, seja em relação às suas concepções, representações e percepções ambientais. Verificou-se ainda um número considerável de artigos relacionados ao ensino de Ciências evidenciando a estreita relação que existe nessas duas áreas.

O contexto social atual exige o empenho de todas as áreas do conhecimento nas discussões para se buscar superar as nefastas consequências de degradação socioambiental. Neste cenário de crise, destaca-se a função social da educação e da ciência, e em particular suas interfaces, a educação em ciências em interlocução com os pressupostos da educação ambiental crítica, que podem oferecer uma grande contribuição recíproca na construção da sustentabilidade socioambiental. (GUIMARÃES; VASCONCELLOS, 2006, p. 153).

Na tese de Lopes (2018) intitulado “Ações de formação continuada, baseadas na pedagogia dialógica, para a inserção da Educação Ambiental Crítica em escolas públicas” teve como objetivo desenvolver, aplicar e avaliar as contribuições de uma proposta de formação continuada de professores, baseada na pedagogia dialógica freireana, para as práticas de EA desenvolvidas em escolas públicas. As estratégias de ensino utilizadas pelos docentes propiciaram o diálogo e a problematização constante com os educandos. Conforme Lopes (2018) conclui-se, portanto, que a despeito de algumas dificuldades apontadas pelos docentes participantes da pesquisa ao trabalharem a EA por meio dos temas geradores, como a organização do tempo,

atrelado ao currículo extenso que deve ser cumprido, a pedagogia dialógica e a metodologia do tema gerador, utilizadas nesta proposta de formação, contribuíram para a inserção de práticas de EA, nas escolas públicas, que se aproximam da vertente crítica.

A dissertação de Barbosa (2019, p. 24) intitulada “Sequência didática em educação ambiental crítica: Tendências da produção acadêmica, análises epistemológicas e reflexões para uma proposta em educação em ciências” teve como objetivo geral “a análise epistemológica da produção acadêmica e científica sobre Sequências Didáticas (SD) com viés da EAC” através dos enfoques teórico-metodológicos privilegiados pelas pesquisas. Com isso, o autor buscou:

[...] contribuir com a caracterização do campo, bem como de conhecimentos pertinentes para a pesquisa e ensino na área da EAC, em especial na formulação de SDs, refletindo sobre a necessidade de aprofundamento, resignificação e popularização do ensino e aprendizagem crítico-investigativos de conhecimentos científicos com enfoque na relação sociedade-natureza para superação da crise socioambiental. (BARBOSA, 2019, p. 24).

No artigo de “Ensino de Ciências e Educação Ambiental Crítica: uma conexão necessária para a cidadania” de Cruz e Zanon (2015), os autores buscaram verificar junto aos/às professores/as da Escola Municipal de tempo integral de Campo Grande/MS, a concepção destes/as sobre EA, como tem sido a prática pedagógica desenvolvida em EA e as dificuldades encontradas. Identificamos que a EA é percebida pelo grupo de professores/as como tema a ser aprimorado em discussões teórico-práticas para uma abordagem mais sistematizada a fim de fortalecer o trabalho.

O artigo intitulado “Interfaces entre Educação Ambiental crítica e ensino de Ciências” de Figueira, Selles e Lima (2017) analisa as ações pedagógicas de projeto de extensão em duas escolas públicas municipais e os desdobramentos das oficinas oferecidas para as práticas curriculares dos professores participantes. Discute-se também os limites e possibilidades da vertente crítica da Educação Ambiental na escola a partir dos relatos destes professores, considerando que, apesar de a Educação Ambiental estar universalizada na escola, a interface com o ensino de Ciências ainda é pouco explorada em estudos da área. A mescla entre diferentes macrotendências da Educação Ambiental é característica de quaisquer conhecimentos que adentram o ambiente escolar por variadas vias. O trabalho

evidencia que são os docentes que determinam, em última instância, o desenvolvimento ou não de tais temáticas.

O artigo “Uma proposta de diálogo entre Paulo Freire e a Educação Ambiental Crítica” de autoria de Giron e Ferraro (2018) se propõe a discutir as relações entre o conceito antropológico de cultura e as características da consciência crítica, propostos por Paulo Freire, com a visão socioambiental de natureza e a atitude ecológica, discutidos por Isabel Carvalho (2008). Tem-se, com isso, o intuito de estabelecer relações entre a práxis de Freire e uma proposta de EA crítica.

Os artigos que versam sobre Pensamento Sistêmico estão relacionados a Educação Ambiental em um enfoque mais conservador no sentido de as conexões estarem restritas ao meio natural e entender essas relações seria o bastante para entender o meio ambiente. A Educação Ambiental Crítica acrescenta nessas interações o componente social e político para entender as mudanças ambientais.

Diversos projetos podem ser desenvolvidos para a promoção da Educação Ambiental, aliando-os com a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento socioeconômico. Educação Ambiental integrada que considera não apenas o indivíduo, mas ele como partícula que compõe o todo, construindo redes de relações. (MARIOTTO; CORAIOLA, 2009, 241).

O artigo de autoria de Palácios, Dal’Farra e Geller (2011) intitulado “Concepções sistêmicas na educação ambiental: uma experiência com alunos do ensino fundamental” sendo o objetivo deste estudo a identificação das possíveis contribuições das abordagens sistêmicas em atividades de educação ambiental. Os resultados permitiram inferir que as atividades realizadas contribuíram para que os estudantes refletissem sobre o ambiente buscando desenvolver concepções mais amplas voltadas às temáticas relacionadas com a sua comunidade e com as questões globais, apontando para a importância das práticas pedagógicas que valorizam a construção dos conteúdos em rede.

No artigo “A Educação Ambiental na concepção do Pensamento Sistêmico” de autoria de Mariotto e Coraiola (2009). É premente a práxis da Educação Ambiental no âmbito formal e não formal, através de planejamentos e desenvolvimentos de projetos que levem a ações efetivas e transformadoras Este texto traz algumas considerações sobre a importância de uma Educação Ambiental diferenciada, na concepção do pensamento sistêmico, e alguns recursos que podem ser utilizados para sua efetividade.

Os ciclos biogeoquímicos são abordados de maneira mais abrangente referindo-se desde o ensino em espaços formais e não formais na educação básica e ensino superior. Os ciclos biogeoquímicos possuem a característica de poder ser trabalhado em diversas áreas das Ciências de maneira tradicional ou através de projetos interdisciplinares.

O artigo de Gondin e Machado (2015) intitulado “Uma organização praxeológica: construção coletiva de um jogo sobre os ciclos biogeoquímicos”. O trabalho teve como objetivo discutir a construção de um jogo didático elaborado por professores e os saberes envolvidos nesse material. O estudo contou com nove professores de Ciências, do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, da rede Municipal de Ensino de Campo Grande /MS. Os resultados possibilitaram a compreensão em como os professores de Ciências trabalham os ciclos biogeoquímicos, bem como os recursos utilizados. Constatamos que esses professores apresentam dificuldades relacionadas, à falta de recursos sobre o tema para o ensino fundamental e falta de domínio do conteúdo nos processos bioquímicos.

O artigo “Reflexões sobre a abordagem de ciclos biogeoquímicos no ensino em ciências: considerações para um enfoque CTS” de autoria de Silva, B. R. e Silva, T. R. (2017) O trabalho parte da descrição e caracterização dos estudos que investigaram metodologias alternativas para o ensino de ciclos biogeoquímicos, a partir de uma revisão no campo de pesquisa do ensino de ciências. Em seguida, o delineamento das discussões e reflexões da prática docente sobre abordagem em torno da temática, destacando as dificuldades dos professores em trabalhar com esses conteúdos. As análises, portanto, evidenciam que o ensino de ciclos biogeoquímicos deve superar sua ênfase no conteúdo compartimentalizado entre as ciclagens dos elementos naturais, nas memorizações de seus termos e definições, e na passividade dos discentes durante os processos de ensino e aprendizagem. Para valorizar o enfoque em CTS, indispensável na atual prática docente, uma vez que se constitui como o ponto de ligação entre a realidade dos alunos com as complexas relações das problematizações que envolvem aspectos ambientais, políticos, tecnológicos e sociais.

Todas as coisas são conectadas com outras. O mundo é organizado em sistemas que são formados por três componentes: elementos, interconexões e funções. Os sistemas são mais do que a soma de suas partes. São dominados pelas suas inter-relações e seus propósitos, e organizados

segundo uma hierarquia. Os sistemas naturais são harmônicos, estáveis e resilientes. A resiliência normalmente cresce com a diversidade. (DIAS, 2004, p. 32).

## 4.2 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (EC)

Nos últimos anos, o Ensino de Ciências Naturais e a Educação em Ciências, assim como de outras áreas do conhecimento, vem sendo marcado por uma dicotomia que constitui um desafio para os educadores. Conteúdos e metodologias voltados essencialmente à preparação do aluno para prestar exames vestibulares desconsideram a complexidade da realidade na qual os sujeitos estão inseridos.

O currículo é um dispositivo que organiza, seleciona e sistematiza os conteúdos, essa organização causa limitações no ensino e aprendizagem dos alunos e refletem nos significados que são atribuídos ao que deveria ser aprendido. Tirar uma nota boa na prova ou passar de ano sem exames não significa uma aprendizagem significativa. Todo esse aparato descaracteriza o ensino de ciências, na sua preocupação crítica sobre a relação homem/natureza/cultura e retira todo seu poder transformador (BONATTO *et al.*, 2012).

Neste contexto, a escolarização compartimentada, em conteúdos isolados, não tem mais espaço, mas, sim, a interconexão e interação no processo de ensino aprendizagem e assim contribuir para formação intelectual e cidadã de estudantes. Segundo Fracalanza, Amaral e Gouveia (1987, pp. 16-27):

[...] o ensino de ciências no primeiro grau, entre outros aspectos, deve contribuir para o domínio das técnicas de leitura e escrita; permitir o aprendizado dos conceitos básicos das ciências naturais e da aplicação dos princípios aprendidos a situações práticas; possibilitar a compreensão das relações entre a ciência e a sociedade e dos mecanismos de produção e apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos; garantir a transmissão e a sistematização dos saberes e da cultura regional e local.

É importante lembrar, que a própria história da Ciência é sintetizada de maneira que os alunos não tenham a compreensão dos contextos históricos, causando equívocos conceituais e sem relação com a sua vivência, demonstrando assim, uma forma desconexa de ensinar (GONDIN; MACHADO, 2015).

Segundo descreve Cachapuz (2011) há um ensino da Ciência com uma visão distante da forma como se constrói o conhecimento científico, portanto, uma visão equivocada, empobrecida e distorcida, que cria desinteresse por parte de alguns



alunos, tornando-se um obstáculo para a aprendizagem. Neste sentido algumas condições podem ser utilizadas, como: estabelecer conexões entre variados pontos dos conteúdos, realizar estudos de casos a partir da proposição de problemas cotidianos, apresentar textos jornalísticos e propor a discussão entre os estudantes, explorar conhecimentos prévios dos educandos para que estes proponham problemas e discutam as alternativas de soluções. Um outro caminho é a exploração de textos científicos atuais e históricos, a discussão em sala através da argumentação entre o educador e educandos e entre os próprios educandos (SILVA; FERREIRA; VIEIRA, 2017).

O papel do Ensino em Ciências para o exercício da cidadania, participação social, consciência dos usos responsáveis de recursos naturais é de extrema importância. Para Unesco (2005) a produção do conhecimento científico e tecnológico do país, está intrinsecamente ligado ao Ensino de Ciências. É partir dele que se desenvolve a curiosidade e o interesse de alunos por carreiras científicas. Jovens estes que serão os futuros cientistas da nação.

Entretanto se por um lado é reconhecida a importância da democratização dos conhecimentos e o papel da escola na democratização dos conhecimentos científicos e o papel da escola na disseminação da cultura científica, por outro, as pesquisas em Educação em Ciências têm revelado uma situação preocupante no que se refere ao ensino dessa área, sobretudo nos anos iniciais do ensino fundamental. (VIECHENESKI; CARLETTTO, 2013, p. 214).

Nesse sentido, a educação em ciências, pode ajudar na construção do respeito para com os outros seres vivos do planeta. Por isso, a ética deve ser um dos objetivos da educação em ciências. E a interdisciplinaridade é primordial para ampliação do olhar socioambiental dos alunos. É preciso entender que os tanto os processos físicos como os biológicos, se conectam entre o rural, o urbano, a natureza e entre tantas outras coisas que formam a dinâmica da vida em sociedade (CARVALHO, 2006).

O enfrentamento da atual crise socioambiental depende, entre outras, da luta pela formulação de uma ciência e uma cultura engajadas no processo de construção de um modelo de sociedade ecológica e socialmente sustentável. Este projeto se concretizará a partir de uma participação política que contribua para construir nas relações societárias uma perspectiva de imperativos éticos voltados para o bem comum, como a equidade, a solidariedade e a cooperação (GUIMARÃES; VASCONCELLOS, 2006, p.153).

### 4.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL (EA)

Segundo a Lei nº 9795/1999, Art 1º, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental:

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

A Revolução Industrial, no século XVIII, trouxe várias consequências, como o crescimento populacional, a destruição do meio ambiente e altos índices de produção e consumo, levando estudiosos, tais como os naturalistas, à preocupação com os recursos naturais (SILVA; MENOLLI JÚNIOR, 2016). Para tanto:

A Educação Ambiental surgiu no contexto de emergência de uma crise ambiental reconhecida nas décadas finais do século XX e estruturou-se como fruto de uma demanda para que o ser humano adotasse uma visão de mundo e uma prática social capazes de minimizar os impactos ambientais então prevalentes. Mas a constatação de que a Educação Ambiental compreendia um universo pedagógico multidimensional que girava em torno das relações estabelecidas entre o indivíduo, a sociedade, a educação e a natureza foi exigindo aprofundamentos que se desdobraram em sucessivas análises e aportes teóricos de crescente sofisticação, tornando essa prática educativa mais complexa do que se poderia imaginar. (LAYARGUES; LIMA, 2014, p. 26).

Ainda, segundo Dias (2004), a educação só foi integrada ao contexto de problemática ambiental, em 1965, com o surgimento do termo *Environmental Education* (em português, educação ambiental), na Conferência em Educação na Universidade de Kelle, na Grã-Bretanha. Nesse evento, decidiu-se que a EA deveria ser parte da educação de todos os cidadãos e englobar essencialmente a conservação ou a ecologia aplicada. Conforme Ramos (2001), a EA surgiu basicamente para resolver problemas ambientais, ou seja, que ameaçavam a vida no Planeta.

Vários eventos foram importantes para o estabelecimento da Educação Ambiental como política pública. A Declaração de Estocolmo, resultante da Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente Humano, que aconteceu em 1972, em Estocolmo, foi o primeiro grande evento que mobilizou Estados, organizações sociais,

universidades e interessados no tema para discutir questões relacionadas ao meio ambiente. Para Azevedo ([2023], *online*) a Declaração de Estocolmo:

[...] é considerada um marco histórico para a Educação Ambiental devido ao seu reconhecimento como instrumento essencial para a solução da crise ambiental internacional. Além disso, a Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente Humano também produziu um Plano de Ação para o Meio Ambiente Humano, documento de fundamental importância para o desenvolvimento do Direito Ambiental e a Educação Ambiental. As recomendações foram reunidas em três grupos: a) programa global de avaliação ambiental; b) atividades de gestão ambiental; e c) medidas internacionais para apoiar as ações de avaliação e de gestão.

A Recomendação nº 96, da Conferência de Estocolmo sugere a criação de um Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA). Atendendo a esta sugestão a ONU, em 1975, iniciou a estruturação PIEA, com o objetivo de reunir os países membros a fim de debater e refletir sobre a cooperação internacional. Com isso, inspirados na Conferência de Estocolmo a UNESCO e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) realizaram dois importantes eventos, que se tornaram referência da EA, sendo eles: o Seminário Internacional de Educação Ambiental, realizado em Belgrado, em outubro de 1975, e a Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, realizada em Tbilisi, em outubro de 1977.

Outro evento de importância para a área foi a realização da Conferência Rio-92, no Brasil, que gerou o documento “Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global” elaborado pela sociedade civil. Segundo Azevedo ([2023], *online*) esse documento “estabelece princípios fundamentais da educação para as sociedades sustentáveis, destacando a necessidade de formação de um pensamento crítico, coletivo e solidário, de interdisciplinaridade, de multiplicidade e de diversidade”. A Conferência Rio-92 delimita uma proposta de ação para os próximos anos, chamada de Agenda 21. Sobre as recomendações da Agenda 21, é aprovado no Brasil o Programa Nacional de Educação Ambiental, que prevê ações nos âmbitos de Educação Ambiental formal e não-formal. Ainda a década de 1990, são aprovados também no país, os “Parâmetros curriculares”, que incluem a EA como tema transversal.

Já em 2012, acontece a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, na cidade do Rio de Janeiro, a Rio+20. O objetivo foi contribuir para definição de uma nova agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas.

### 4.3.1 Educação Ambiental no Brasil

A década de 1970 é considerada o marco inicial do surgimento do movimento ecológico no Brasil, embora já existissem militantes da causa conservacionista e das primeiras entidades de proteção à natureza desde a década de 1950. Porém, é a partir de 1974, com o início do processo de distensão política, que as condições para o exercício de reuniões e ações coletivas se aperfeiçoaram bem como começaram a surgir associações e movimentos ambientalistas em cidades do Sul-Sudeste, como o Movimento Arte e Pensamento Ecológico e a Comissão de defesa da Billings, em São Paulo. Além disso, também a partir de 1974 que, no Rio Grande do Sul, a Associação Democrática Feminina Gaúcha instituiu um setor de ecologia, por iniciativa de Magda Renner – que veio a se constituir em uma importante liderança ecologista brasileira com reconhecimento nacional e internacional –, passando a atuar de forma articulada à Associação Gaúcha de Proteção ao Meio Ambiente na luta ambiental.

Ao longo das últimas décadas, houve alguns desmembramentos das correntes ideológicas da educação ambiental, das quais se destacam, principalmente, a educação ambiental conservadora e a educação ambiental crítica. A primeira está vinculada ao início do movimento ambiental, no qual a vertente conservacionista era dominante, porém, com o decorrer dos anos, essa vertente foi absorvida pelos sistemas econômicos e gradativamente desvirtuada de seu contexto inicial:

A interpretação e o discurso conservacionistas que conquistaram a hegemonia do campo da Educação Ambiental no Brasil em seu período inicial, foram vitoriosos, entre outras razões, porque se tornaram funcionais para as instituições políticas e econômicas dominantes, conseguindo abordar a questão ambiental de uma perspectiva natural e técnica, que não colocava em questão a ordem estabelecida. (LIMA, 2011, p. 149).

### 4.3.2 Macrotendências da educação ambiental no Brasil

A *priori*, a EA teve como objetivo a sensibilização do homem em relação a natureza, um movimento que pretendia minimizar os impactos ambientais. Ainda nessa abordagem conservacionista era preciso “conhecer para amar, amar para preservar”, orientada por uma compreensão ecológica, que tinha por base a ciência ecológica (LAYARGUES; LIMA, 2014, p. 27).

Em um segundo momento, a EA se volta para a vertente pragmática. Essa corrente se aproxima da Educação para o Desenvolvimento Sustentável e para o Consumo Sustentável. É o reflexo de uma sociedade atravessada pelo neoliberalismo, pelo pragmatismo e pelas tendências dos ambientalismo e ecologismos de mercado (LAYARGUES; LIMA, 2014). Essa versão, tão marcada pelo capitalismo, se funde aos resquícios do pós-guerra, como a produção e o consumo em massa. Para Layrargues (1999, p.135), separa o caráter pragmático em duas e traz características complementares:

[...] primeiro, a ausência de reflexão que permita a compreensão contextual e articulada das causas e consequências dos problemas ambientais. Essa ausência de reflexão deriva da crença na neutralidade da ciência e resulta em uma percepção superficial e despolitizada das relações sociais e de suas interações com o ambiente. Segundo a busca desenfreada por ações factíveis que tragam resultados orientados a um futuro sustentável, embora dentro de um limite que não ultrapasse as fronteiras do realismo político, do economicamente viável, da conservação do status quo, que na Educação Ambiental se enquadra na perspectiva da “atividade-fim”.

#### **4.3.3 Educação Ambiental Crítica (EAC)**

A EAC é resultado do pensamento crítico frente à realidade do mundo no qual o indivíduo está inserido. É um desdobramento da educação crítica (de Paulo Freire) nas questões relacionadas ao meio ambiente. O mundo é mediador dos processos educativos; é nele que os homens encontram as realidades concretas para a análise e para o aprendizado, pois é, no diálogo com o mundo, com outros seres humanos e com outros seres que o habitam que o homem pode construir a sua consciência crítica (FREIRE, 2004).

As questões ambientais são decorrentes das pautas comunitárias, como por exemplo, o saneamento básico, o acesso à água potável, à estrutura do recolhimento e à reciclagem do lixo. Fazer uso do conhecimento e da comunicação para verbalizar essas questões, para falar desses temas e requerer direitos são maneiras muito interessantes de exercitar a nossa consciência crítica e a nossa participação política e cidadã.

A educação ambiental é uma dimensão crítica; é ela que possibilita a formação de sujeitos cidadãos, engajados política, social, cultural e economicamente no mundo. A questão ambiental também faz parte dessa consciência crítica. A preservação do meio ambiente, nos últimos anos, tem sido incorporada e absorvida pela sociedade

de forma automática, especialmente devido à influência da mídia e da indústria, que se utilizam do interesse da população por temas como o da sustentabilidade para divulgar seus produtos e serviços. Essa massificação de empresas ecologicamente corretas banalizou a questão ambiental e proporcionou o uso indevido dos conceitos relacionados ao meio ambiente.

Dessa maneira, não há, por parte do grande público, um conhecimento ou interesse aprofundado sobre os efeitos dos produtos e serviços utilizados pela população. Ao compreender que a EA, assim como a educação formal e não formal, tem a função de formar cidadãos críticos sobre os fatos que ocorrem na sociedade, a EAC exerce o papel de conscientizar as pessoas sobre os aspectos sociais e econômicos do tema ambiental.

O paradigma crítico em educação ambiental fundamenta-se na crença de que a pesquisa deve ser aplicada com o propósito de emancipar as pessoas por meio da crítica às ideologias que promovem a iniquidade e da promoção de mudanças no conhecimento e nas ações das pessoas, com vistas à melhoria das condições sociais (PHILLIPI; PELICONI, 2005).

Portanto, para a construção e para a disseminação desse saber ambiental, faz-se necessário a conexão entre a escola e o campo científico da EA, no qual a ciência é produzida pelo ambiente acadêmico, promovendo pesquisas que considerem as práticas pedagógicas e busquem o aperfeiçoamento destas para a formação de indivíduos capacitados para lidar com a crise ambiental. Diante disso, a escola tem o objetivo de fornecer subsídios para a aprendizagem de conhecimento científico que seja contextualizado com a comunidade dos alunos, propondo atividades de ensino que empreguem temáticas ambientais e discutam os aspectos políticos, econômicos, culturais e sociais inseridos nessas temáticas. (BARBOSA; SOARES; ROBAINA, 2020, p. 2).

Segundo Mariotto e Coraiola (2009), o processo de não compartimentalização do conhecimento condiciona a pensar no Planeta como um “todo integrado”, que considera o homem como uma das partes desse todo, pelo qual todas as ações realizadas podem alterar esse equilíbrio: o simples fato da separação dos resíduos nas casas, o consumo sustentável, o amor ao próximo, o respeito à natureza, etc. No desenvolvimento das ações de Educação Ambiental, para que ocorra uma total integração nas comunidades, deve existir a realização de diagnóstico, a verificação das expectativas do grupo e a conexão de aspectos sociais, políticos, culturais e econômicos. Após o diagnóstico, é necessário estabelecer estratégias que

proponham recursos para a sensibilização, visto que a Educação Ambiental é um processo dinâmico, participativo, integrativo e transformador.

É possível vincular o pensamento sistêmico do mundo natural com a educação ambiental crítica, uma vez que segundo a teoria já descrita no presente artigo, tudo está conectado, e essas relações perpassam do mundo físico para o social, no qual o pensamento sistêmico também gera implicações. Essas relações sociais, que se manifestam pela economia e pela política, interferem no mundo natural.

Entender e buscar para os alunos conhecimentos que sejam voltados à compreensão cíclica dos componentes de nosso planeta nos remete a um assunto ainda mais delicado e complexo no âmbito escolar: a educação ambiental. Para Assaraf e Orion (2005, p. 518), as décadas de 1990 e 2000 “[...] podem ser descritas como a era da ‘Ciência do Tudo’ da educação em ciência em todo o mundo”. Nesse período, o objetivo central do paradigma da educação ambiental se deslocou de seu propósito de preparar futuros cientistas para a educação dos futuros cidadãos.

#### 4.4 CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

Os ciclos biogeoquímicos (CBGQ) são processos naturais que, por diversos meios, reciclam vários elementos em diferentes formas químicas para o meio ambiente e para os organismos e, na sequência, fazem o processo inverso, ou seja, trazem os elementos desses organismos para o meio ambiente. Dessa forma, o carbono, a água, o oxigênio, o nitrogênio, o fósforo, o cálcio, entre outros vários elementos, percorrem esses ciclos, unindo todos os componentes vivos e não vivos da terra (ROSA; MESSIAS; AMBROSINI, 2003).

Um ciclo biogeoquímico pode ser entendido como o movimento ou o ciclo de um determinado elemento ou de vários elementos químicos, através da atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera da Terra. Os ciclos biogeoquímicos, também chamados de ciclos da matéria, podem ser definidos como processos naturais nos quais ocorre a ciclagem dos elementos, ou seja, a sua passagem do meio ambiente (componentes físico-químicos) para os organismos vivos e destes de volta para o meio. Devido ao envolvimento de organismos vivos nesses ciclos, o meio terrestre (parte não viva) e os elementos químicos recebem a denominação de biogeoquímicos. Os principais ciclos biogeoquímicos encontrados na natureza são o ciclo da água, do carbono, do oxigênio e do nitrogênio. O estudo dos ciclos biogeoquímicos é:

[...] um dos principais conteúdos abordados no Ensino Fundamental e Médio, e serve como fundamento para a compreensão de processos químicos, físicos e biológicos, responsáveis pela manutenção da vida de todos os organismos vivos na Terra. Assim como o estudo dos CBGQ, o estudo desses ciclos auxilia na compreensão das questões ambientais atuais, seja em âmbito local, como a falta de água e a poluição de rios, seja em âmbito planetário, como o aquecimento global e as mudanças climáticas (SILVA, B. R. da; SILVA, T. R., 2017, p. 6).

Os ciclos biogeoquímicos são o elo entre os elementos químicos, que compõem o ambiente, e os seres vivos, que se originaram da interação desses elementos, através de reações químicas. Ao longo de bilhões de anos de formação do planeta Terra, os elementos químicos inorgânicos interagiram e formaram moléculas, cada vez mais complexas até formarem moléculas orgânicas. A partir desse estágio, essas moléculas orgânicas se organizaram e formaram as primeiras formas de vida.

As células dos seres vivos são constituídas de milhares de substâncias diferentes, desde íons inorgânicos até macromoléculas orgânicas, que são absorvidas do meio em que vivem ou produzidas a partir desses elementos. Nesse sentido, não se pode pensar na vida e no equilíbrio ambiental sem considerar a importância dos ciclos biogeoquímicos e as suas relações dinâmicas com a biosfera.

Percebe-se que os seres vivos, bem como o ambiente físico e químico em nosso mundo, possuem relações complexas e adequadamente ajustadas, de forma que apenas uma alteração em algum componente – tal como a proporção de gás carbônico, entre outros, na atmosfera – pode produzir efeitos como a estufa e acelerar mudanças climáticas, as quais, por sua vez, podem causar um “efeito dominó” sobre todas as relações no Planeta.

Ao longo da história, a interação entre a Terra e a biosfera causou profundas mudanças. Porém, atualmente, são poucas as reações químicas que ainda existem na superfície da Terra sem a intermediação ou sem a influência da biosfera.

Há questões cotidianas da comunidade relacionadas aos ciclos biogeoquímicos, como por exemplo, a utilização da água. Esta pode ser abordada a partir de explanações sobre a utilização racional dos recursos hídricos, a contaminação dos lençóis freáticos e a poluição dos mananciais, além da função da água nos organismos dos seres vivos. Há, por outro lado, outras questões mais abrangentes, como o aquecimento global, sobre o qual podem ser abordados a



diminuição do consumo de combustíveis fósseis bem como o aumento do uso de fontes alternativas de energia.

Também é importante ressaltar que esses temas mencionados estão inter-relacionados, pois as queimadas na Floresta Amazônica aumentam a quantidade de gases causadores do efeito estufa e, conseqüentemente, interferem no ciclo hidrológico de grande parte do continente, além de causar prejuízos à fauna, à flora e às comunidades tradicionais das regiões atingidas.

Os ciclos biogeoquímicos compõem a organização e a manutenção do sistema terrestre como o conhecemos. Na natureza, átomos de diferentes substâncias, como nitrogênio, hidrogênio, carbono e oxigênio não são criados ou destruídos, tampouco transformados uns nos outros. A matéria, que constitui os componentes do nosso Planeta, é constantemente reciclada. Ao contrário da energia, que se desloca em sentido único (como a energia solar), os nutrientes têm movimento cíclico no ecossistema. É o que acontece com a água, o carbono, o nitrogênio, o cálcio, o potássio, o fósforo e o enxofre, entre outros. A partir disso, pode-se falar em fluxo de energia e ciclo da matéria.

Sobre os ciclos da matéria ou, como são denominados na maioria das vezes, os ciclos biogeoquímicos – termo utilizado principalmente pela biologia e popularmente utilizado quando nos referimos à água, carbono, enxofre, fósforo, entre outros –, é necessário ressaltar que, apesar de grande parte dos elementos terrestres fazerem parte de um ciclo, no qual seus elementos continuam constantes, há elementos que destoam. Estes se configuram principalmente como aqueles relacionados à radioatividade, quando há efetivamente a criação de um elemento e o desaparecimento da matéria do outro, como por exemplo, o urânio, utilizado especialmente como fonte de energia nuclear.

Segundo Barros (2011), o estudo dos ciclos biogeoquímicos é imensamente complexo e fascinante, demandando, porém, esforço singular de diferentes disciplinas no intuito de entendê-los e significar sua importância para a continuidade dos ciclos e do sistema terrestre como conhecemos. Para Butcher *et al.* (1992, p. 1), “embora os ciclos biogeoquímicos sejam fascinantes para seu próprio bem, eles também se conectam com importantes questões de escala regional e global”.

Conforme Barros (2011), entende-se que a abordagem sistêmica é imprescindível para a compreensão do funcionamento do Planeta, que, por sua vez, é composto por inúmeros ciclos. Mesmo que a Terra seja um sistema quase fechado,

deve-se levar em consideração que parte da energia recebida pelo Planeta é refletida e retorna ao espaço. Essa abordagem, apesar de possibilitar um melhor entendimento de questões ambientais – conceito usado em várias disciplinas –, tem aplicação mínima junto ao contexto escolar, comprometendo o desenvolvimento e a capacidade crítica frente a fenômenos ambientais por parte dos alunos.

Nas últimas décadas, houve um aumento significativo do consumo em todo mundo, provocado pelo crescimento populacional e, principalmente, pela acumulação de capital das empresas que puderam se expandir e oferecer os mais variados produtos, conjuntamente com os anúncios publicitários que propõe o consumo a todo o momento. Chama-se de consumo, o ato da sociedade de adquirir aquilo que é necessário à sua subsistência e também aquilo que não é indispensável ao ato do consumo de produtos supérfluos, denominamos consumismo. (WILD, 2018, *on-line*).

A Natureza e seus fenômenos foram considerados, por algum tempo, uma febre mundial e lucrativa, tanto em sua pesquisa quanto em sua divulgação. Assim, coube somente aos educadores, em cada nível, mostrarem aos seus educandos que a abrangência desses acontecimentos seriam amplos e fariam parte de um sistema complexo e constante, no qual o tempo adotado deveria ser pensado para muito além do que estamos acostumados em nosso cotidiano. Dessa forma, os conhecimentos geocientíficos são fundamentais para a compreensão de nosso entorno (BARROS, 2011).

O papel da Floresta Amazônica, na questão da “oferta de água”, em outras regiões do país, pode ser visualizado a partir da constatação de que a conversão de áreas de floresta em pastagem aumenta dramaticamente o escoamento superficial da água das chuvas (FEARNSIDE, 2015).

Os incêndios florestais emitem gases de efeito estufa. Um desses casos foi o grande incêndio de Roraima que liberou, através da combustão, de 17,9 a 18,3×10<sup>6</sup> toneladas de carbono, equivalente ao carbono de CO<sub>2</sub>, dos quais 67% (12,0 a 12,3×10<sup>6</sup> toneladas de carbono) foram provenientes de queimadas na floresta primária (BARBOSA; FEARNISIDE, 1999).

Os incêndios na Amazônia brasileira são responsáveis pela emissão de grandes quantidades de gases de efeito estufa por vários processos distintos, incluindo a queimada de florestas nas áreas que estão sendo desmatadas para a agricultura e a pecuária, os incêndios florestais e a queimada de capoeiras, pastagens bem como de diferentes tipos de savanas (FEARNSIDE, 2002).

Entre as questões mais discutidas atualmente estão aquelas relacionadas ao aquecimento global e às mudanças climáticas, que estão envolvidas em controvérsias sobre a ação antrópica no aumento do CO<sub>2</sub> – gás carbônico – atmosférico e sua possível relação com o clima da Terra, com os desmatamentos e a queima de combustíveis fósseis e, portanto, com a produção e o consumo de combustíveis, de energia, da produção industrial e da sociedade de consumo. Algumas dessas percepções e pontos de vista chegam à escola e participam da produção de discursos escolares. Nesses discursos, os embates e as controvérsias produzem, reproduzem e apagam as diferentes significações sobre o ambiente. Os sentidos sobre o ciclo do carbono podem intervir sobre o sentido de ambiente e das mudanças climáticas.

O entendimento sobre os ciclos biogeoquímicos se constitui como um tema fundamental para o entendimento do próprio surgimento da vida e de sua continuidade e interação com o meio ambiente bem como as modificações nele causadas por fatores naturais ou provocados de forma antrópica e por essa razão, foram tomados como foco deste trabalho.

#### 4.5 PENSAMENTO SISTÊMICO

Segundo Vasconcellos (2002), o pensamento sistêmico (PS) é uma forma de abordagem da realidade que surgiu, no século XX, em contraposição ao pensamento "reducionista-mecanicista", herdado dos filósofos da Revolução Científica do século XVII, como Descartes, Francis Bacon e Newton.

Para Descartes, o universo material era uma máquina. Não havia propósito, nem vida, nem espiritualidade na matéria. A natureza funcionava de acordo com as leis mecânicas, e tudo, no mundo material, podia ser explicado em função do arranjo e do movimento de suas partes. Essa imagem mecânica da natureza tornou-se o paradigma dominante da Ciência no período que seguiu após Descartes. A visão cartesiana do universo como um sistema mecânico forneceu uma sanção "científica" para a manipulação e a exploração da natureza, que se tornaram típicas da civilização moderna (VASCONCELLOS, 2002).

Segundo Capra (2003), na abordagem sistêmica, as propriedades das partes podem ser entendidas apenas a partir da organização do todo. Em consequência disso, o pensamento sistêmico não se concentra em blocos de construção básicos, mas em princípios de organização básicos. O pensamento sistêmico é "contextual", o

que é o oposto do pensamento analítico. A análise significa isolar alguma coisa a fim de entendê-la; o pensamento sistêmico significa colocá-la no contexto de um todo mais amplo.

Entende-se que a abordagem sistêmica é imprescindível para a compreensão do planeta, que é composto por inúmeros ciclos. Mesmo que a Terra seja considerada um sistema quase fechado, deve-se levar em consideração que parte da energia recebida por nosso Planeta é refletida, retornando ao espaço. Essa abordagem, apesar de possibilitar um melhor entendimento de questões ambientais – sendo este conceito usado em várias disciplinas – tem aplicação mínima junto ao contexto escolar, comprometendo o desenvolvimento e a capacidade crítica frente a fenômenos ambientais por parte dos alunos (BARROS, 2011).

O moderno significado de Ciência refere-se a um corpo de conhecimento organizado e adquirido por meio de um método particular, conhecido como método científico. Essa compreensão moderna evoluiu gradualmente durante os séculos XVIII e XIX, porém, as características do método científico foram plenamente reconhecidas apenas no século XX e ainda são frequentemente entendidas de maneira equivocada, especialmente por não cientistas.

De importância crucial para a compreensão contemporânea da ciência é a constatação de que todos os modelos científicos e teorias científicas são limitados e aproximados. A ciência do século XX mostra, repetidas vezes, que todos os fenômenos naturais estão, em última análise, interconectados e que suas propriedades essenciais, de fato, derivam de suas relações com outras coisas.

A nova concepção emergente da vida pode ser vista como parte de uma mudança mais ampla de paradigma, que vai de uma visão de mundo mecanicista para uma visão de mundo holística e ecológica. Em seu próprio âmago, encontramos uma mudança de metáforas que hoje está se tornando, cada vez mais, evidente. Conforme Capra (2003), trata-se de uma mudança em que o mundo deixa de ser visto como uma máquina e passa a ser compreendido como uma rede.

De acordo com Maturana e Varela (1980), a principal característica da vida é a automanutenção obtida graças à rede interna de um sistema químico que continuamente reproduz a si mesmo dentro de uma fronteira de fabricação própria. A vida se caracteriza pela sua auto manutenção por meio de um mecanismo de auto regeneração a partir de dentro. A vida é uma fábrica que constrói a si mesma a partir de dentro.

Os elementos químicos representados pelos ciclos biogeoquímicos constituem a interface entre o mundo não vivo (compostos inorgânicos) e o mundo dos seres vivos (compostos orgânicos). Dessa maneira, os seres vivos dependem, para a sua sobrevivência e para a sua relação com os demais seres vivos bem como com o ambiente, de uma série de elementos químicos nas suas diversas formas de organização e interação.

A vida, portanto, é uma propriedade global, que surge das interações coletivas das espécies moleculares dentro das células. A vida, assim, é uma propriedade emergente, ou seja, uma propriedade que não está presente nas partes e se origina apenas quando as “peças” estão montadas conjuntamente.

A emergência assume seu valor real no nível das propriedades, e a noção mesma que a define baseia-se na proposição segundo a qual as propriedades emergentes não podem ser reduzidas às propriedades das partes. É importante ver aqui a relação com a visão sistêmica da vida, pela qual podemos agora dizer que a vida, mais precisamente, pode ser considerada como um sistema de sistemas autopoieticos interligados (CAPRA, 2003).

Na educação, também é possível relacionar a autopoiese com a autonomia do aluno, sendo este o responsável pela sua própria aprendizagem, a partir de interações com outras pessoas e, a partir das suas experiências prévias, com o meio. Em outras palavras, o aluno ocupa posição central na relação ensino-aprendizagem:

Não existe “ambiente” em algum sentido independente e abstrato. Assim como não há organismo sem um ambiente, não há ambiente sem um organismo. Organismos não experimentam ambientes. Eles constroem seus próprios ambientes a partir dos fragmentos e pedaços do mundo físico e biológico e eles fazem isso por suas próprias atividades (MATURANA; VARELA, 1980).

No início de 1960, o químico atmosférico James Lovelock teve uma percepção iluminadora, que o levou a formular um modelo que provavelmente seja a mais surpreendente e mais bela expressão de auto-organização: a ideia de que o Planeta Terra como um todo é um sistema vivo, auto-organizador. Em vez de perceber a Terra como um planeta morto, composto de rochas, oceanos e atmosfera inanimados, Lovelock (1991, p. 12) propôs considerá-la como um sistema complexo, “[...] abrangendo toda a vida e todo o seu ambiente estreitamente acoplado de modo a formar uma entidade autorreguladora”.

Segundo Lovelock e Margulis (1974), não podemos mais pensar em rochas, animais e plantas como seres separados. A teoria de Gaia mostra que há um estreito entrelaçamento entre as partes vivas do Planeta – plantas, microorganismos e animais – e entre suas partes não vivas – rochas, oceanos e atmosfera. Os ciclos de feedback que interligam esses sistemas vivos e não vivos regulam o clima na Terra, a salinidade de seus oceanos e outras importantes condições planetárias. A teoria de Gaia olha para a vida de maneira sistêmica, reunindo biologia, microbiologia, química atmosférica e outras disciplinas.

Nesse sentido, podemos considerar a importância de se trabalhar os conteúdos de maneira interdisciplinar, abordando e interligando os vários aspectos relacionados a um tema e fazendo as conexões necessárias para o seu entendimento global.

Os primeiros seres vivos – bactérias e outros micro-organismos –, durante 2 bilhões de anos, transformaram continuamente a superfície e a atmosfera da Terra e estabeleceram os ciclos de feedback globais para a autorregulação do sistema de Gaia. Ao fazer isso, as bactérias inventaram todas as biotecnologias essenciais da vida, até mesmo, a fermentação, a fotossíntese, a fixação do nitrogênio, a respiração e vários dispositivos para o movimento rápido.

Nesse contexto, as teorias científicas apontam para a intrínseca relação e interconexão entre as substâncias orgânicas e inorgânicas para o surgimento da vida e para a manutenção e transformação do ambiente.

Uma das temáticas que une toda a biologia é o conceito de evolução. Na verdade, o conceito de Darwinismo é a ideia de que todos nós viemos de um ancestral comum com modificações e que isso equivale a dizer que todas as formas de vida – árvores, peixes, mamíferos, aves – vêm do mesmo ancestral primordial e são ligados uns aos outros por uma rede de parentesco. Não há nada mais holístico e sistêmico do que essa noção de evolução biológica darwiniana. Todas as criaturas vivas estão intrinsecamente ligadas umas às outras e formam uma única família.

As ideias de Darwin também foram um importante instrumento para a montagem do cenário onde Oparin procurou elucidar a evolução molecular pré-biótica e, em cujo âmbito, as matérias orgânicas e inorgânicas evoluíram para produzir células vivas.

No contexto do ensino de Ciências para o tempo atual, reflexões sobre metodologias de ensino e aprendizagem têm proposto alterações importantes no ensino. Valoriza-se a participação ativa dos alunos, em sala de aula, como

fundamental para a construção do conhecimento. O aluno não pode ser considerado uma tábula rasa, mas um detentor de conhecimentos já obtidos no ambiente escolar e fora dele (SILVA, B. R. da; SILVA, T. R, 2017).

## 5. METODOLOGIA

Opto por uma pesquisa de natureza básica e qualitativa. Seguindo os passos de Minayo (2016, p. 25), a pesquisa qualitativa aqui desenvolvida, segue três passos: “(1) fase exploratória; (2) trabalho de campo; (3) análise e tratamento do material empírico e documental”. Com base nas ferramentas utilizadas, a pesquisa, nesse primeiro momento, é documental devido à natureza das fontes (GIL, 2019). Dentre as vantagens da pesquisa documental, destacam-se a variabilidade, estabilidade e temporalidade das fontes (GIL, 2019).

Nesse sentido, o objetivo da pesquisa foi o exploratório. O principal objetivo da pesquisa exploratória é propor um discurso interpretativo para o fenômeno que está se descrevendo. Segundo Malhotra (2001, pp. 105-106), a pesquisa exploratória “é usada em casos nos critérios de compreensão, e é caracterizada pelas informações definidas ao acaso e pelo processo de pesquisa flexível e não estruturado”. Já para Mattar (2001), os métodos utilizados pela pesquisa exploratória são amplos e versáteis e compreendem: levantamentos em fontes secundárias, levantamentos de experiências, estudos de casos selecionados e observação informal.

Quadro 5 - Classificação metodológica da pesquisa

<b>Classificação quanto aos objetivos da pesquisa</b>	<b>Classificação quanto à natureza da pesquisa</b>	<b>Classificação quanto à técnica de coleta de dados da pesquisa</b>	<b>Classificação quanto a técnica de análise de dados da pesquisa</b>
<p>Exploratória</p> <p>"A pesquisa exploratória é usada em casos para obter conhecimento e compreensão e é caracterizada pelas informações definidas ao acaso e pelo processo de pesquisa flexível e não estruturado". (MALHOTRA, 2001).</p>	<p>Abordagem qualitativa.</p> <p>Segue três passos: “(1) fase exploratória; (2) trabalho de campo; (3) análise e tratamento do material empírico e documental” (MINAYO, 2016, p. 25)</p>	<p>Pesquisa bibliográfica e questionário/ registro fotográfico</p> <p>"A pesquisa bibliográfica é considerada uma fonte de coleta de dados secundária, pode ser definida como: contribuições culturais ou científicas realizadas no passado sobre um determinado assunto, tema ou problema que possa ser estudado. (LAKATOS; MARKONI, 2001; CERVO; BERVIAN, 2002).</p>	<p>Análise de conteúdo (AC) e Triangulação de dados</p> <p>"A análise de conteúdo é entendida como um conjunto de técnicas de “análise das comunicações, que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitem as inferências de conhecimentos relativos de condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens” (BARDIN, 2011).</p>

Fonte: Adaptado de Robaina *et al.*, 2021.



Como técnica para coleta de dados, serão utilizados o questionário 1 - questionário sócio ambiental, questionário 2 - questionário diagnóstico, questionário 3 e 4 - questionários de verificação de aprendizagem e a pesquisa bibliográfica.

A pesquisa bibliográfica, considerada uma fonte de coleta de dados secundária, pode ser definida como: contribuições culturais ou científicas realizadas no passado sobre um determinado assunto, tema ou problema que possa ser estudado (LAKATOS; MARCONI, 2001; CERVO; BERVIAN, 2002). Para Lakatos e Marconi (2001, p. 183), a pesquisa bibliográfica,

[...] abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema estudado, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, materiais cartográficos, etc. [...] e sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto [...].

O questionário é um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito pelo informante, sem a presença do pesquisador e objetiva levantar opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas. O questionário requer a observância de normas precisas, a fim de aumentar sua eficácia e validade. Em sua organização, devem-se levar em conta os tipos, a ordem, os grupos de perguntas, sua formulação, além de tudo aquilo que se sabe sobre percepção, estereótipos, mecanismos de defesa, liderança etc. (GERHALTD; SILVEIRA, 2009).

Ainda segundo Cervo e Bervian (2002, p. 48), o questionário “[...] refere-se a um meio de obter respostas às questões por uma fórmula que o próprio informante preenche”. Ele pode conter perguntas abertas e/ou fechadas. As abertas possibilitam respostas mais ricas e variadas e as fechadas maior facilidade na tabulação e análise dos dados.

A análise dos resultados será fundamentada na análise de conteúdo e na triangulação de dados.

Segundo Bardin (1977) conceitua análise de conteúdo como: Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo de mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens.

Também será utilizada para análise a triangulação de dados, pois segundo Tuzzo e Braga (2016) parece ser uma abordagem que se sustenta e faz sentido à medida que oferece ao pesquisador olhares múltiplos e diferentes do mesmo lugar de fala. O todo e as partes são focos determinantes neste modelo de triangulação.

Para a realização do trabalho, será aplicada uma série de oficinas teórico/práticas sobre ciclos biogeoquímicos que abranjam, de forma sistêmica, conceitos e relações fundamentais para o desenvolvimento de uma Educação Ambiental Crítica.

As Práticas pedagógicas mencionadas foram realizadas através de oficinas teórico-práticas em duas turmas do 6º ano, do Ensino Fundamental de uma escola estadual do município de Viamão, somando 63 alunos no total. Foram realizados seis encontros no período de outubro de 2021 a novembro de 2021, totalizando seis semanas. Essas oficinas ocorreram em períodos extra curriculares no mesmo turno das aulas.

Antes de realizar a coleta de dados foi distribuído um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) onde os alunos e seus responsáveis puderam obter mais informações a respeito da pesquisa, seus objetivos e duração, além de esclarecer questões como o sigilo, que foi respeitado durante todo o processo da pesquisa.

Esta realizou-se durante os anos de 2020 e 2022 e a coleta de dados deu-se entre os anos de 2020 e 2021. O público-alvo foram estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola estadual da cidade de Viamão (RS). As turmas referidas foram escolhidas pelo autor consideradas as que melhor atendiam aos objetivos da pesquisa.

## 5.1 DESCRIÇÃO DAS OFICINAS TEÓRICO-PRÁTICAS

No primeiro encontro foi constituída uma roda de discussão em grupo com a intenção de observar o conhecimento prévio dos alunos e levantar dúvidas por meio da aplicação de um questionário diagnóstico sócio ambiental para caracterizar a relação e o entendimento dos alunos com o meio ambiente em que vivem, e também um “questionário inicial” para verificação dos conceitos prévios dos alunos acerca dos temas tratados. Para verificação das aprendizagens elaboradas na atividade proposta e realizada, foi utilizado outro questionário, denominado de “questionário final” para verificar o conhecimento adquirido pelos alunos que participaram das oficinas teórico-práticas.

No segundo encontro foram abordados temas relacionados a problemas ambientais a nível geral como aquecimento global, efeito estufa, mudanças climáticas e como esses problemas podem interferir no planeta e na vida das pessoas relacionando os conceitos dos principais ciclos biogeoquímicos nesses processos. Nesse encontro foi distribuído um texto com o título Aquecimento global retirado do *site* Mundo Educação<sup>1</sup> e com a finalidade de leitura e aprofundamento teórico sobre o assunto e proporcionar uma discussão através das dúvidas. Posteriormente foi apresentado um vídeo sobre aquecimento global retirado do *youtube* canal “Nerdologia”<sup>2</sup>.

Figura 1 - Imagem do primeiro encontro das oficinas teórico-práticas



Fonte: autor, 2022.

Figura 2 - Imagem do segundo encontro das oficinas teórico-práticas



Fonte: autor, 2022.

<sup>1</sup> Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/aquecimento-global.htm>

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8sovsUzYZFM>

No terceiro encontro foi abordado Problemas ambientais relacionados às condições climáticas no Brasil como as enchentes e secas em algumas regiões e queimadas na Amazônia e Pantanal. Nesse encontro foi distribuído o texto “Queimadas na Amazônia e Rios voadores” com a finalidade de discussão sobre as consequências e relações entre as queimadas e as alterações no clima mais específicas no Brasil. Ao longo da explicação foram abordados os ciclos biogeoquímicos e sua relação com esses fenômenos. Após, foram apresentados o vídeo “Rios Voadores”<sup>3</sup> e “Queimadas na Amazônia”<sup>4</sup> retirados do *youtube* canal Globo Ecologia e “Atila Iamarino” respectivamente.

Figura 3 - Imagem do terceiro encontro das oficinas teórico-práticas



Fonte: autor, 2022.

No quarto encontro foram abordados problemas ambientais encontrados nas cidades como poluição da água e depósitos irregulares de lixo sólido. Nesse encontro foi distribuído para leitura em grupos o texto “Queimadas de Lixo” retirado do *site* Mundo Educação.

No quinto encontro foi realizada uma saída de campo e estudos na comunidade do entorno da escola a fim de identificar problemas ambientais e como esses problemas podem interferir na vida das pessoas. A atividade foi registrada em fotografias.

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=F6NYhdZwXr8>

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uhX2bhrDyxk>

Figura 4 - Imagem do quinto encontro das oficinas teórico-práticas



Fonte: autor, 2022.

Figura 5 - Imagem do quinto encontro das oficinas teórico-práticas



Fonte: autor, 2022.

No sexto encontro, foi proposta uma pesquisa mais aprofundada sobre os ciclos biogeoquímicos e seus resultados foram demonstrados sob a forma de painéis e cartilhas. Estas produções foram analisadas para ajudar a responder o objetivo específico “d” desta pesquisa.



Figura 6 - Imagem do sexto encontro das oficinas teórico-práticas



Fonte: autor, 2022.

A partir destes dados apresentados anteriormente, foi escolhido para a realização da análise dos resultados a técnica de Análise de Conteúdo (AC) e a Triangulação dos Dados.

## 5.2 ANÁLISE DE CONTEÚDOS (AC)

Os dados produzidos foram analisados a partir da aplicação de um conjunto de técnicas conforme a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Ela pode ser definida como:

Um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a discursos diversificados. O fator comum destas técnicas múltiplas e multiplicadas [...] é uma hermenêutica controlada, baseada na educação: a inferência. Enquanto esforço de interpretação, a análise de conteúdo oscila entre os dois polos do rigor da objetividade e da fecundidade da subjetividade. (BARDIN, 2011, p. 15).

A análise de conteúdo segue três etapas cronológicas fundamentais: 1) pré-análise, 2) exploração do material e 3) tratamento dos Resultados (BARDIN, 2011).

Na primeira etapa, a pré-análise, se realiza a leitura geral dos documentos pertinentes, com a finalidade de conhecer o contexto, a realidade, hipóteses, objetivos e indicadores para fundamentar a interpretação dos dados (BARDIN, 2011). Esta é a etapa que representa a organização do material, na qual as ideias iniciais são estruturadas e um cronograma de ações a serem realizadas é definido. Portanto, realiza-se uma leitura intensa, num esforço de ordenação das informações que

constituirão o corpus dessa pesquisa, observando as chamadas normas de validade tais como a exaustividade, a representatividade e a pertinência (BARDIN, 2011).

Na segunda etapa, a exploração do material, o material selecionado é codificado e categorizado, especificando os indicadores e critérios que serão utilizados para organizar e analisar os dados. Portanto, nessa etapa ocorre a definição de categorias para posterior registro e organização dos dados.

Na terceira etapa, o tratamento dos resultados, inferência e interpretação, é realizado a exploração e agrupamento em categorias das informações coletadas, agrupando as mesmas em categorias, identificando o que de há similar, permitindo assim realizar o tratamento dos dados, agrupando as informações coletadas. A interpretação dos resultados ocorre através da realização de inferências dos dados brutos, coletados de maneira que sejam replicáveis e válidas para o contexto da pesquisa. A partir do momento em que o pesquisador evidencia resultados significativos e válidos, é possível inferir interpretações que visem responder os objetivos traçados, bem como a comprovação da hipótese levantada. Em paralelo à possibilidade de comprovação das ideias prévias à análise, é possível descobrir elementos não esperados que, comprovando ou negando a hipótese inicial, contribuam com o processo analítico (ROBAINA *et al.*, 2021).

### 5.3 TRIANGULAÇÃO NA ANÁLISE DE DADOS

Uma das técnicas aplicadas para a interpretação dos dados qualitativos baseia-se na triangulação dos dados. O conceito de triangulação, é apresentada por Azevedo *et al.* (2013) como um método de analisar o mesmo fenômeno, ou questão de pesquisa a partir de mais de uma fonte de dados.

A triangulação significa olhar para o mesmo fenômeno definindo o sujeito e o objeto, definindo três vértices e três níveis de investigação que conduzirão a resultados. Estes resultados poderão produzir outros três níveis de investigação, gerando um processo de averiguação que pode ter começo, meio e fim em si próprio, ou começar novas pesquisas. Nesse sentido, Günther (2006) explica que a utilização de abordagens múltiplas é utilizada com intuito de evitar distorções em função de um método, de uma teoria ou de um pesquisador (ROBAINA *et al.*, 2021).

Quadro 6 - Resultados da pesquisa

<b>Objetivos</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Técnica de análise</b>	<b>Produto</b>
a) Revisão bibliográfica dos principais unitermos que fazem parte desta dissertação.	Pesquisa sobre a relação dos temas Pensamento Sistêmico, Educação Ambiental crítica e Ciclos Biogeoquímicos	Pesquisa tendo como referência quatro bases de dados: ENPEC, REMEA e BDTD e Google Acadêmico entre 2010 e 2020,	Triangulação de dados.	Artigo 1 Abordagem Sistêmica dos Ciclos Biogeoquímicos como estratégia para o desenvolvimento da Educação Ambiental Crítica.
b) Identificar através de um questionário sócio ambiental a percepção dos alunos sobre as condições de vida e a relação com o ambiente em que vivem.	Aplicação de um questionário semiestruturado.	Questionário semiestruturado	Triangulação de dados.	Artigo 2 sendo elaborado a partir dos dados obtidos nesta pesquisa
c) Identificar através de dois questionários as concepções prévias dos alunos acerca dos ciclos biogeoquímicos aos fenômenos do efeito estufa, aquecimento global e as queimadas no ambiente urbano.	Questionário Escala Likert	Questionário	Triangulação de dados.	Artigo 2 sendo elaborado a partir dos dados obtidos nesta pesquisa
d) Identificar através de dois questionários sendo o primeiro relacionado aos problemas ambientais globais (aquecimento global, efeito estufa, mudanças climáticas) e o segundo relacionado com problemas ambientais locais (queimadas urbanas) após a aplicação de oficinas pedagógicas.	Aplicação de um questionário aberto sobre as relações entre as queimadas na região amazônica e os problemas ambientais e um questionário sobre as relações entre as queimadas urbanas e os problemas ambientais.	Questionário aberto	Análise de conteúdo	Artigo 3 A ser elaborado partir dos dados obtidos nesta pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.



## 6. ANÁLISE DE DADOS

Após a coleta dos dados as informações foram analisadas utilizando um questionário aberto para o diagnóstico sócio ambiental e um questionário Escala Likert para a percepção ambiental dos alunos.

### 6.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS ABERTOS SOBRE CONDIÇÕES SÓCIO AMBIENTAIS

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) (1950), entende-se por saneamento básico o controle de todos os fatores do meio físico que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social. Dessa forma, a relação entre saúde e saneamento se dá por este último higienizar o ambiente, atuando na prevenção de doenças que podem proliferar-se com dejetos, lixo, contaminação da água, entre outros (HELLER, 1998). Conforme Eberhardt *et al.*, 2007, p. 57).

A Organização Mundial de Saúde estima que 25 milhões de pessoas no mundo morrem por ano devido a doenças transmitidas pela água, como cólera e diarreia. Assim, o saneamento básico, compreendendo os serviços de abastecimento de água, esgoto sanitário, limpeza pública e coleta de lixo, desempenha importante papel tanto na conservação ambiental quanto no bem-estar social das comunidades humanas. Esses serviços, quando prestados com eficiência, contribuem para promover e garantir as condições ambientais necessárias à qualidade de vida e à saúde da população.

O projeto de desenvolvimento tal como concebido pelas sociedades ocidentais não produziu os benefícios previstos nas condições de vida das pessoas, contribuindo para o crescimento da pobreza e exclusão social, aumentando as desigualdades e a degradação do meio ambiente, incidindo mais diretamente ao nível do cotidiano e da família, sobre mulheres e crianças (RAMALHO, 1999).

É preciso refletir sobre a desigualdade e sua consequência nas condições de ensino e nos resultados educacionais. Nesse sentido, esta perspectiva converge com as ideias de Paulo Freire, que idealiza a educação como ferramenta libertadora e não apenas multiplicadora. Assim, a temática social é fundamental para a educação e consequentemente para o ensino de ciências, conforme afirma Freire (1979, p. 21):

[...] é preciso que a educação esteja – em seu conteúdo, em seus programas e em seus métodos – adaptada ao fim que se persegue: permitir ao homem chegar a ser sujeito, construir-se como pessoa, transformar o mundo, estabelecer com os outros homens relações de reciprocidade, fazer a cultura e a história.

Conforme Meller (2002), uma das formas de auxiliar as pessoas na compreensão das inter-relações existentes entre diversos aspectos do ambiente e das atividades socioculturais é a realização de um diagnóstico ambiental. Um dos seus principais objetivos é constatar os efeitos da interferência do ser humano no ambiente, comparando a situação atual com a de épocas anteriores.

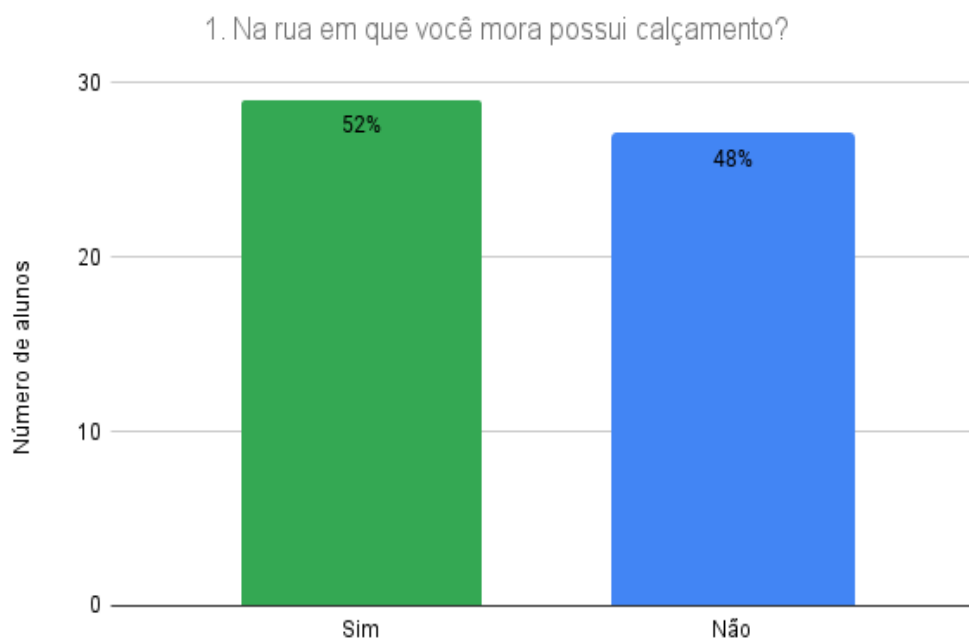
Uma análise desses problemas requer uma visão holística do espaço urbano para entender o construído e, a partir deste elemento, estabelecer as inter-relações entre o espaço construído com o espaço natural e o social. Trata-se portanto de compreender as inter-relações vinculadas com a construção social do espaço que não é totalmente físico nem totalmente social. Há necessidade de se apreender como se estabelecem certas interações, a fim de que a espécie humana influí favoravelmente sobre o meio ambiente (RAMALHO, 1999).

A técnica utilizada para análise dos dados foi a triangulação de dados. A triangulação na coleta de dados é utilizada para confrontar a informação recebida por uma fonte de pesquisa com outras, auxiliando no resultado da pesquisa. Yin (2005, p. 123) define tecnicamente este tipo de pesquisa como uma investigação que “baseia-se em várias fontes de evidências, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo”.

### **6.1.1 Questionário 1. Questionário socioambiental**

Conforme Meller (2002), uma das formas de auxiliar as pessoas na compreensão das inter-relações existentes entre diversos aspectos do ambiente e das atividades socioculturais é a realização de um diagnóstico ambiental. Um dos seus principais objetivos é constatar os efeitos da interferência do ser humano no ambiente, comparando a situação atual com a de épocas anteriores.

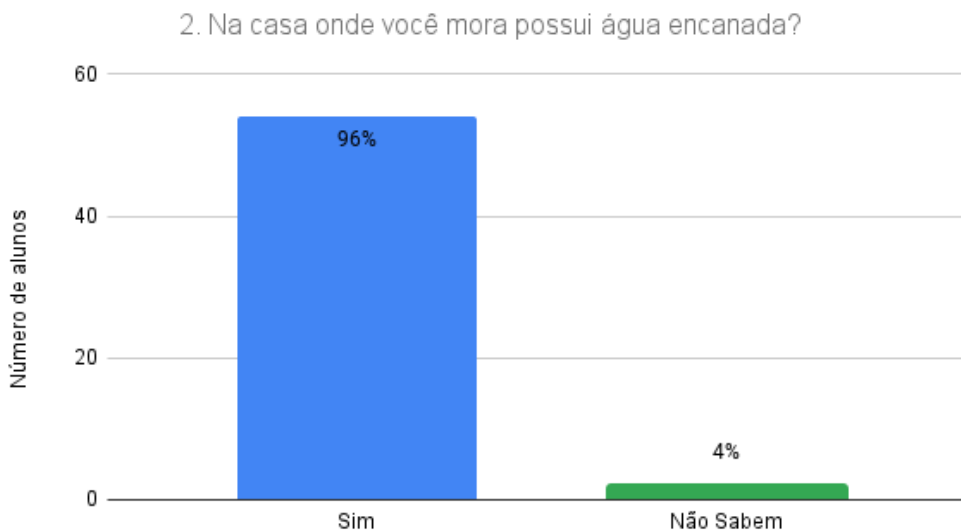
Gráfico 1 - Questão 1. Na rua em que você mora possui calçamento?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão na qual se buscou saber se na rua em que moram possui calçamento as respostas foram agrupadas em duas categorias, 52% dos alunos responderam que nas ruas em que moram possuem calçamento (pedra ou asfalto) enquanto 48% disseram que a rua em que moram não possui nenhum tipo de calçamento. Segundo IBGE (2010) 30,5% de urbanização de vias públicas com urbanização adequada (RGI 8º de 24) (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). População exposta ao risco sem resultado (IBGE, 2010).

Gráfico 2 - Questão 2. Na casa onde você mora possui água encanada?

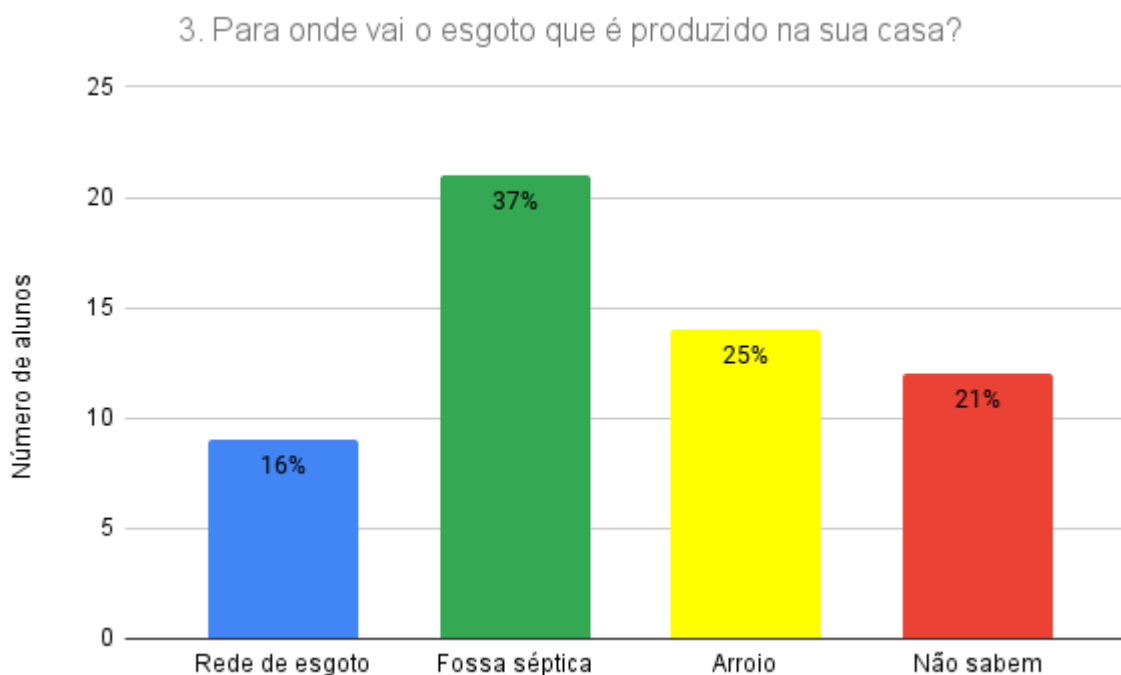


Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Para o questionamento se possuem água encanada em casa as respostas foram, 96% dos alunos responderam que possuem água encanada e 4% responderam que não sabem. Segundo IBGE (2010) 94,13% dos domicílios possuem água com canalização interna em pelo menos um cômodo. Segundo Ferreira, Castilho Junior e Souza (2017, p. 396):

O lançamento de resíduos industriais e/ou domésticos indiscriminadamente nos cursos d'água, como forma de destino final, poderá ocorrer assoreamento além do aumento da turbidez e variação do gradiente de temperatura, acarretando a quebra do ciclo vital das espécies, tornando a água biologicamente estéril. O lançamento de despejos industriais com temperatura elevada afeta a sobrevivência de algumas espécies da fauna e flora aquática, visto que a vida destas espécies só pode existir dentro de um gradiente relativamente pequeno de temperatura.

Gráfico 3 - Questão 3. Para onde vai o esgoto que é produzido na sua casa?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

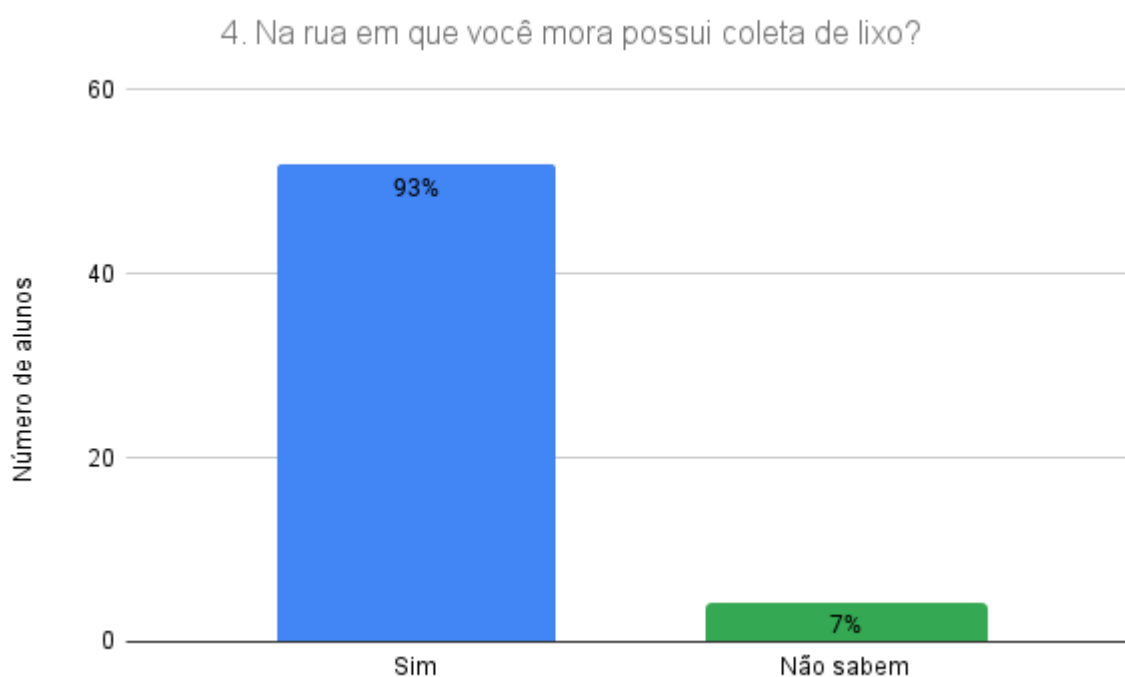
Na questão referente se os alunos sabem o destino do esgoto produzido nas suas residências as respostas foram agrupadas em quatro categorias, 16% dos alunos responderam que o destino do esgoto da residência em que mora está conectada à rede de esgoto, 37% responderam que o esgoto vai para fossa séptica no próprio terreno, 25% responderam que o esgoto é canalizado para o Arroio e 21% responderam que não sabem. Neste item parece o mais problemático em vista de que não parece muito claro que tipo de fossa séptica existe nas residências e o número elevado de residências que enviam diretamente o esgoto para o Arroio. Evidencia-se tanto o descaso com o meio ambiente quanto a falta de conhecimento sobre os riscos à saúde de tais procedimentos. Agrega-se a isso também muitas residências situadas em áreas irregulares. Segundo o Ministério das Cidades (2020), o índice de coleta de esgoto é de 4,19% e o índice de tratamento de esgoto é de 33,42% no país.

Segundo Prado *et al.* (2001) as infecções parasitárias estão entre as mais disseminadas desordens que afetam crianças em idade escolar que vivem em áreas pobres de grandes centros urbanos. A consequência dessas desordens é a tendência a comprometer o comportamento e a função cognitiva das crianças, principalmente

quanto à capacidade de atenção e concentração, que afetam o rendimento escolar e dificultam o aprendizado (ARAÚJO; SASTRE, 2009; KUNZ *et al.*, 2006).

[...] é relevante que, além do uso adequado e racional do sistema de saneamento, os sujeitos possam compreender as dimensões políticas, ambientais, socioeconômicas, culturais e tecnológicas que entram ou promovem o desenvolvimento das intervenções nesse campo. Nesse contexto, o saneamento se configura como tema gerador nos processos de Educação Ambiental, pois envolve problemáticas indissociáveis nos âmbitos da saúde, do meio ambiente, das questões políticas e sociais que, consideradas as complexidades envolvidas, solicita uma abordagem integrada da realidade. (BRASIL, 2014, p.11).

Gráfico 4 - Questão 4. Na rua em que você mora possui coleta de lixo?



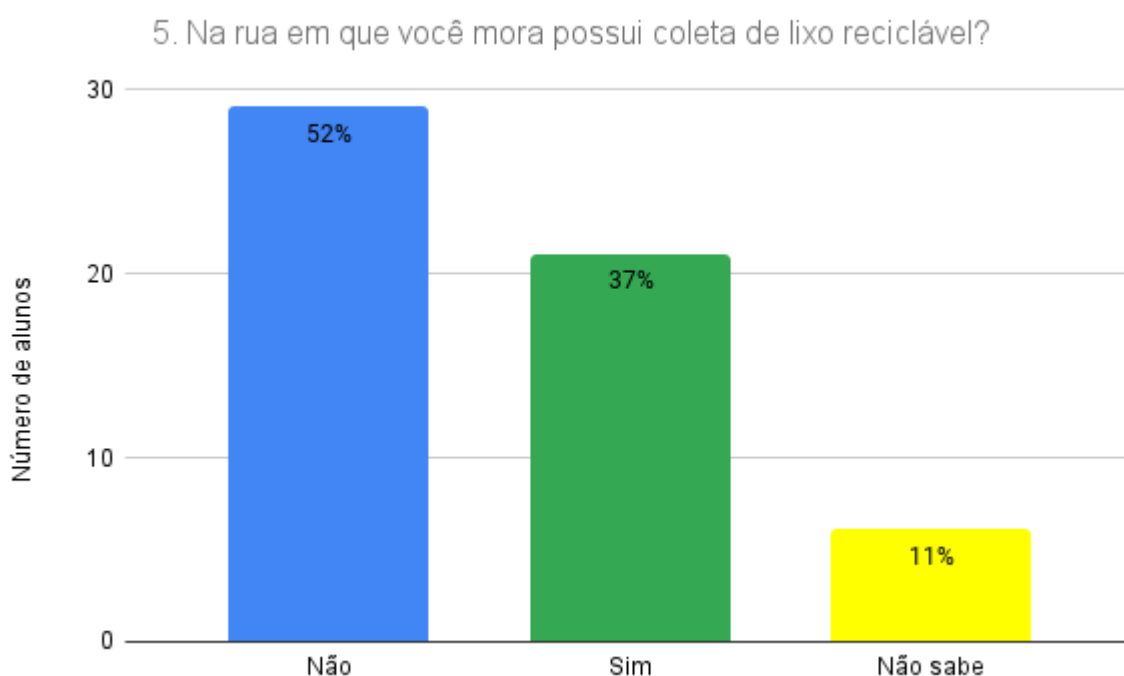
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Para o questionamento relacionado a se na rua em que moram possuem coleta de lixo, 93% dos alunos responderam que a rua onde moram possui coleta de lixo, e 7% responderam que não sabem. Pelo resultado do questionário e dados da secretaria de infraestrutura urbana a cidade possui uma boa cobertura da coleta de lixo, porém observa-se que existem áreas desocupadas que ainda servem como depósito de lixo e entulhos de forma irregular. O descaso com o meio ambiente e a baixa renda da população que inviabiliza a contratação de *containers* pode ser

considerados os fatores principais para essa prática, utilizando-se da cultura da carroça para destinação do entulho e lixo.

No Brasil, grande parte dos problemas sociais, vinculados à falta de infraestrutura de saneamento básico e a disposição inadequada de resíduos sólidos, além de poluir a água, o ar e o solo, propicia a catação de lixo nos locais altamente contaminados, como os lixões (NASCIMENTO *et al.*, 2006).

Gráfico 5 - Questão 5. Na rua em que você mora possui coleta de lixo reciclável?



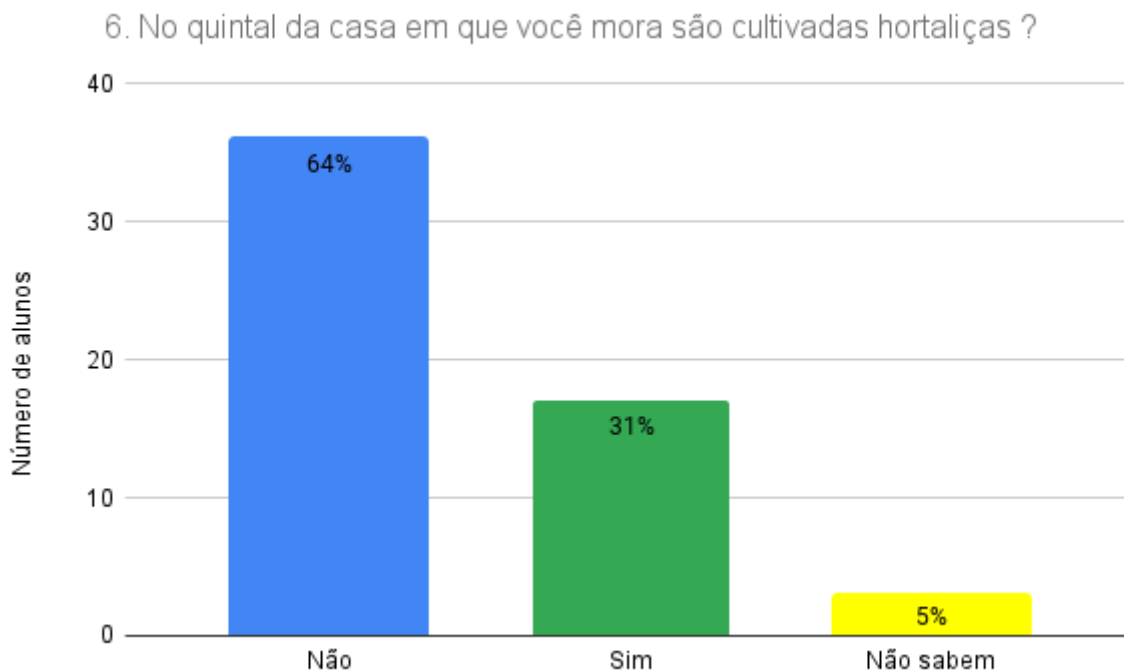
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão na qual se buscou saber se os alunos possuem coleta de lixo reciclável as respostas foram agrupadas em três categorias, 52% dos alunos responderam que na rua onde moram não possui coleta de lixo reciclável, 37% responderam que possui e 11% responderam que não sabem.

Os fenômenos naturais: vendavais, terremotos e inundações, além de atividades humanas de disposição de resíduos sólidos, agropecuárias, acidentes no transporte de cargas, dentre muitas outras, alteram as características dos elementos naturais, ou seja, suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Quando o homem explora os recursos da terra e não os utiliza ou recicla, o meio ambiente é poluído. A

poluição impede que os ciclos naturais se realizem apropriadamente (BARROS *et al.*, 1995).

Gráfico 6 - Questão 6. No quintal da casa em que você mora são cultivadas hortaliças?



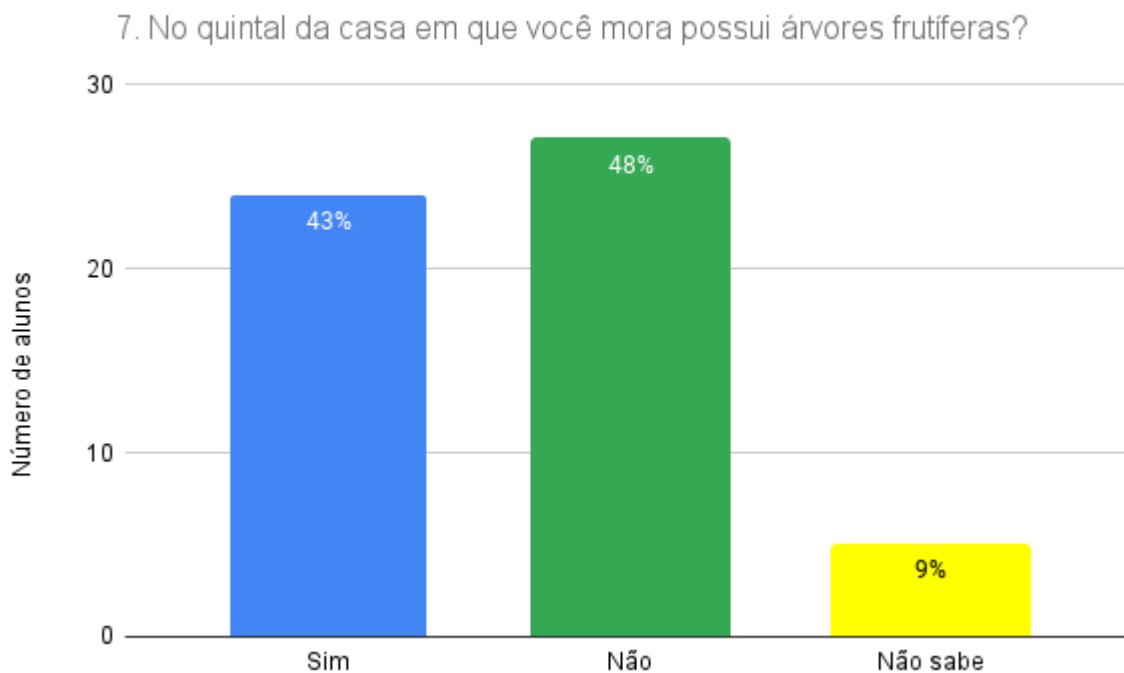
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão referente se os alunos possuem hortaliças cultivadas no quintal de suas casas as respostas foram agrupadas em três categorias, 64% dos alunos responderam que não são cultivadas hortaliças no quintal da casa onde moram, 31 % responderam que são cultivadas e 5 % responderam que não sabem.

A saúde está diretamente ligada às condições alimentares e ambientais e, no contexto de comunidades da periferia, os níveis de doença intensificam-se Agricultura Urbana diante da pouca disponibilidade e da baixa qualidade dos alimentos e da vulnerabilidade das pessoas expostas a agentes externos. Geralmente, boa parte de quintais domésticos e terrenos baldios são destinados ao acúmulo de lixo e entulho. A limpeza dessas áreas e sua utilização para plantio e outras formas de produção proporcionam melhoria considerável ao ambiente local, diminuindo a proliferação de vetores das principais doenças, como roedores e insetos (MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. T, 2002, p. 9).



Gráfico 7 - Questão 7. No quintal da casa em que você mora possui árvores frutíferas?



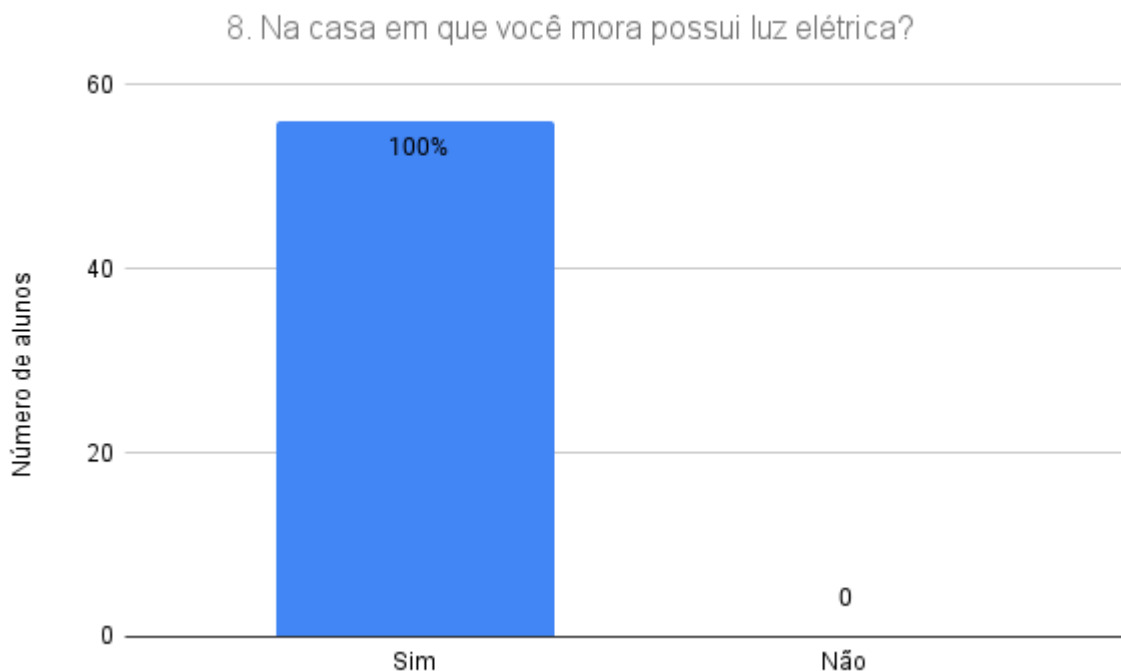
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Em relação à questão se os alunos possuem árvores frutíferas no quintal da casa as respostas foram agrupadas em três categorias, 43% dos alunos responderam que possuem árvores frutíferas no quintal da casa onde moram, 48% responderam que não possuem e 9% responderam que não sabem.

Nos grandes centros urbanos as árvores são de caráter indispensável para a manutenção da qualidade de vida, pois proporcionam inúmeros benefícios para a comunidade existente. Elas melhoram a qualidade do ar, oferecem sombra e amenizam as altas temperaturas, servem de abrigo e produzem alimentos aos animais, funcionam como barreira acústica, melhoram as condições do solo. (SOUZA; SABINO; PEREIRA, [2022], *on-line*).

A cidade de Viamão apresenta segundo o IBGE 70.8% (região geográfica imediata é a 14<sup>o</sup> de 24) de domicílios urbanos em vias públicas com arborização.

Gráfico 8 - Questão 8. Na casa em que você mora possui luz elétrica?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Para o questionamento se os alunos possuem energia elétrica nas suas residências, 100% dos alunos responderam que possuem. A energia elétrica. Dos aspectos relacionados à infraestrutura o acesso à energia elétrica foi o que demonstrou maior abrangência no questionário.

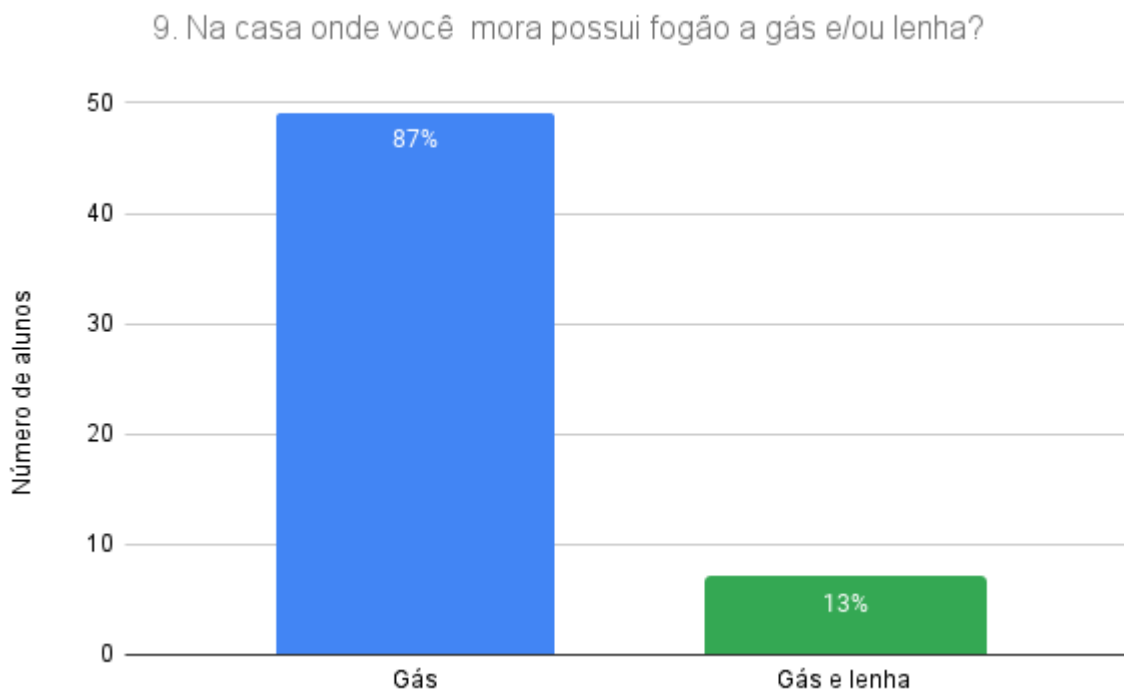
Muitas regiões do Brasil ainda sofrem com a carência de acesso à energia elétrica. Essa restrição afeta muito a qualidade de vida das pessoas, prejudicando as atividades cotidianas como trabalho e estudo. Na comunidade estudada este aspecto mostrou-se com um ótimo resultado apesar de não ser considerado a relação de consumo nem de legalidade das instalações. Outro aspecto a ser destacado é a existência de moradias em áreas devolutas ou de preservação ambiental.

O acesso à energia gera elevação dos padrões e da qualidade de vida, e se configura como conquista de cidadania. Pelo uso da energia elétrica o cidadão se apropria de seu direito à informação e se apercebe de um sentimento de integração à sociedade. A energia elétrica é um vetor de coesão social, além de ser, enquanto política social, estruturante, abrindo caminho para outras políticas de inclusão, tais como inclusão digital (CAMARGO; RIBEIRO; GUERRA, 2008, p. 23).

Essas informações são importantes pois segundo Kunz *et al.* (2006), no seu estudo sobre pobreza no Brasil. “foram escolhidos três indicadores não monetários de

qualidade do domicílio para complementar a renda na identificação dos pobres: a presença de água canalizada em pelo menos um cômodo, a existência de banheiro ou sanitário no domicílio ou na propriedade e luz elétrica no domicílio.

Gráfico 9 - Questão 9. Na casa onde você mora possui fogão a gás e/ou lenha?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

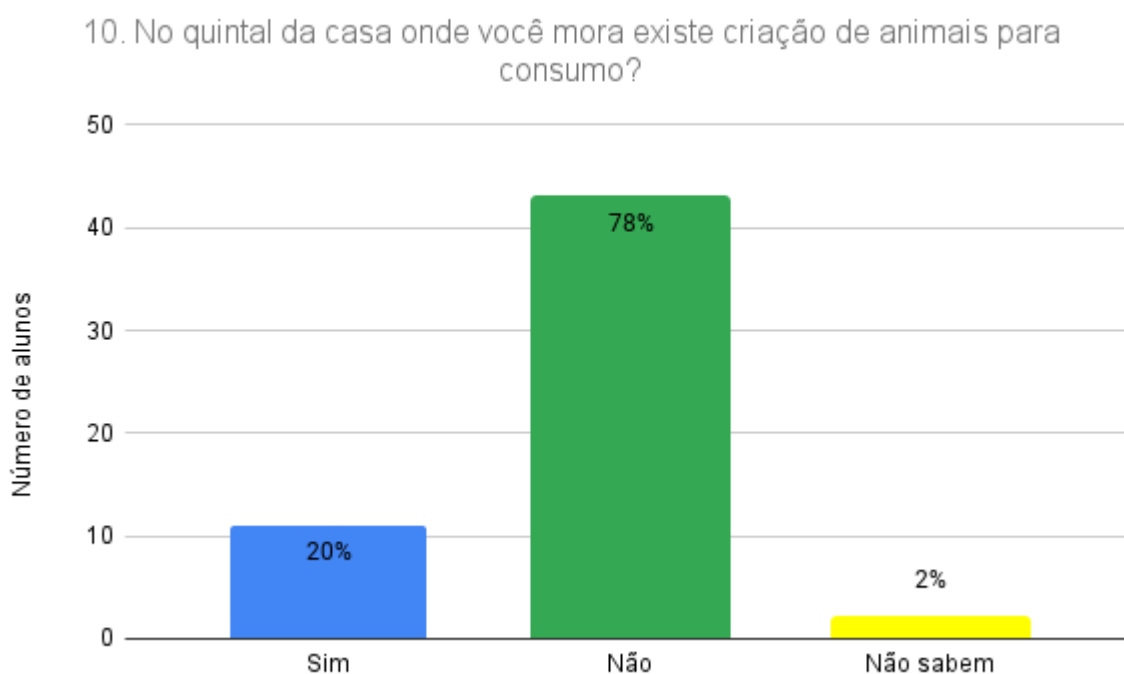
Na questão 9, 87% dos alunos responderam que possuem fogão à gás nas suas residências, 13 % responderam que possuem fogão a gás e à lenha nas suas residências, nenhuma das respostas indicou somente fogão à lenha nas suas residências.

A utilização de lenha ou madeira, no caso de ser retirada diretamente da natureza, na falta de recursos financeiros para aquisição do gás de cozinha utilizado no preparo de alimentos, pode ser um fator de pressão sobre o meio ambiente visto que a região possui manchas de mata em áreas públicas e privadas que vêm sendo reduzidas nas últimas décadas causando a redução na qualidade de vida das famílias pelo aumento do trabalho doméstico e diminuição da qualidade ambiental.

Segundo Morais (2005) tal comportamento reflete o fato de que os consumidores residenciais mais carentes de recursos são extremamente sensíveis às variações no preço do GLP e, tão logo sentem o impacto referente ao aumento de

preços, passam a tomar medidas para redução dos gastos com o combustível. Nesse tocante, podem ser visualizados dois comportamentos que demonstram esta sensibilidade: a utilização da lenha em fogões próprios para seu uso (presente em 20% do total de domicílios no Brasil) ou o uso do fogão a GLP apenas uma vez ao dia cozinhando o almoço e o jantar simultaneamente.

Gráfico 10 - Questão 10. No quintal da casa onde você mora existe criação de animais para consumo?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na pergunta 10 “no quintal da casa onde mora possui criação de animais para consumo?” 20% dos alunos responderam que possuem, 78% dos alunos responderam que não possuem e 2% responderam que não sabem.

A comunidade onde está localizada a escola apresenta algumas chácaras no seu entorno e muitos moradores são oriundos de municípios do interior do estado. Na medida em que a região vem se urbanizando, a criação de animais vem perdendo a sua importância. Apenas no caso de galinhas há alguma importância, atingindo 11% dos domicílios.

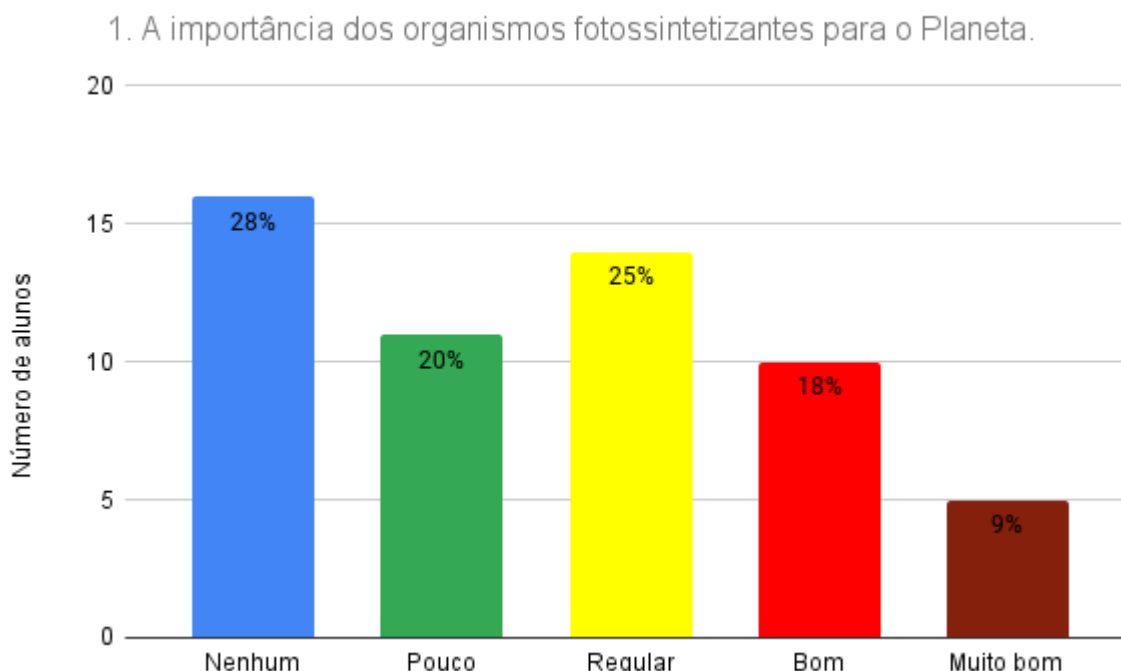
No Brasil, o termo quintal normalmente é usado para se referir ao espaço do terreno situado ao redor da casa, definido na maioria das vezes como a porção de terra próxima à residência, de fácil acesso, na qual se cultivam ou se mantêm múltiplas

espécies que fornecem parte das necessidades nutricionais da família, assim como outros produtos como lenha e plantas medicinais (BRITO; COELHO, 2000).

## 6.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO PERCEPÇÃO AMBIENTAL SOBRE O MEIO AMBIENTE EM ESCALA LIKERT

Percepção ambiental pode ser definida como sendo uma tomada de consciência do ambiente pelo homem, ou seja, o ato de perceber o ambiente que se está inserido, aprendendo a proteger e a cuidar do mesmo. Cada indivíduo percebe, reage e responde diferentemente às ações sobre o ambiente em que vive. As respostas ou manifestações daí decorrentes são resultado das percepções (individuais e coletivas), dos processos cognitivos, julgamentos e expectativas de cada pessoa (FAGGIONATO, 2004).

Gráfico 11 - Questão 1. Qual a importância dos organismos fotossintetizantes para o planeta

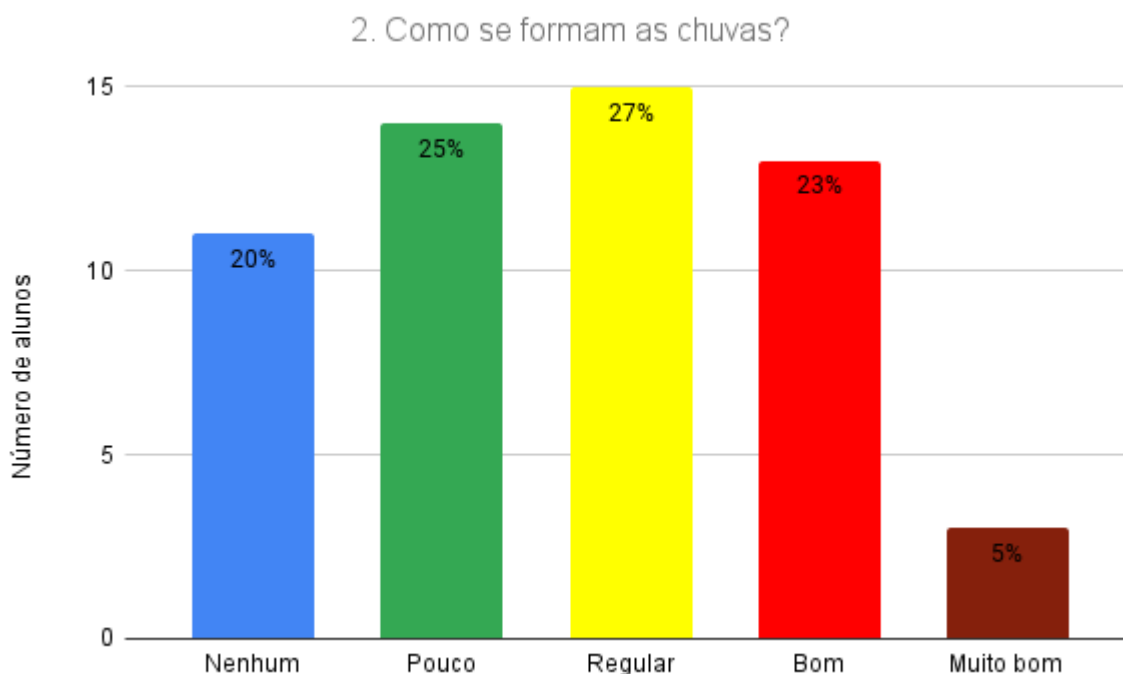


Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão “Qual o seu conhecimento sobre os organismos fotossintetizantes”, 28% dos alunos responderam que não possuem nenhum conhecimento sobre os organismos fotossintetizantes, enquanto somente 8% responderam que possuem um conhecimento muito bom. Nesta questão dois fatores podem ter influenciado nas

respostas: o primeiro em relação ao termo “fotossintetizantes” que pode caracterizar um obstáculo verbal. Segundo Bachelard (1996, p. 26), o obstáculo verbal manifesta-se quando uma “falsa explicação [é] obtida com a ajuda de uma palavra explicativa”. O termo fotossíntese é visto como obstáculo por trazer uma carga de sentido para cada indivíduo e pelo fato de ser considerada “importante” na linguagem da ciência (ALMEIDA, 2005).

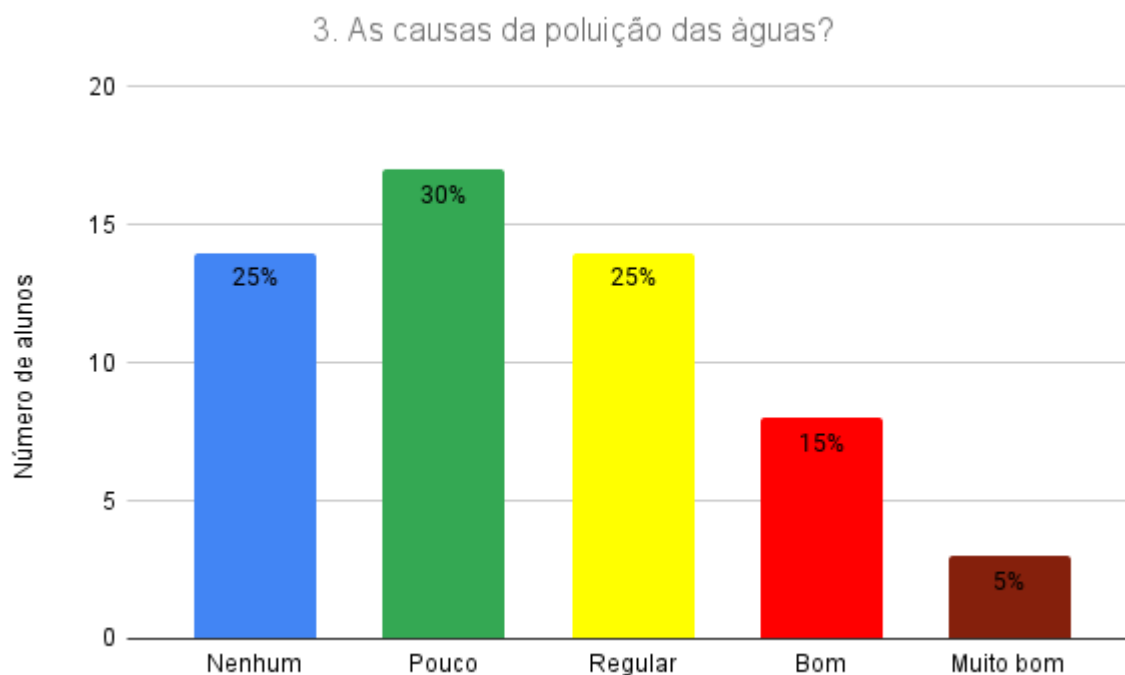
Gráfico 12 - Questão 2. Como se formam as chuvas?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão “Qual o seu conhecimento sobre como se formam as chuvas”, 27% responderam que possuem um conhecimento regular sobre o tema, enquanto 5% responderam que não possuem nenhum conhecimento sobre este assunto. Para esta pergunta houve uma distribuição relativamente uniforme nas respostas menos no item muito bom. Uma parte do ciclo da água colocado na pergunta “como se formam as chuvas”.

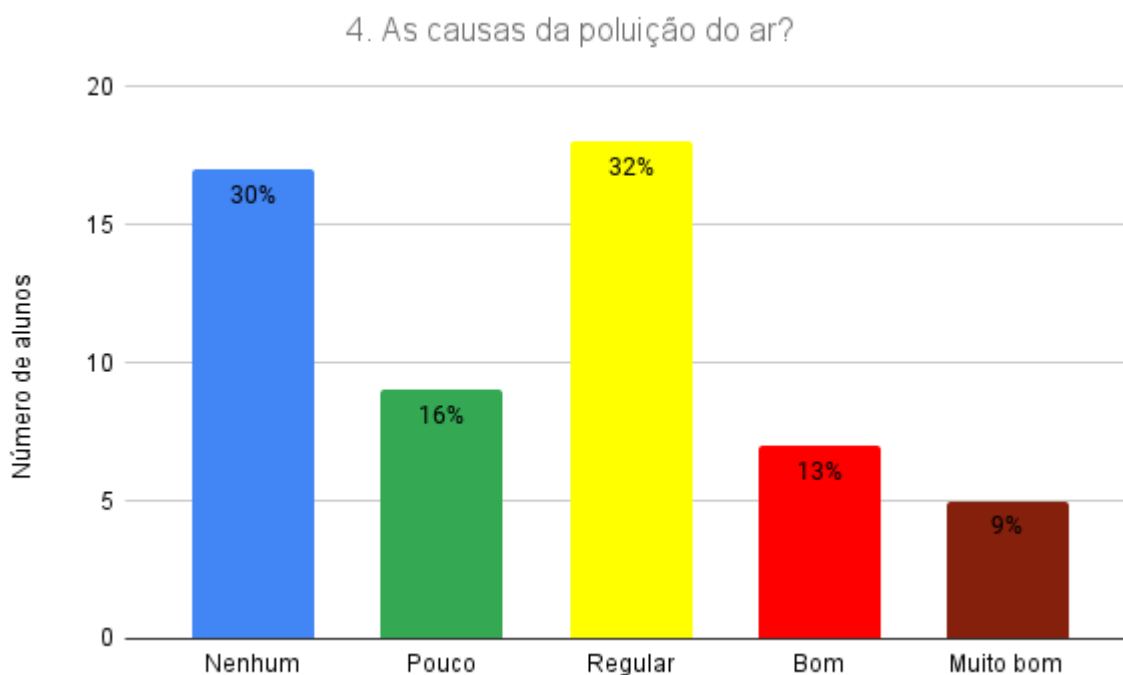
Gráfico 13 - Questão 3. As causas da poluição das águas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão “Qual o seu conhecimento sobre as causas da poluição das águas”, 30% dos alunos responderam que possuem pouco conhecimento sobre as causas da poluição das águas e 5% responderam que possuem um conhecimento muito bom sobre o tema. Apesar de entenderem que a poluição das águas é um grave problema ambiental, a maioria dos alunos respondeu que possui pouco conhecimento sobre suas causas.

Gráfico 14- Questão 4. As causas da poluição do ar?

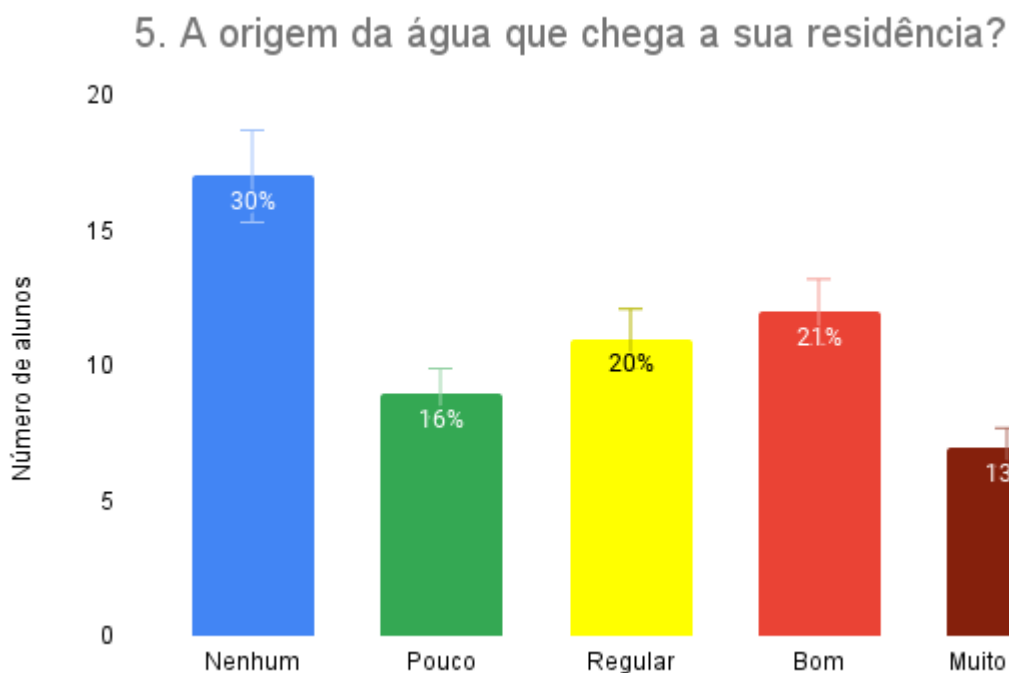


Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na Questão “Qual as causas da poluição do ar”, 32% dos alunos responderam que possuem um conhecimento regular sobre as causas da poluição do ar e 9% responderam que possuem um conhecimento muito bom sobre o tema. Nesta questão, a maioria respondeu que possui um conhecimento regular sobre o tema devido a estar relacionado com a queima de combustíveis fósseis que é um tema bastante abordado na escola e divulgado pelos meios de comunicação.



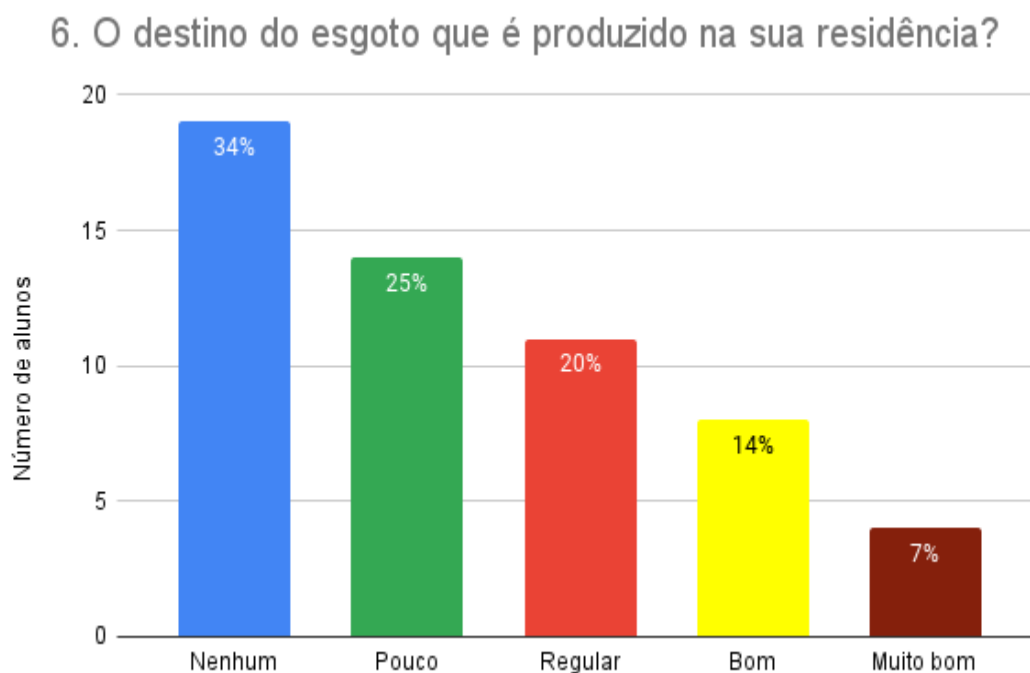
Gráfico 15 - Questão 5. A origem da água que chega a sua residência?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão “Qual a origem da água que chega a sua residência”, 30% dos alunos responderam que não possuem nenhum conhecimento sobre a origem da água que chega em sua residência e 13% responderam que possuem um conhecimento muito bom sobre o assunto. Mesmo respondendo que os alunos possuem abastecimento de água em suas casas, a maioria respondeu que não sabe a origem desta água. Percebe-se uma falta de conexão entre os temas apesar de estarem relacionados ao ciclo da água.

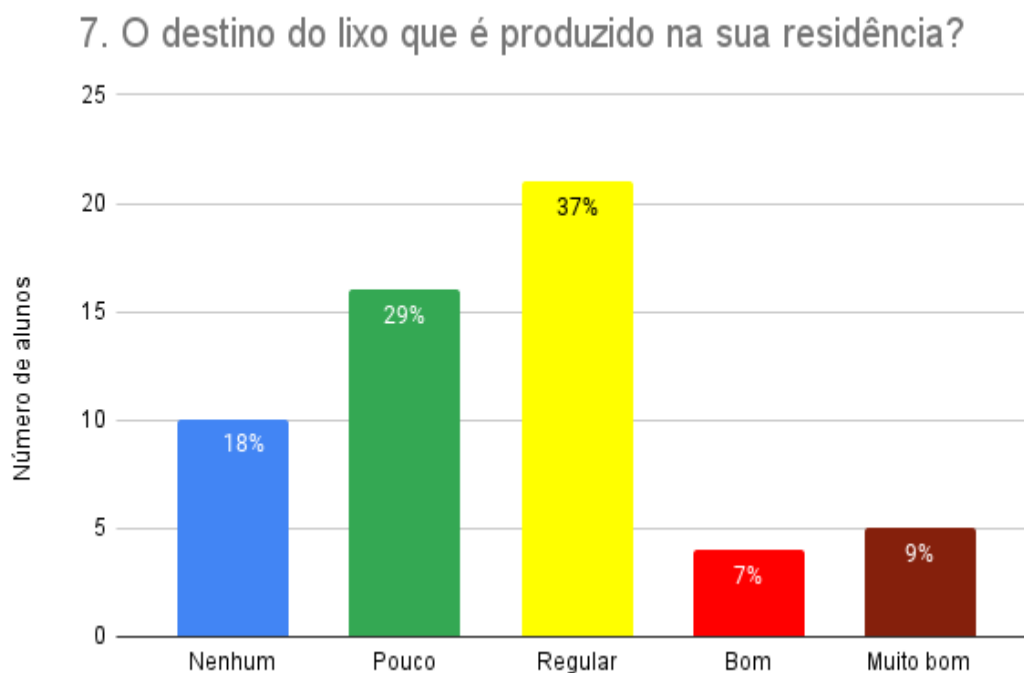
Gráfico 16 - - Questão 6. O destino do esgoto que é produzido na sua residência?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão “Qual o destino do esgoto que é produzido na sua residência”, 34% dos alunos responderam não ter nenhum conhecimento sobre o destino do esgoto que é produzido nas suas residências, enquanto 7% responderam ter um conhecimento muito bom. O fato de os alunos na sua maioria responderem que não possuem conhecimento sobre o destino do esgoto demonstra também a falta de conhecimento sobre a poluição e ciclo da água, temas que estão profundamente relacionados.

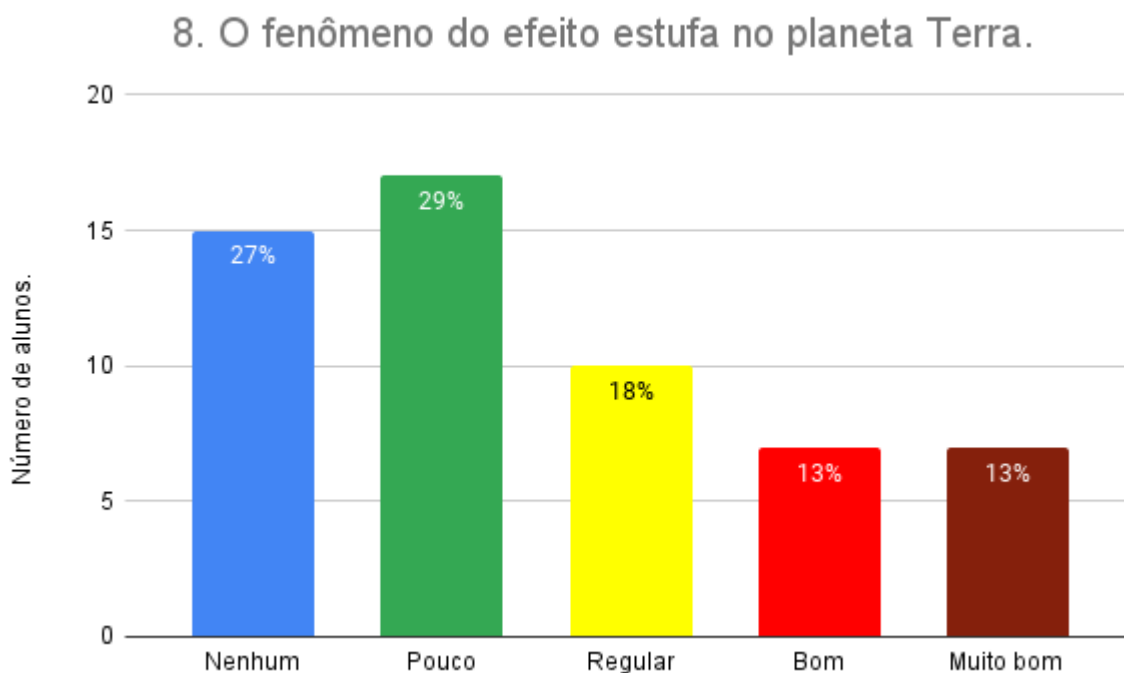
Gráfico 17 - Questão 7. O destino do lixo que é produzido na sua residência?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão “Qual o destino do lixo que é produzido na sua residência”, 37% dos alunos responderam ter um conhecimento regular sobre o destino do lixo que é produzido nas suas residências e 4% responderam ter um bom conhecimento sobre o assunto. Nesta questão observa-se um conhecimento mais relevante sobre esse tema em decorrência da informação ser mais difundida pelos órgãos públicos.

Gráfico 18 - Questão 8. O fenômeno do efeito estufa no planeta Terra?

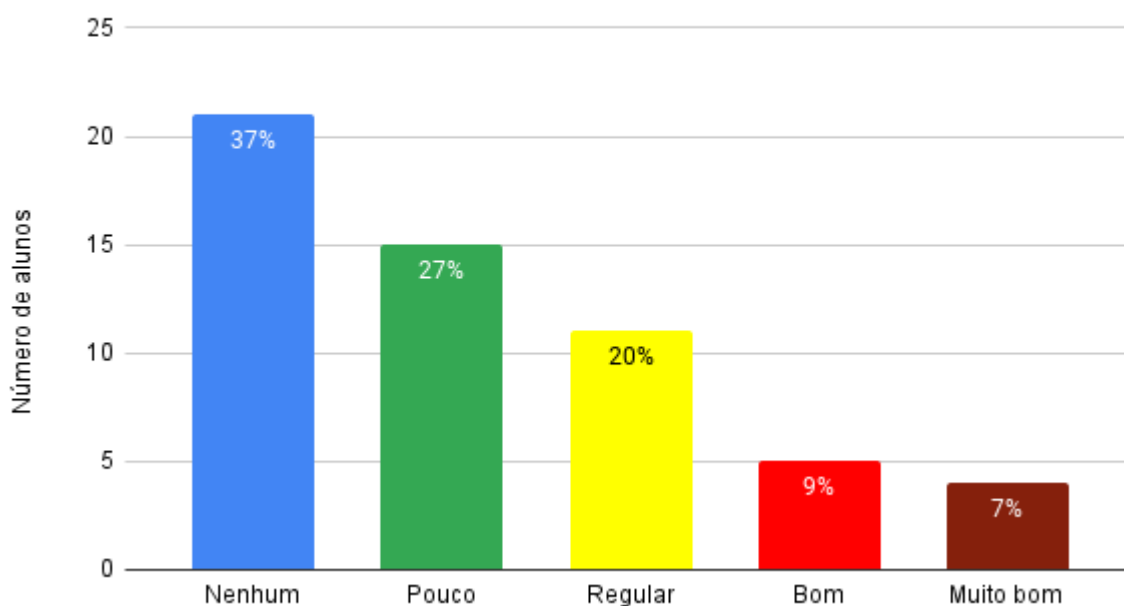


Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão “Qual o seu conhecimento sobre o efeito estufa”, 30% dos alunos responderam saber pouco sobre o fenômeno do efeito estufa, 7% responderam ter um conhecimento bom e 7% responderam também ter um conhecimento muito bom sobre o assunto. A maioria dos alunos responderam ter pouco conhecimento sobre o assunto mesmo que esse tema esteja em evidência nos veículos de comunicação nos últimos anos.

Gráfico 19 - Questão 9. O fenômeno do aquecimento global no planeta Terra?

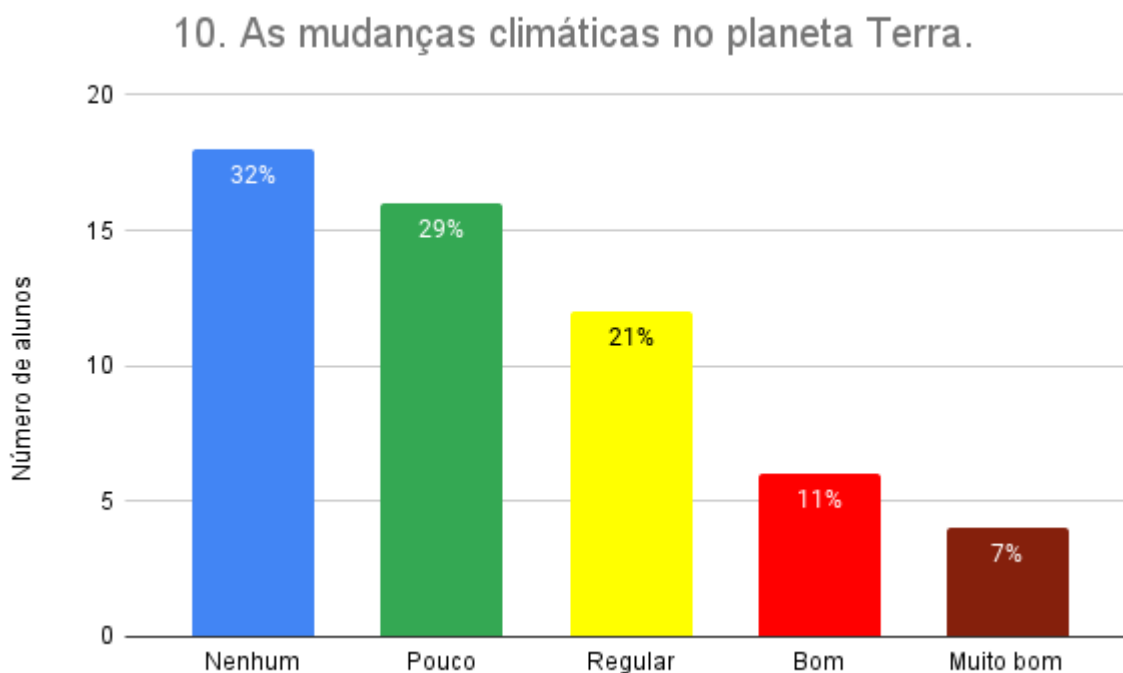
## 9. O fenômeno do aquecimento global no planeta Terra.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão “Qual o seu conhecimento sobre o aquecimento global”, 37% dos alunos responderam não ter nenhum conhecimento sobre o fenômeno do aquecimento global e 7% responderam ter um conhecimento muito bom sobre o assunto. O aquecimento global está diretamente relacionado com o efeito estufa e desta maneira os alunos também responderam em sua maioria que possuem pouco ou nenhum conhecimento sobre o tema.

Gráfico 20 - Questão 10. As mudanças climáticas no planeta Terra?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão “Qual o seu conhecimento sobre as mudanças climáticas”, 32% dos alunos responderam que não tem conhecimento nenhum sobre as mudanças climáticas no planeta e 7% responderam que possuem um conhecimento muito bom sobre o assunto. Por ser um tema muito abrangente e complexo as mudanças climáticas não são percebidas no cotidiano dos alunos.

### 6.3 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS SOBRE A COMPREENSÃO DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS RELACIONADOS AOS CBGQ

Durante as oficinas que foram ministradas, os alunos reagiram de diferentes formas, alguns fizeram perguntas, alguns responderam oralmente as indagações, e outros se dedicaram mais à escrita ou desenhos durante as oficinas, demonstrando a heterogeneidade em relação aos conhecimentos prévios e nas habilidades pessoais.

Através dos questionários foi constatado que os estudantes relacionaram alguns conceitos com mais facilidade (ciclo da água e ciclo do oxigênio) aos ciclos biogeoquímicos com problemas ambientais locais e globais. Foi observada também uma dificuldade na organização das respostas aos exercícios devido à deficiência no processo de alfabetização em decorrência do ensino remoto nos dois anos anteriores.

Essa dificuldade se refletiu no conteúdo das produções escritas onde foi possível verificar respostas extraídas integralmente dos textos trabalhados. Os estudantes que conseguiram construir uma boa resposta eram aqueles que possuíam um bom domínio da leitura e da escrita e estavam mais atentos durante as oficinas. A produção das respostas de alguns alunos apresentou dúvidas sobre as perguntas, que foi explicada e foi observado que nem todas as respostas condizem com a proposta da questão.

A grande maioria dos alunos responderam ao questionário diagnóstico sócio ambiental e também ao questionário de sondagem, mas por dificuldades no cronograma da escola um número menor de alunos respondeu aos questionários de conhecimentos adquiridos.

Quadro 7- Questionário sobre as relações entre as queimadas na região amazônica e os problemas ambientais. Respostas da questão 1

<b>1. Quais as causas do grande número de queimadas na região Amazônica?</b>			
CBGQ	Alunos	Exemplo de resposta.	Número
Carbono (C)	A1, A2, A4, A6, A10, A13.	<i>“Infelizmente na intenção de se livrar do lixo o quanto antes, faz com que as pessoas simplesmente toquem fogo nos resíduos.”</i>	6
Oxigênio (O)	A1, A2, A4, A6, A10, A13.	<i>“As pessoas queimam o lixo para se livrar o quanto antes não pensando nos outros e nem em si mesmos, pois gera muita poluição.”</i>	6
Água (H <sub>2</sub> O)			0
Nitrogênio (N)			0
Não identificado (NI)	A3, A5, A7, A8, A9, A11, A12, A14, A15, A16, A17	<i>“É considerado inofensivo para muitas pessoas”</i>	11

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão número 1, a maioria das respostas está relacionada às queimadas como na citação do aluno A1” *Infelizmente na intenção de se livrar do lixo o quanto antes, faz com que as pessoas simplesmente toquem fogo nos resíduos*”, onde se estabelece a relação da poluição do ar com o ciclo do carbono e aos incêndios que se relacionam com o consumo do oxigênio. Muitas respostas não se relacionam com a

pergunta “*É considerado inofensivo para muitas pessoas*” (A3), possivelmente por falta de compreensão da questão ou por não conseguirem relacionar os temas.

Em relação ao ciclo da água e ao ciclo do nitrogênio não houveram respostas que fizessem a relação entre as queimadas na Amazônia pela complexidade das relações com o ciclo da água e falta de conhecimento acerca do ciclo do nitrogênio.

Nesta questão verifica-se que o termo “*se livrar do lixo*” (A1) representa a falta de conhecimento sobre como a matéria se transforma no ambiente, ou seja jogando fora ou queimando esse lixo irá desaparecer sem o conhecimento que os elementos químicos irão percorrer um ciclo natural de transformação.

Quadro 8 - Questionário sobre as relações entre as queimadas na região amazônica e os problemas ambientais. Respostas da questão 2

<b>2. Quais as consequências da queima do lixo doméstico para o meio ambiente e para a saúde das pessoas?</b>			
CBGQ	Alunos	Exemplo de resposta.	Número
Carbono (C)	A1, A4, A5, A6, A7, A14, A15, A16, A17	<i>“Uma fumaça tóxica que afeta os humanos e os animais.”</i>	9
Oxigênio (O)	A1, A4, A5, A6, A7, A14	<i>“O lixo das pessoas normalmente tem plástico e depois de queimado polui o ar e pode fazer mal para nós seres humanos e para os animais.”</i>	6
Água (H <sub>2</sub> O)			0
Nitrogênio (N)			0
Não Identificado (NI)	A2, A3, A8, A9, A10, A11, A12, A13	<i>“Risco de vida de pessoas e de patrimônio”.</i>	8

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão número 2, a maioria das respostas está relacionada aos ciclos do carbono, com a citação do aluno A1 “*Uma fumaça tóxica que afeta os humanos e os animais*” pois termos relacionados a “fumaça” costumam se relacionar com “gás carbônico” embora outras substâncias tóxicas sejam produzidas no processo de combustão. Em relação ao ciclo do oxigênio com a resposta “*O lixo das pessoas normalmente tem plástico e depois de queimado polui o ar e pode fazer mal para nós seres humanos e para os animais*” (A4) o termo ar se relaciona com o oxigênio embora



existam outros gases que compõem o oxigênio. Não foi possível identificar nenhuma resposta que se relacione com o ciclo da água e com o ciclo do nitrogênio devido à complexidade de estabelecer relações nessa pergunta específica. Não foi possível identificar a associação entre a pergunta e os ciclos biogeoquímicos em oito respostas, embora sugerisse que as queimadas de lixo doméstico possam gerar problemas graves às pessoas e ao meio ambiente.

Quadro 9 - Questionário sobre as relações entre as queimadas na região amazônica e os problemas ambientais. Respostas da questão 3

<b>3. Qual a relação entre a queima de lixo doméstico e a poluição das águas?</b>			
CBGQ	Alunos	Exemplo de resposta	Número
Carbono (C)	A1, A3, A4, A5, A6, A7, A9, A14, A16	<i>“As cinzas, o gás e o lixo”.</i>	9
Oxigênio (O)	A1, A4, A5, A7, A9, A14, A16	<i>“O lixo das pessoas muitas vezes tem plásticos e quando queimados a fumaça se torna tóxica assim poluindo o ar e a água”.</i>	7
Água (H <sub>2</sub> O)	A1, A2, A3, A4, A9, A10, A12, A14, A15, A16	<i>“Os restos do lixo queimado vão entrando dentro da terra e poluem as águas subterrâneas”.</i>	10
Nitrogênio (N)			0
Não identificado.	A8, A11, A13, A14, A17.		5

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão 3 foi possível relacionar a maioria das respostas com o ciclo da água *“Os restos do lixo queimado vão entrando dentro da terra e poluem as águas subterrâneas”*, evidenciando o conhecimento de uma parte importante deste ciclo. Em relação ao ciclo do carbono foi o que o segundo ciclo que mais teve respostas relacionadas *“As cinzas, o gás e o lixo” (A1)*, como descrito anteriormente os termos usados remetem a este ciclo surgiu a palavra *“bactérias”*, que estão vinculadas ao ciclo do nitrogênio e do carbono, embora não esteja relacionado com a decomposição da matéria. No ciclo do oxigênio foram constatadas 7 respostas relacionadas a esse ciclo. *“O lixo das pessoas muitas vezes têm plásticos e quando queimados a fumaça se torna tóxica assim poluindo o ar e a água” (A4)*.

Quadro 10 - Questionário sobre as relações entre as queimadas na região amazônica e os problemas ambientais. Respostas da questão 4

<b>4. Qual a relação entre a queima de lixo doméstico e a poluição da atmosfera?</b>			
CBGQ	Respostas	Exemplos	Número
Carbono (C)	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16	<i>“As cinzas rapidamente tomam o lugar do que antes era lixo”</i>	15
Oxigênio (O)	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A10, A11, A12, A14, A15, A16	<i>“O ar fica contaminado e ruim para os humanos e animais”</i>	13
Água (H <sub>2</sub> O)			0
Nitrogênio (N)			0
Não informado (NI)	A7, A17		2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão 4 é possível verificar nas respostas a relação com o ciclo do carbono na citação *“As cinzas rapidamente tomam o lugar do que antes era lixo”* (A1), relacionando as cinzas com o elemento carbono embora, não seja o único resíduo resultante. Foram relacionadas 13 respostas ligadas ao ciclo do oxigênio *“O ar fica contaminado e ruim para os humanos e animais”* (A2). Destaca-se nesta citação a separação feita entre os seres humanos e demais organismos do reino animal. Não foi verificada citação ao ciclo do da água e do nitrogênio, embora na atmosfera também esteja presente o nitrogênio e dois alunos não responderam à questão.

Quadro 11 - Questionário sobre as relações entre as queimadas na região amazônica e os problemas ambientais. Respostas da questão 5

<b>5. O que as pessoas da comunidade podem fazer para resolver o problema da queima do lixo doméstico?</b>			
CBGQ	Alunos	Exemplo de respostas	Número
Carbono (C)	A1, A2, A7, A8, A10, A12, A13, A14, A15, A16	<i>“Podem parar de queimar o lixo, mas ainda têm muitas pessoas que não ligam para a poluição do ar”.</i>	10
Oxigênio (O)	A2, A14, A15, A16	<i>“Podem parar de queimar o lixo mas ainda têm muitas pessoas que não ligam para a poluição do ar”.</i>	4
Água (H <sub>2</sub> O)			0

Nitrogênio (N)	A14	<i>“Eu acho que para resolver isso devemos ao invés de queimar, devemos reciclar ou deixar o lixo se decompor.”</i>	1
Não informado (NI)	A2, A4, A5, A6, A9, A11,	<i>“Elas podiam parar de jogar lixo nas matas da floresta, assim a Amazônia iria agradecer.”</i>	6

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão 5 as respostas estão relacionadas ao ciclo do carbono *“Podem parar de queimar o lixo mas ainda têm muitas pessoas que não ligam para a poluição do ar”* (A1). e do oxigênio como na citação *“queima do lixo”* (A1) e *“poluição do ar”* (A1), no ciclo do nitrogênio e o carbono na citação referente a *“Eu acho que para resolver isso devemos ao invés de queimar, devemos reciclar ou deixar o lixo se decompor”* (A14). Também houveram 6 citações com pouca ou nenhuma relação como em *“parar de jogar lixo nas matas da floresta”* (A11).

Quadro 12 - Questionário sobre as relações entre as queimadas urbanas e os problemas ambientais.  
Respostas da questão 1

<b>1. Quais as causas do grande número de queimadas na região amazônica?</b>			
CBGQ	Alunos	Exemplo de resposta	Número
Carbono (C)	A2, A3, A11, A12, A13, A14, A15, A16	<i>“Com a retirada da cobertura vegetal tanto para o avanço da indústria, quanto para o avanço da agricultura, a Amazônia vem sofrendo ao longo dos anos com o aumento dos focos de incêndio”</i>	8
Oxigênio (O)	A2, A3, A11, A12, A13, A14, A15, A16	<i>“Os efeitos do desmatamento e das consequentes queimadas são muitos, as alterações da condição climática e perda da biodiversidade configuram-se como as mais preocupantes e de maior impacto na região.”</i>	8
Água (H <sub>2</sub> O)			0
Nitrogênio (N)			0
Não informado (NI)	A1, A4, A5, A6, A7, A8, A10, A17.	<i>“O calor e as vezes provocado por nós seres humanos”</i>	8

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão 1 foi possível verificar nas respostas a relação das queimadas da Amazônia com o ciclo do carbono na citação *“Com a retirada da cobertura vegetal*

tanto para o avanço da indústria, quanto para o avanço da agricultura, a Amazônia vem sofrendo ao longo dos anos com o aumento dos focos de incêndio” (A2) e do oxigênio nas citações “Os efeitos do desmatamento e das conseqüentes queimadas são muitos, as alterações da condição climática e perda da biodiversidade” (A2). E essas alterações como sendo decorrentes do desmatamento, pecuária e agricultura. Não foram verificadas referências aos ciclos da água e do nitrogênio e entre as citações que tiveram pouca relação com a questão destaca-se “O calor e as vezes provocado pelo ser humano”(A1).

Quadro 13 - Questionário sobre as relações entre as queimadas urbanas e os problemas ambientais.  
Respostas da questão 2

<b>2. Quais as conseqüências dessas queimadas para o meio ambiente e para a sociedade?</b>			
CBGQ	Alunos	Exemplo de resposta	Número
Carbono	A1, A3, A4, A6, A7, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17	<i>“As queimadas podem matar os animais e podem fazer a poluição”.</i>	14
Oxigênio			
Água	A5, A6, A7, A9, A13, A15, A17	<i>“A evaporação da água do oceano Atlântico e a transpiração das plantas da floresta amazônica formam as chuvas.”</i>	7
Nitrogênio			0
Não informado	A2, A8.	<i>“O desmatamento é necessário e está ligado ao processo das queimadas na região.”</i>	2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão 2 verificou-se nas respostas citações que relacionam as perguntas ao ciclo do carbono como na citação “As queimadas podem matar os animais e podem fazer a poluição” (A1) e ciclo da água, como na citação “A evaporação da água do oceano Atlântico e a transpiração das plantas da floresta amazônica formam as chuvas” (A5). Apesar de parte do ciclo da água estar relacionado com os seres vivos não foi possível verificar a relação das respostas com esse ciclo. As respostas evidenciam o conhecimento sobre o ciclo da água Foram verificadas 2 respostas com

pouca relação com a pergunta, como na resposta do aluno (A2) “O desmatamento é necessário e está ligado ao processo das queimadas na região”.

Quadro 14 - Questionário sobre as relações entre as queimadas urbanas e os problemas ambientais.  
Respostas da questão 3

<b>3. Qual a relação entre as queimadas da Amazônia e a seca em algumas regiões do Brasil?</b>			
CBGQ	Alunos	Exemplo de resposta	Número
Carbono	A4, A6, A7, A13, A14, A15, A17	<i>“Eu acho que como tem muito fogo nos matos, o gás tóxico vai para o país todo. Eu acho que como a fumaça é quente ele vai para as nuvens e lá fica quente daí a chuva é gelada e não chove.”</i>	7
Oxigênio			
Água	A3, A4, A5, A6, A7, A8, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A17	<i>“A falta da evaporação das águas nas árvores por falta chuva e por conta do calor.”</i>	13
Nitrogênio			
Não informado	A9, A16	<i>“Por causa do calor do sol.”</i>	2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão 3 os conceitos não ficaram claros nas respostas em relação ao ciclo do carbono, ciclo do oxigênio e ciclo da água como na citação “*Eu acho que como tem muito fogo nos matos, o gás tóxico vai para o país todo*” (A4) e na citação “*Eu acho que como a fumaça é quente ele vai para as nuvens e lá fica quente, daí a chuva é gelada e não chove*” (A3). Em relação ao ciclo da água a citação “*A falta da evaporação das águas nas árvores por falta de chuva e por conta do calor*” (A5). Não foram identificadas nenhuma resposta relacionada ao ciclo do nitrogênio e foram identificadas duas respostas com pouca relação com a pergunta, como na citação do aluno (A9) “*Por causa do calor do sol*”.

Quadro 15 - Questionário sobre as relações entre as queimadas urbanas e os problemas ambientais.  
Respostas da questão 4

<b>4. Qual a relação que existe entre o efeito estufa e o aquecimento global?</b>			
CBGQ	Alunos	Exemplo de resposta	Número
Carbono	A4, A9,	<i>“O aquecimento global é o resultado do acúmulo excessivo de gases do efeito estufa na atmosfera.”</i>	2
Oxigênio			0
Água	A4, A9, A13, A14	<i>“É causada pelas alterações nas condições de temperatura e baixa umidade”</i>	4
Nitrogênio			0
Não informado	A1, A2, A3, A5, A6, A7, A8, A10, A11, A12, A15, A16, A17	<i>“É um lugar fechado e abafado”</i>	13

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na questão 4 foi possível relacionar as respostas ao ciclo do carbono na citação *“O aquecimento global é o resultado do acúmulo excessivo de gases do efeito estufa na atmosfera” (A4)*, como causadores do aquecimento global. O ciclo da água na citação *“É causada pelas alterações nas condições de temperatura e baixa umidade” (A9)*. Não foram verificadas respostas que remetessem ao ciclo do nitrogênio e ciclo do oxigênio. Houveram 13 respostas com pouca relação com a pergunta, como na citação do aluno (A1), possivelmente por falta de entendimento dos conceitos relacionados às mudanças climáticas e sua relação com os ciclos biogeoquímicos.

Quadro 16 - Questionário sobre as relações entre as queimadas urbanas e os problemas ambientais.  
Respostas da questão 5

<b>5. Quais as consequências que o aquecimento global pode interferir na sua vida?</b>			
CBGQ	Alunos	Exemplo de respostas	Número
Carbono	A9, A10, A13, A16	<i>“Vai aquecer o planeta e aumentar a temperatura”.</i>	4

Oxigênio	A10		0
Água	A2, A3, A5, A8.	<i>“Estão o degelo, o aumento do nível dos oceanos, a desertificação, a alteração nos regimes de chuvas e inundações e a redução da biodiversidade”.</i>	4
Nitrogênio	A1, A4, A6, A7, A11, A14, A15, A17		8
Não informado			0

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Nesta questão foi possível verificar que as respostas se relacionam com o ciclo do carbono na citação “Vai aquecer o planeta e aumentar a temperatura” devido ao fato da relação existente entre o efeito estufa e o ciclo do carbono, embora não seja colocado os efeitos desse fenômeno para as pessoas. E o ciclo da água como na citação *“Estão o degelo, o aumento do nível dos oceanos, a desertificação, a alteração nos regimes de chuvas e inundações e a redução da biodiversidade”* apesar das consequências apresentadas serem a nível global. Não foi possível verificar nas respostas relações com o ciclo do oxigênio.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises dos dados foi possível constatar em relação ao objetivo “a” que o número de trabalhos sobre EAC é bem significativo demonstrando a importância da relação dos temas ambientais com as questões sociais e políticas como sendo indissociáveis para a compreensão dos fatores que afetam as decisões em relação ao meio ambiente. Em relação aos ciclos biogeoquímicos o número de trabalhos foi baixo, esse número reduzido de pesquisas pode ser explicado pelo fato do tema ser muito complexo e formado por vários elementos. Foi verificada a preferência pelo estudo de somente um ciclo biogeoquímico para os trabalhos durante a revisão bibliográfica. Na análise do unitermo pensamento sistêmico/ abordagem sistêmica também houveram poucos trabalhos encontrados nas plataformas utilizadas. Esses termos abrangem várias áreas do conhecimento, mas especificamente em educação ainda é pouco utilizado. Para compensar a falta de trabalhos com este termo foram utilizadas as palavras “abordagem sistêmica” e “abordagem holística”, embora na literatura possam apresentar algumas diferenças.

Em relação ao objetivo “b” podemos inferir que a comunidade onde se encontra a escola ainda é sub urbanizada com deficiência principalmente na destinação correta do esgoto e dos rejeitos domiciliares e comerciais denominados entulhos, o que acaba contribuindo para a proliferação de doenças. Muitas ruas não possuem nenhum tipo de pavimentação ou calçada causando transtornos e dificuldade de deslocamento aos pedestres e veículos principalmente em dias de chuva. Quanto à destinação dos resíduos sólidos foi constatado o recolhimento em todas as residências, embora se encontre lixo em terrenos baldios ou nos cursos de água. O fornecimento de água e eletricidade também foi verificado em todas as residências, o que garante condições mínimas de habitação. Nas questões relacionadas ao uso do solo dos quintais percebe-se que são subutilizados para o cultivo ou criação de animais para consumo. Essa característica pode ser associada ou a falta de espaço ou a perda do costume ao longo do tempo.

Quanto aos resultados do objetivo “c” foi constatado que na maioria das questões os alunos consideraram seus conhecimentos como sendo nenhum (5) ou pouco (3) e em um número menor de questões como sendo regular ou bom (3). Em nenhuma das questões foi considerada como a opção mais assinalada a alternativa muito bom.



Os estudantes possuem experiências pessoais que ocorrem através da sua própria vivência e está relacionado a sua bagagem cultural que é fruto geralmente da curiosidade e permite a criação das explicações e previsões que facilitam e viabilizam a adaptação dos indivíduos ao seu meio físico e social. Esses conhecimentos prévios nem sempre estão associados a explicações formais, mas ajudam na compreensão do mundo em que vivem.

Os melhores resultados foram verificados em relação à questão “Como se formam as chuvas” e “qual a origem da água em sua residência”, as duas perguntas relacionadas ao ciclo da água que junto com o ciclo do oxigênio são os mais trabalhados no ensino fundamental. A água traz benefícios incalculáveis para a sociedade, além da importância do ciclo hidrológico no ecossistema como um todo. Por esses motivos o ciclo da água é o mais percebido pelos alunos no seu cotidiano, embora com algumas concepções equivocadas, e também o mais abordado nos conteúdos escolares.

Os piores resultados foram as perguntas sobre as mudanças climáticas e sobre o fenômeno do aquecimento global, fato que pode ser atribuído à falta de conexão desses temas com o cotidiano dos alunos.

Quanto ao objetivo "d", as análises demonstraram que existe um conhecimento parcial sobre os ciclos biogeoquímicos e as mudanças climáticas, embora as relações entre esses dois temas não sejam muito evidentes na maioria das respostas. Dentre os ciclos biogeoquímicos os mais entendidos foram o ciclo da água como na resposta “*A evaporação da água do oceano Atlântico e a transpiração das plantas da floresta amazônica formam as chuvas.*” (A5) e o ciclo do carbono, como aparece na resposta “*Eu acho que como tem muito fogo nos matos, o gás tóxico vai para o país todo...*” (A4). Pode-se considerar que tanto a água quanto o carbono por se apresentarem de forma mais concreta no dia a dia dos alunos percebe-se um melhor entendimento do seu ciclo quanto a sua importância para o meio ambiente. Já os ciclos do oxigênio, mesmo sendo fundamental para a sobrevivência dos seres vivos, e o ciclo do nitrogênio por ser mais complexo, necessita de uma capacidade de abstração mais desenvolvida dos demais ciclos. No que se refere às relações entre as mudanças climáticas e as queimadas urbanas pode-se dizer que existe conhecimento sobre esses temas como na resposta do aluno A4 “*O aquecimento global é o resultado do acúmulo excessivo de gases do efeito estufa na atmosfera.*” e na resposta do aluno A9 “*Vai aquecer o planeta e aumentar a temperatura*”.

Através da metodologia desenvolvida foi possível constatar que em relação às condições socioambientais dos alunos que participaram desse trabalho demonstrou-se que vivem em condições ainda sub urbanizadas, com deficiências em alguns serviços de saneamento básico e infraestrutura, como ruas não pavimentadas, coleta de esgoto e coleta de lixo reciclável. A região caracteriza-se ainda por apresentar elementos da zona rural como sítios com criação de animais e hortifrutigranjeiros.

Com as transformações que o planeta vem sofrendo, como as mudanças climáticas e a redução dos recursos naturais, causadas pelas ações humanas por meio da degradação da natureza, faz-se necessário mais do que nunca a educação ambiental crítica da população. Neste contexto, o saneamento básico desenvolve um papel importante para a sustentabilidade ambiental, social e econômica da população.

Os dados apontam que há fragilidades na compreensão dos alunos sobre os serviços contemplados no saneamento básico, o que fragiliza o entendimento deles sobre a realidade onde vivem e as possíveis determinações sofridas, bem como a cobrança junto às instituições competentes para que seja cumprido o que lhes é garantido legalmente.

Além disso, particularmente no que se relaciona ao saneamento básico, ela se compromete com a saúde pública, pois possibilita aos indivíduos compreenderem seus direitos relacionados ao ambiente ecologicamente equilibrado, e a relação entre os cuidados com o ambiente em aspectos ecológicos e sociais centrais aos contextos locais, regionais e globais, tais como a água, destinação do lixo e do esgoto, e o acesso às condições para saúde humana de qualidade (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2007).

Associado a isso o baixo conhecimento e respeito de temas relacionados ao meio ambiente dificulta o entendimento sobre como os hábitos e práticas do cotidiano podem interferir no meio ambiente de forma global e local.

Na maioria das respostas pode-se perceber a relação com um ou dois ciclos biogeoquímicos e pouca relação entre eles, constatando uma fragmentação do conhecimento das relações existentes entre os ciclos biogeoquímicos estudados.

Em relação ao ciclo do oxigênio ficou evidenciado a sua relação com o ar e a atmosfera e a sua relação com os vegetais, mas não com os organismos fotossintetizantes nem como essa relação se estabelece.

Os estudantes trouxeram conhecimentos heterogêneos sobre os ciclos biogeoquímicos, isso pode ser constatado ao chamarem, de “ciclo da chuva”, isso

devido ter sido o mais trabalhado desde o ensino fundamental e acaba por ser considerado mais fácil, o ciclo do nitrogênio foi associado ao “ciclo da agricultura”, porém pouco compreendido pelos alunos, pois apesar de algumas famílias cultivarem hortaliças não é do seu conhecimento e dificilmente comentado, sendo assim devia-se depositar mais tempo para ser trabalhado.

Sugere-se que a abordagem dos conteúdos relacionados aos ciclos biogeoquímicos deva ocorrer de forma contínua e que o professor deva estabelecer as relações entre eles e as mudanças climáticas pois é importante a compreensão dos processos que tornam os ecossistemas dinâmicos.

Quanto aos métodos de ensino, chegou-se à conclusão de que, de certa forma, os métodos de ensino devem ligar o conteúdo ao contexto sociocultural do aluno e não devem transformar-se em uma rotina didática. Pode-se dizer ainda que as estratégias metodológicas não são independentes nem dos conteúdos propostos, nem dos objetivos e tampouco das concepções de aluno e de educação do professor; elas andam interligadas ao ensino como um todo, por isso, são diversas e podem ser utilizadas de forma combinada na abordagem dos conteúdos. Sem falar da transposição didática, Freire (2004) aconselha que a leitura do aluno sobre o mundo deve ser levada para a sala de aula como ponto de partida do professor ao ensinar. Segundo este pedagogo:

Além disso, deve-se ressaltar que a educação é uma oportunidade sem esquecer o desafio que isso representa, na busca da interdisciplinaridade e do pensamento sistêmico. Uma vez que as teorias atuais vislumbram um futuro sem divisões, o desafio crucial deste novo século tanto para os cientistas naturais e sociais quanto para todos os demais será construir comunidades ecológicas sustentáveis, projetadas de tal forma que suas tecnologias e instituições sociais, que isto é, suas estruturas materiais e sociais não interferem na capacidade inerente da natureza de sustentar a vida; porém, o conflito na prática é latente (SCHÚ *et al.*, 2021).

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. O. de. Noção De Fotossíntese: obstáculos epistemológicos na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciência. **Candombá - Revista Virtual**, v. 1, n. 1, p. 16 – 32, jan./jun., 2005.
- ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. São Paulo: Summus, 2009.
- ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A didática das Ciências**. Tradução de Magda Sento Sé Fonseca. 16. ed. Campinas: Papirus, 2012.
- ASSARAF, O. B. Z.; ORION, N. Development of System Thinking Skills in the Context of Earth System Education. **Journal of research in science teaching**, v. 42, n. 5, p. 518 – 560, 2005.
- AZEVEDO, A. L. S. de. *et al.* Doenças crônicas e qualidade de vida na atenção primária à saúde. **Cad. Saúde Pública**, v. 29, n. 9, 2013.
- AZEVEDO, J. Educação Ambiental: o que é e como surgiu. **eCycle**, [2023]. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/educacao-ambiental/>. Acesso em: 09 mar. 2023.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARBOSA, R. I.; FEARNSIDE, P. M. Incêndios na Amazônia brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento “El nino” (1997/98). **Ciências do Ambiente**, v. 29, n. 4, dez. 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/3pKRJBQVTggw8CQR6Sk3c7g/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 16 set. 2020.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARBOSA, R. de A. **Sequência didática em educação ambiental crítica**: Tendências da produção acadêmica. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.
- BARBOSA, R. de A.; SOARES, J. R.; ROBAINA, J. V. L. O diálogo entre a educação ambiental crítica e o enfoque ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente: uma análise da produção acadêmica. **ACTIO**, v. 5, n. 2, p. 1-22, 2020.
- BARROS, C. O. **Discursos escolares sobre o ciclo do carbono**. 2011. 207f. Dissertação (Mestrado em Ensino e História de Ciências da Terra) - Universidade Estadual de Campinas Instituto de Geociências, Campinas, 2011.

BARROS, R. T. V. *et al.* **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios, 1: O município e o meio ambiente.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 1995.

BOGDAN, R. S.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** 12. ed. Porto: Porto, 2003.

BONATTO, A. *et al.* Interdisciplinaridade no Ambiente Escolar. *In: SEMINÁRIO ANPED SUL, 9., 2012, Caxias do Sul. Anais [...].* Caxias do Sul: UCS, 2012.

BRASIL. **Lei nº 9795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília: Presidência da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm). Acesso em: 8 out. 2019.

BRASIL. **Orientações Metodológicas para Programa de Educação Ambiental em Saneamento para Pequenos Municípios.** Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRITO, M. A.; COELHO, M. F. B. Os quintais agroflorestais em regiões tropicais unidades autossustentáveis. **Revisão Agricultura Tropical**, v. 4, n.1, 2000.

BUTCHER, S. S. *et al.* (ed.). **Global biogeochemical cycles.** London: Academic Press Limited, 1992.

CACHAPUZ, A. Importância da educação científica na sociedade atual. *In: CACHAPUZ, A. et al.* (Org.). **A necessária renovação do ensino das ciências.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011. p. 17-32.

CAMARGO, E.; RIBEIRO, S. F.; GUERRA, S. M. O programa luz para todos: Metas e resultados. **Espaço Energia**, n. 9, 2008.

CAPRA, F. A. **Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos.** 8. ed. São Paulo: Cultrix, 2003.

CERVO, A.; BERVIAN, P. **Metodologia Científica.** 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico.** São Paulo: Cortez, 2006.

CARVALHO, I. C. de M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico.** São Paulo: Cortez, 2012.

CRUZ, A. C. S. da; ZANON, A. M. Ensino de Ciências e Educação Ambiental Crítica: uma conexão necessária para a cidadania. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. Anais [...].* Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental**: princípios e práticas. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.

EBERHARDT, D. A. *et al.* Diagnóstico sócio-ambiental da comunidade da bacia escola hidrográfica urbana, Santa Maria – RS. **Disc. Scientia**, v. 8, n. 1, p. 55-68, 2007.

FAGGIONATO, S. Percepção Ambiental. **Site**, 2004. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br>. Acesso em: 15 set. 2020.

FEARNSIDE, P. M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Queimadas**, v. 16, n. 44, abr. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142002000100007>. Acesso em: 17 set. 2020.

FEARNSIDE, P. M. Rios voadores e a água de São Paulo 2: A reciclagem da água. **Amazônia Real**, 16 de fevereiro de 2015. Disponível em: <http://amazoniareal.com.br/rios-voadores-e-a-agua-de-sao-paulo-2-a-qualidade-da-agua/acesso03/06/2021>. Acesso em: 23 set. 2020.

FERREIRA, A. R.; CASTILHO JUNIOR, M.; SOUZA, M. M. F. de. Análise dos impactos ambientais na bacia hidrográfica do Rio Paraguai – Cáceres/MT: risco ecológico para o pantanal mato-grossense. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FISICA, 1., 2017, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: Unicamp, 2017.

FIGUEIRA, M. R.; SELLES, S. E.; LIMA, J. G. S. Interfaces entre Educação Ambiental crítica e ensino de Ciências. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2017.

FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A.; GOUVEIA, M. S. **O ensino de ciências no primeiro grau**. São Paulo: Atual, 1987. 124 p.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

GERHALTD, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2019.

GIRON, H.; FERRARO, J. L. S. Uma proposta de diálogo entre Paulo Freire e a Educação Ambiental Crítica. **REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental**, n. 1, p. 239–252, 2018.

GONDIN, C. M. M.; MACHADO, V. DE M. Uma organização praxeológica: construção coletiva de um jogo sobre os ciclos biogeoquímicos. *In*: ENCONTRO

NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

GUIMARÃES, M.; VASCONCELLOS, M. das M. N. Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação. **Educar**, Curitiba, n. 27, p. 147-162, 2006.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F.; SILVA, L.D. B. Saneamento e meio ambiente. **Site**, 2007. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%203.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2023.

GÜNTHER, H. Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: Esta é a Questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 201-210, 2006.

HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. **Ciênc. saúde coletiva**, v. 3, n. 2, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Características urbanísticas do entorno dos domicílios – IBGE. **Site**, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/24702-caracteristicas-urbanisticas-do-entorno-dos-domicilios.html?=&t=destaques>. Acesso em: 15 set. 2020.

KUNZ, R. H. *et al.* Pobreza no Brasil: uma perspectiva multidimensional. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 79 -112, jan./jun. 2006.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

LAYRARGUES, P. P. A resolução de problemas ambientais locais deve ser um tema-gerador ou a atividade-fim da educação ambiental? *In*: REIGOTA, M. (org.). **Verde Cotidiano**: o meio ambiente em discussão. Rio de Janeiro: DP&A., 1999. p. 131-148.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. da C. As macro-tendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 1, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/8FP6nynhjdZ4hYdqVFdYRtx/?lang=pt#:~:text=A%20interpret%C3%A7%C3%A3o%20e%20o%20discurso,a%20quest%C3%A3o%20ambiental%20de%20uma>. Acesso em: 15 set. 2020.

LIMA, L. M. Q. **Lixo**: tratamento e biorremediação. São Paulo: Hemus, 1995.

LIMA, G. F. C.; PORTILHO, F. Sociologia Ambiental no Contexto Acadêmico Norte Americano: Formação, Dilemas e Perspectivas. **Teoria & Sociedade**, Belo Horizonte, n. 7, p. 241-276, jun./2001.

LIMA, G. F. da. **Educação Ambiental no Brasil**: formação, identidades e desafios. Campinas: Papyrus, 2011.

LIMA, P. G. Educação ambiental crítica: da concepção à prática. **REVISEA**, São Cristóvão, v. 1, n. 2, 2015. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/revisea/article/view/4443>. Acesso em: 15 set. 2020.

LOVELOCK, J. E.; MARGULIS, L. **Homeostase atmosférica pela e para a biosfera**: a hipótese de Gaia. Tellus, 1974.

LOVELOCK, J. E. **Gaia - A Prática Científica da Medicina Planetar**. Instituto Piaget, 1991.

LOPES, T. M. **Ações de formação continuada, baseadas na pedagogia dialógica, para a inserção da Educação Ambiental crítica em escolas públicas**. 2018. Tese (Doutorado em Educação Escolar) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Araraquara, 2018.

MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. T. **Agricultura urbana**. Embrapa Cerrados, 2002. 25 p

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MALUCELLI, V. M. B. Formação dos professores de Ciências e Biologia: reflexões sobre os conhecimentos necessários a uma prática de qualidade. **Estudos de Biologia, Ambiente e Diversidade**, v. 66, n. 29, 113-116, 2007. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/estudosdebiologia/article/view/22212>. Acesso em: 17 set. 2020.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MATURANA, H. R.; VARELA, F. **Autopoiesi e Cognizione**: La realizzazione del vivente. Venezia: Saggi Marsilio, 1980.

MARIOTTO, S. C.; CORAIOLA, M. Educação Ambiental na Concepção do Pensamento Sistêmico. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 237 - 243, abr./jun. 2009. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/cienciaanimal/article/view/9933>. Acesso em: 18 set. 2020.

MELLER, C. B. **Compensação Florestal**: eixo articulador de ações em educação ambiental. Ijuí: UNIJUÍ, 2002. 72p.

MINAYO, M. C. de S. O desafio da pesquisa social. *In*: MINAYO, M. C. de S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. **Pesquisa Social**: teoria, método e criatividade. Rio de Janeiro: Vozes, 2016.

MIZUKAMI, M. da G. N. Aprendizagem da docência: algumas contribuições de L. S. Shulman. **Educação**, v. 29, n. 2, p. 33–50, 2011.

MORAIS, A. B de. **Perspectivas de inserção do GLP na matriz energética Brasileira**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.



NASCIMENTO, L. da S. M. *et al.* De catador de lixo a agente ambiental: educação ambiental na qualidade de vida. **O Mundo da Saúde**, v. 30, n. 4, p. 581-587, 2006.

OLIVEIRA, L. P. S. **Globalização e soberania**: o Brasil e a biodiversidade na Amazônia. Brasília: Fundação Milton Campos, 2002.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA - UNESCO. **Ensino de Ciências**: o futuro em risco. Edições UNESCO, 2005. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139948.locale=en>. Acesso em: 23 dez. 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Educação ambiental na qualidade de vida Organização Mundial da Saúde**. 1950.

PALÁCIOS, C. M.; DAL´FARRA, R. A.; GELLER, M. Concepções sistêmicas na educação ambiental: uma experiência com alunos do ensino fundamental. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 11, n. 1, p. 211–229, 2011.

PHILIPPI JR., A.; PELICIONI, M. da C. F. (ed.). **Educação ambiental e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2005.

PRADO, M. da S. *et al.* Prevalência e intensidade da infecção por parasitas intestinais em crianças na idade escolar na Cidade de Salvador (Bahia, Brasil). **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, v. 34, n. 1, 2001.

RAMALHO, D. de S. Degradação ambiental urbana e pobreza: a percepção dos riscos. **Raízes: Revista de Ciências Sociais e Econômicas**, v. 19, p. 16-30, 1999.

RAMOS, E. C. Educação ambiental: Origens e perspectivas. **Educar em Revista**, n. 18, p. 201- 218, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/NhDhdgkXcnwdzbLwmmz9T4y/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 set. 2020.

ROBAINA, J. V. L. *et al.* **Fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa em educação em ciências**. Curitiba: Bagai, 2021.

RONCAGLIO, C; JANKE, N. Sociedade Contemporânea e desenvolvimento sustentável. Curitiba: IESDE Brasil, 2012.

ROSA, R. S.; MESSIAS, R. A.; AMBROZINI, B. **Importância da compreensão dos ciclos biogeoquímicos para o desenvolvimento sustentável**. 2003. 52 f. Monografia (Curso de Ciclos Biogeoquímicos) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em: <http://fernandosantiago.com.br/bgquitexto.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.

SATO, M.; GAUTHIER, J. Z.; PARIGIPE, L. Insurgência do grupo-pesquisador na Educação Ambiental Sociopoiética. *In*: SATO, M.; CARVALHO, I.C.M. (orgs). **Educação Ambiental**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

SCHÚ, A. *et al.* Educação e ecologia profunda: reflexões sobre os potenciais pedagógicos da horta escolar. **Revbea**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 79-100, 2021.

SILVA, A. C.; MENOLLI JÚNIOR, N. Análise do conteúdo de fungos nos livros didáticos de biologia do ensino médio. **Ciências e Ideias**, v. 7, n. 3, 2016. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/619>. Acesso em: 23 set. 2020.

SILVA, B. R. da; SILVA, T. R. da. Reflexões sobre a abordagem de ciclos biogeoquímicos no ensino em ciências: considerações para um enfoque em CTS. **Form@re, Teresina**, v. 5, n. 2, p. 5-18, jul./dez. 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/parfor/article/view/6234>. Acesso em: 8 out. 2019.

SILVA, A. F. da; FERREIRA, J. H.; VIERA, C. A. O ensino de Ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. **Rev. Exitus**, v. 7, n. 2, 2017.

SOUZA, P. R. de; SABINO, V. D.; PEREIRA, J. G. Arborização participativa: plantando árvores colhendo cidadania. **Projeto**, [2022]. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/399/o/PATRICIA\\_REGINA\\_DE\\_SOUZA.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/399/o/PATRICIA_REGINA_DE_SOUZA.pdf). Acesso em: 23 dez. 2022.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5274164>. Acesso em: 22 set. 2020.

TUZZO, S. A.; BRAGA, C. F. O processo de triangulação da pesquisa qualitativa: o metafenômeno como gênese. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 4, n. 5, p. 140–158, 2016.

VASCONCELLOS, M. J. E. **Pensamento sistêmico**: o novo paradigma da ciência. Campinas: Papyrus, 2002.

VIECHENESKI, J. P; CARLETTO, M. Por que e para quê ensinar ciências para Crianças. **R. B. E. C. T.**, v. 6, n. 2, 2013.

YIN, R. K. **Estudos de casos**: planejamentos e métodos. Tradução Daniel Grassi. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

WILD, B. Consumo e identidade: uma relação inevitável no capitalismo. **Café com sociologia.com**, 19 de novembro de 2019. Disponível em: <https://cafecomsociologia.com/consumo-e-identidade/>. Acesso em: 22 fev. 2021.

## APÊNDICE A – ARTIGO



## Abordagem Sistêmica dos Ciclos Biogeoquímicos como estratégia para o desenvolvimento da Educação Ambiental Crítica.

### Systemic Approach to Biogeochemical Cycles as a strategy for the development of Critical Environmental Education.

**Maurício Pires de Oliveira**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mauoliveira7595@gmail.com

**José Vicente Lima Robaina**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
joserobaina1326@gmail.com.

**Resumo:** Esse artigo é uma revisão bibliográfica dos trabalhos, com a temática do Pensamento Sistêmico, Educação Ambiental Crítica e Ciclos Biogeoquímicos, publicados na Revista de Mestrado em Educação Ambiental (REMEA), no Encontro Nacional de Pesquisa e ensino de Educação em Ciências (ENPEC) e no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O objetivo desta pesquisa divide-se em duas partes: a) demonstrar um conjunto de artigos, dissertações e teses com reconhecimento científico, alinhados à visão dos pesquisadores sobre o temas relacionados e b) estabelecer os mais diferentes autores, destacando a relação do que dizem seus trabalhos sobre essas temáticas. Esperamos que este trabalho colabore na concretização da Educação Ambiental Crítica através da análise sistêmica que envolve os problemas ambientais relacionados aos Ciclos biogeoquímicos.

**Palavras chave:** Pensamento Sistêmico, Educação Ambiental Crítica, Educação em Ciências e Ciclos Biogeoquímicos.

**Abstract:** This article is a bibliographic review of the works, with the theme of Systemic Thinking, Critical Environmental Education and Biogeochemical Cycles, published in the Revista de Masters em Educação Ambiental (REMEA), in the National Meeting of Research and Teaching of Science Education (ENPEC) and at the Theses and Dissertations Bank of the Higher Education Personnel Improvement Coordination (CAPES). The objective of this research is divided into two parts: a) to demonstrate a set of articles, dissertations and theses with scientific recognition, aligned with the researchers' view on related topics and b) to establish the most different authors, highlighting the relationship of what their authors say. works on these topics. We hope that this work will contribute to the realization of Critical



Environmental Education through the systemic analysis that involves environmental problems related to biogeochemical cycles.

**Key Words** : Systemic Thinking, Critical Environmental Education, Science education and Biogeochemical Cycles.

## Introdução

As questões ambientais tornaram-se problemas sociais mundiais de crescente preocupação nas últimas décadas, mas especificamente na década de 1970, quando ocorreu a Convenção das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo em 1972. Essa preocupação global advém principalmente da degradação do meio ambiente; da destruição de habitat; das práticas não sustentáveis de uso dos recursos naturais. Todos esses fatores mencionados acarretam a perda acelerada da diversidade biológica. Essa relação do homem com a natureza baseia-se em uma visão da sociedade ocidental moderna e capitalista, para a qual a natureza é infinita e desprovida de valor, portanto, deve ser explorada ao máximo (LIMA; PORTILHO, 2001; OLIVEIRA, 2002).

Sendo assim, a educação ambiental deve estar, cada vez mais, presente no cotidiano da população na tentativa de conscientizar sobre a preservação do ambiente. A educação ambiental não atua somente no plano das ideias e da transmissão de informações, mas também no plano da existência, cujo processo de conscientização se caracteriza pela ação com o conhecimento, pela capacidade de fazer escolhas e pelo compromisso com o outro e com a vida. Conforme Dias (2004), “[...] a educação ambiental é um processo por meio do qual as pessoas aprendem como funciona o ambiente, como dependemos dele, como o afetamos e como promovemos a sua sustentabilidade”.

O ensino e a aprendizagem de ciclos biogeoquímicos são fundamentados em concepções tradicionais. Nesses modelos de abordagem, há a predominância da transmissão de resultados advindos de conhecimentos científicos, acumulados ao longo da história da humanidade e repassados nas salas de aulas para que os alunos memorizem e reproduzam com exatidão nos exames avaliativos. Desse modo, para Teixeira (2003), o ensino é caracterizado pela cultivação de conhecimentos abstratos e fragmentados, que são incapazes de condizer com os problemas da sociedade.

Com efeito, “a ciência que se legitima nos currículos está desligada do mundo a que, necessariamente, diz respeito” (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004, p. 368). Percebe-se, diante dessas premissas, que o professor tende a realizar a transmissão mecânica de ciclos biogeoquímicos, limitando-se somente às terminologias, definições, leis e teorias apresentadas no livro didático e ignorando os processos históricos, filosóficos e sociais, que justificam a construção do conhecimento, bem como seus aspectos práticos na sociedade.

Uma análise dos problemas socioambientais requer uma visão sistêmica do meio que permita entender a dinâmica existente e, a partir desses elementos, estabelecer as inter-relações entre a população e o espaço natural e social no qual vivem.

Este trabalho integra o ensino de ciências por utilizar estratégias de aprendizagem que possibilitem aos alunos o entendimento das relações ambientais e sociais da comunidade, a fim de que eles se tornem agentes de transformação da realidade na qual se situam por meio da apropriação do conhecimento socioambiental.





## Referencial Teórico

### Educação Ambiental Crítica (EAC)

A EAC é resultado do pensamento crítico frente à realidade do mundo no qual o indivíduo está inserido. É um desdobramento da educação crítica (de Paulo Freire) nas questões relacionadas ao meio ambiente. O mundo é mediador dos processos educativos; é nele que os homens encontram as realidades concretas para a análise e para o aprendizado, pois é, no diálogo com o mundo, com outros seres humanos e com outros seres que o habitam que o homem pode construir a sua consciência crítica (FREIRE, 1996).

O paradigma crítico em educação ambiental fundamenta-se na crença de que a pesquisa deve ser aplicada com o propósito de emancipar as pessoas por meio da crítica às ideologias que promovem a iniquidade e da promoção de mudanças no conhecimento e nas ações das pessoas, com vistas à melhoria das condições sociais (PHILLIPI JR., 2005).

Portanto, para a construção e para a disseminação desse saber ambiental, faz-se necessário a conexão entre a escola e o campo científico da EA, no qual a ciência é produzida pelo ambiente acadêmico, promovendo pesquisas que considerem as práticas pedagógicas e busquem o aperfeiçoamento destas para a formação de indivíduos capacitados para lidar com a crise ambiental.

Sendo assim, a escola tem o compromisso formativo de construir, nos alunos, uma visão socioambiental que: [...] orienta-se por uma racionalidade complexa e interdisciplinar e pensa o meio ambiente não como sinônimo de natureza intocada, mas como um campo de interação entre a cultura, a sociedade e a base física e biológica dos processos vitais, no qual todos os termos dessa relação se modificam dinamicamente e mutuamente. Tal perspectiva considera o meio ambiente como espaço relacional, em que a presença humana, longe de ser percebida como extemporânea, intrusa ou desagregadora, aparece como um agente que pertencente à teia de relações da vida social, natural e cultural e interage com ela. (CARVALHO, 2012, p. 37).

Segundo Mariotto e Coraiola (2009), o processo de não compartimentalização do conhecimento condiciona a pensar no Planeta como um “todo integrado”, que considera o homem como uma das partes desse todo, pelo qual todas as ações realizadas podem alterar esse equilíbrio: o simples fato da separação dos resíduos nas casas, o consumo sustentável, o amor ao próximo, o respeito à natureza, etc. É possível vincular o pensamento sistêmico do mundo natural com a educação ambiental crítica, uma vez que segundo a teoria já descrita no presente artigo, tudo está conectado, e essas relações perpassam do mundo físico para o social, no qual o pensamento sistêmico também gera implicações. Essas relações sociais, que se manifestam pela economia e pela política, interferem no mundo natural.

### Ciclos biogeoquímicos (CBGQ)

Os ciclos biogeoquímicos são processos naturais que, por diversos meios, reciclam vários elementos em diferentes formas químicas para o meio ambiente e para os organismos e, na sequência, fazem o processo inverso, ou seja, trazem os elementos desses organismos para o meio ambiente. Dessa forma, o carbono, a água, o oxigênio, o nitrogênio, o fósforo, o cálcio, entre outros vários elementos, percorrem esses ciclos, unindo todos os componentes vivos e não vivos da terra (ROSA; MESSIAS; AMBROSINI, 2003).

Os ciclos biogeoquímicos, também chamados de ciclos da matéria, podem ser definidos como processos naturais nos quais ocorre a ciclagem dos elementos, ou seja, a sua passagem do meio ambiente (componentes físico-químicos) para os organismos vivos e destes de volta para o meio. O estudo dos ciclos biogeoquímicos é um dos principais conteúdos abordados no



Ensino Fundamental e Médio, e serve como fundamento para a compreensão de processos químicos, físicos e biológicos, responsáveis pela manutenção da vida de todos os organismos vivos na Terra. Assim como o estudo dos CBGQ, o estudo desses ciclos auxilia na compreensão das questões ambientais atuais, seja em âmbito local, como a falta de água e a poluição de rios, seja em âmbito planetário, como o aquecimento global e as mudanças climáticas (SILVA; SILVA, 2017).

Entender e buscar conhecimento para os educandos que seja voltado à compreensão cíclica dos componentes de nosso planeta nos remete a um assunto ainda mais delicado e complexo no âmbito escolar: a educação ambiental. Para Assaraf e Orion (2005, p. 518), as décadas de 1990 e 2000 “[...] podem ser descritas como a era da ‘Ciência do Tudo’ da educação em ciência em todo o mundo”. Nesse período, o objetivo central do paradigma da educação ambiental se deslocou de seu propósito de preparar futuros cientistas para a educação dos futuros cidadãos.

Os ciclos biogeoquímicos compõem a organização e a manutenção do sistema terrestre como o conhecemos. Na natureza, átomos de diferentes substâncias, como nitrogênio, hidrogênio, carbono e oxigênio não são criados ou destruídos, tampouco transformados uns nos outros. A matéria, que constitui os componentes do nosso Planeta, é constantemente reciclada. Ao contrário da energia, que se desloca em sentido único (como a energia solar), os nutrientes têm movimento cíclico no ecossistema. É o que acontece com a água, o carbono, o nitrogênio, o cálcio, o potássio, o fósforo e o enxofre, entre outros. A partir disso, pode-se falar em fluxo de energia e ciclo da matéria.

Segundo Barros (2011), o estudo dos ciclos biogeoquímicos é imensamente complexo e fascinante, demandando, porém, esforço singular de diferentes disciplinas no intuito de entendê-los e significar sua importância para a continuidade dos ciclos e do sistema terrestre como conhecemos. A Natureza e seus fenômenos foram considerados, por algum tempo, uma febre mundial e lucrativa, tanto em sua pesquisa quanto em sua divulgação. Assim, coube somente aos educadores, em cada nível, mostrarem aos seus educandos que a abrangência desses acontecimentos seriam amplos e fariam parte de um sistema complexo e constante, no qual o tempo adotado deveria ser pensado para muito além do que estamos acostumados em nosso cotidiano. Dessa forma, os conhecimentos geocientíficos são fundamentais para a compreensão de nosso entorno (BARROS, 2011).

### **Pensamento sistêmico (PS)**

Segundo Vasconcellos (2002), o pensamento sistêmico é uma forma de abordagem da realidade que surgiu, no século XX, em contraposição ao pensamento "reducionista-mecanicista", herdado dos filósofos da Revolução Científica do século XVII, como Descartes, Francis Bacon e Newton.

O ponto central do pensamento tradicional cartesiano é a concepção de que os fenômenos podem ser analisados e compreendidos, se forem reduzidos às partes que os constituem. Ao conhecer uma parte de um sistema, o pesquisador chegará ao conhecimento de seu funcionamento.

O pensamento sistêmico não nega a racionalidade científica, mas acredita que ela não oferece parâmetros suficientes para o desenvolvimento humano e para a descrição do universo material, e por isso deve ser desenvolvida conjuntamente com a subjetividade das artes e das diversas tradições espirituais. Isso se deve à limitação do método científico e da análise, quando aplicadas aos estudos de física subatômica (nos quais se encontram as forças que compõem todo o universo), biologia, medicina e ciências humanas. É visto como componente





do paradigma emergente, que tem, como representantes, cientistas, pesquisadores, filósofos e intelectuais de vários campos.

Segundo Capra (2003), na abordagem sistêmica, as propriedades das partes podem ser entendidas apenas a partir da organização do todo. Em consequência disso, o pensamento sistêmico não se concentra em blocos de construção básicos, mas em princípios de organização básicos. O pensamento sistêmico é "contextual", o que é o oposto do pensamento analítico. A análise significa isolar alguma coisa a fim de entendê-la; o pensamento sistêmico significa colocá-la no contexto de um todo mais amplo.

Entende-se que a abordagem sistêmica é imprescindível para a compreensão do planeta, que é composto por inúmeros ciclos. Mesmo que a Terra seja considerada um sistema quase fechado, deve-se levar em consideração que parte da energia recebida por nosso Planeta é refletida, retornando ao espaço. Essa abordagem, apesar de possibilitar um melhor entendimento de questões ambientais – sendo este conceito usado em várias disciplinas – tem aplicação mínima junto ao contexto escolar, comprometendo o desenvolvimento e a capacidade crítica frente a fenômenos ambientais por parte dos alunos (BARROS, 2011).

De importância crucial para a compreensão contemporânea da ciência é a constatação de que todos os modelos científicos e teorias científicas são limitados e aproximados. A ciência do século XX mostra, repetidas vezes, que todos os fenômenos naturais estão, em última análise, interconectados e que suas propriedades essenciais, de fato, derivam de suas relações com outras coisas. A nova concepção emergente da vida pode ser vista como parte de uma mudança de paradigma mais ampla, que vai de uma visão de mundo mecanicista para uma visão de mundo holística e ecológica. Em seu próprio âmago, encontramos uma mudança de metáforas que hoje está se tornando, cada vez mais, evidente. Conforme Capra (2003), trata-se de uma mudança em que o mundo deixa de ser visto como uma máquina e passa a ser compreendido como uma rede.

No contexto do ensino de ciências para o tempo atual, reflexões sobre metodologias de ensino e aprendizagem têm proposto alterações importantes no ensino. Valoriza-se a participação ativa dos alunos, em sala de aula, como fundamental para a construção do conhecimento. O aluno não pode ser considerado uma tábula rasa, mas um detentor de conhecimentos já obtidos no ambiente escolar e fora dele (SILVA; SILVA, 2017).

## Metodologia

Esta pesquisa tem por objetivo realizar um levantamento bibliográfico acerca das produções científicas sobre os temas Visão Holística/ Pensamento Sistêmico, Educação Ambiental e Ciclos biogeoquímicos. O objetivo divide-se em duas partes: a) demonstrar um conjunto de artigos, dissertações e teses com reconhecimento científico, alinhados à visão dos pesquisadores sobre o temas VH/PS, EAC e CB e b) estabelecer os mais diferentes autores, destacando a relação do que dizem seus trabalhos sobre essas temáticas. O presente trabalho visa realizar um levantamento bibliográfico qualitativo.

Quanto à natureza da pesquisa, optou-se por uma abordagem qualitativa de acordo com Bogdan e Biklen (2003). O conceito de pesquisa qualitativa envolve cinco características básicas que configuram esse tipo de estudo: (1) ambiente natural; (2) dados descritivos; (3) preocupação com o processo; (4) preocupação com o significado; e (5) processo de análise indutivo do caráter da pesquisa.

O tipo de pesquisa aplicado será o exploratório. Segundo Malhotra (2001), a pesquisa exploratória é usada em casos nos critérios de compreensão, e é caracterizada pelas informações definidas ao acaso e pelo processo de pesquisa.



Nesse sentido, a importância de nosso estudo justifica-se pela necessidade de explorar e atualizar as relações existentes entre Visão Holística /Pensamento sistêmico, que aborda o conhecimento de forma global e Educação Ambiental crítica, que aborda o conhecimento de uma forma questionadora e transformadora utilizando para isso o tema Ciclos biogeoquímicos que são os fundamentos de toda a constituição do mundo vivo com o mundo inanimado e estabelece as relações entre os dois e essa relação, objetivando assim fornecer um panorama mais atual sobre as principais teses, dissertações e artigos relacionados aos referenciais teóricos Educação Ambiental Crítica, Abordagem Holística/Pensamento Sistêmico, e Ciclos Biogeoquímicos com base na pesquisa em diferentes base de dados.

A escolha das bases de dados se deu a partir da relevância em relação aos referenciais teóricos contidos neste trabalho. Foi utilizado REMEA ( Revista Eletrônica de Mestrado em Educação Ambiental ) por considerarmos como uma das principais fontes de referência para a área de Educação Ambiental no Brasil. A BDTB foi selecionada pois é um grande base de dados referente a teses de mestrado. Outra plataforma importante utilizada foram os artigos do ENPEC ( Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências ) por se tratar de uma base referência no ensino de ciências. Devido a um número baixo de publicações relacionadas a VH/ PS e Ciclos biogeoquímicos foi necessário procurar trabalhos em outras bases como Scielo e Google acadêmico.

No que refere a Ciclos Biogeoquímicos e Visão Holística/ Pensamento Sistêmico foi importante acrescentar o termo educação nas plataformas google acadêmico, Scielo e BDTB pois os resultados de busca apresentaram um número muito grande de resultados vinculados a outras áreas do conhecimento como engenharia, e outras áreas mais técnicas que não se relacionam diretamente com a educação.

## Resultados e discussão

No estudo citado, estiveram no foco da análise realizada 20 artigos submetidos e aceitos nas atas do Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências (ENPEC) no período de 2013 a 2020, 12 artigos submetidos e aceitos na Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental (REMEA) no período de 2017 a 2020 e 22 trabalhos depositados na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) no período de 2015 a 2020. Também foram feitas pesquisas na plataforma Scielo com 2 trabalhos e Google Acadêmico com 11 trabalhos. A iniciativa de pesquisar em 5 veículos de divulgação científica se deve ao baixo número de artigos relacionados à AH/PS e CBGQ.

Na primeira etapa, foram identificados, 67 trabalhos que foram analisados a partir do seu título que elencaram a Educação Ambiental Crítica, Ciclos Biogeoquímicos e Abordagem Holística/ Pensamento Sistêmico como temáticas consideradas aqui como o nosso corpus documental, que para Bardin (1977) é um conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos. Desses trabalhos 48 foram referentes a EAC, 13 relacionados a CBGQ e 7 relacionados a AH/PS.

Muitos artigos encontrados trabalhavam apenas um dos vários ciclos biogeoquímicos existentes, dessa maneira não contava no título e no resumo o termo biogeoquímico, dessa maneira não sendo selecionado para leitura. Também em relação ao baixo número de trabalhos citando o unitermo CBGQ, houve a necessidade de procurar termos similares ou correspondentes, como “ciclagem de nutrientes e ciclos da matéria”.

Após a leitura dos resumos foram selecionados sobre CBGQ dois artigos na plataforma Scielo, um artigo na plataforma BDTB, um artigo na plataforma ENPEC e quatro artigos na plataforma Google Acadêmico. No que se refere ao unitermo AS foram selecionados um





artigo na plataforma BTDB, nenhum artigo na plataforma ENPEC, nenhum artigo na plataforma Scielo, e três artigos na plataforma Google acadêmico. Já no unitermo EAC, foram selecionados sete artigos na plataforma BTDB, seis artigos na plataforma ENPEC e quatro artigos na plataforma REMEA.

Devido ao baixo número de artigos encontrados sobre AS e CBGQ quase não houve relação pelo cruzamento dos unitermos. As relações existentes foram 1 artigo citando Visão Sistêmica e Educação Ambiental na plataforma BDTB, 1 artigo relacionando Abordagem Sistêmica e Educação Ambiental e 2 artigos relacionando Ciclos Biogeoquímicos e Educação Ambiental. O número de artigos encontrados com a temática EAC foi consideravelmente maior em relação às outras duas temáticas, mas ainda pouco significativa se comparada com o termo Educação Ambiental.

Após a leitura dos resumos foram selecionados 3 artigos com a temática dos ciclos biogeoquímicos, que foram escolhidos devido a relação existente entre o tema abordado e a construção de um conhecimento sistêmico e significativo para os educandos.

Na etapa seguinte foram realizadas a leitura dos resumos dos artigos relacionados a fim de se estabelecer conexão e relevância com o foco da pesquisa. Após essa leitura foram então selecionados os artigos que estão listados para leitura completa.

É preciso destacar que tanto em Capra 2014, quanto em Vasconcelos consideraram Pensamento Sistêmico e visão holística como sinônimos, tendo o mesmo sentido epistemológico. Desta maneira consideramos importante para consistência na pesquisa utilizar os dois termos.

**Quadro 1. Trabalhos com tema Educação Ambiental Crítica.**

BNTD	2017	Pedroso, E.M.M.M.	Abordagem da práxis educativa em dissertações e teses em educação ambiental crítica.
BNTD	2018	Freitas, Renata Gomes Abreu	Representações de meio ambiente e abordagem temática freireana: Caminhos metodológicos para educação ambiental crítico- transformadora no IF/ AC.
BNTD	2018	Lopes, Talita Mazzini	Ações de formação continuada, baseadas na pedagogia dialógica, para a inserção da Educação Ambiental crítica em escolas públicas VB
BNTD	2019	Barbosa, Renan de Almeida.	Sequência didática em educação ambiental crítica: Tendências da produção acadêmica, análise epistemológicas e reflexões para uma proposta na educação em ciências.
Enpec	2015	Cruz, A.C.S. Zanon, A. M.	Ensino de Ciências e educação ambiental crítica: Uma conexão necessária para a cidadania.
Enpec	2015	Vinicius Ferreira Pinto	Educação Ambiental Crítica através de uma Aula de Campo sobre Recursos Hídricos
Enpec	2017	Rua, M.B. , Silva, L. L.	Biomass no Ensino de Ciências: uma abordagem através da Educação Ambiental Crítica e Modelo de Investigação na Escola



Enpec	2017	Chagas, E. Marques, M. L. L., Araújo S. D., Lobino, M. G. F.	Potencialidades para a Educação Ambiental Crítica em uma atividade de campo no Parque Natural Municipal Vale do Mulembá: Um olhar para as contradições socioambientais
Enpec	2017	Figueira, M. R., Selles, S. E., Lima, J. G. S.	Interfaces entre Educação Ambiental crítica e ensino de Ciências
Remea	2018	Heloisa Giron, José Luís Schifino Ferraro	Uma proposta de diálogo entre Paulo Freire e a Educação Ambiental Crítica
Remea	2018	Ziegler, S. S. Lima, C. F. G.	Contribuições da pedagogia Waldorf para uma Educação Ambiental Crítica: O processo pedagógico na Escola Waldorf Rural Dendê da Serra em Uruçuca- BA SERRA EM URUCUCA-BA
Remea	2019	Ângelo Francklin Pitanga	A Educação Ambiental Crítica como fundamentação teórica da pedagogia 4CS: Críticidade, Cientificidade, Colaboração e Criatividade
Remea	2020	Antônia Adriana Mota Arrais, Marcelo Chimenez Aguiar Bizerril	A Educação Ambiental Crítica e o pensamento Freireano: Tecendo possibilidades de enfrentamento e resistência frente ao retrocesso estabelecido no contexto Brasileiro

Na etapa de leitura completa dos artigos foi possível identificar uma demanda constante de trabalhos em Educação Ambiental Crítica a partir do ano de 2015 e que a maior parte dos trabalhos desenvolve temas de estudo relacionados ao ensino de Ciências aos educadores/professores, seja em relação ao seu trabalho e formação, seja em relação às suas concepções, representações e percepções ambientais. Verificou-se ainda um número considerável de artigos relacionados ao ensino de Ciências evidenciando a estreita relação que existe nessas duas áreas.

No trabalho de Pedroso, E.M.M.M. (2013) intitulado "Abordagem da práxis educativa em dissertações e teses em educação ambiental crítica" com o objetivo de discutir quais concepções de Educação Ambiental Crítica estão presentes nas pesquisas em Educação Ambiental – teses e dissertações e quais as implicações disso para a área de EA. Nesta etapa da pesquisa, com a organização dos dados foi possível identificar uma demanda crescente de trabalhos em EA crítica a partir do ano de 2007 e que a maior parte dos trabalhos desenvolve temas de estudo relacionados aos educadores/professores, seja em relação ao seu trabalho e formação, seja em relação às suas concepções, representações e percepções ambientais. Com relação aos trabalhos de E.A.C. que fazem interface com o ensino de ciências, embora tenham apresentado uma quantidade pequena, apresentam um potencial pedagógico promissor, merecendo uma nova busca e maior aprofundamento.

A dissertação de Barbosa, A. R. (2019) intitulada “ Sequência didática em educação ambiental crítica: Tendências da produção acadêmica, análises epistemológicas e reflexões para uma proposta em educação em ciências teve como objetivo geral a análise epistemológica da produção acadêmica e científica sobre Sequências Didáticas (SD) com viés da EAC através dos enfoques teórico-metodológicos privilegiados pelas pesquisas. Neste trabalho constatou-se a necessidade de aprofundamento, ressignificação e popularização do ensino e aprendizagem crítico-investigativos de conhecimentos científicos com enfoque na relação sociedade-natureza para superação da crise socioambiental.





O artigo “Uma proposta de diálogo entre Paulo Freire e a Educação Ambiental Crítica” (2018) de autoria de H Giron, JLS, Ferraro se propõe a discutir as relações entre o conceito antropológico de cultura e as características da consciência crítica, propostos por Paulo Freire, com a visão socioambiental de natureza e a atitude ecológica, discutidos por Isabel Carvalho. Tem-se, com isso, o intuito de estabelecer relações entre a práxis de Freire e uma proposta de EA crítica.

Os artigos que versam sobre Pensamento Sistêmico estão relacionados a Educação Ambiental em um enfoque mais conservador no sentido das conexões estarem restritas ao meio natural e entender essas relações seria o bastante para entender o meio ambiente. A Educação Ambiental Crítica acrescenta nessas inter relações o componente social e político para entender as mudanças ambientais.

**Quadro 2. Trabalhos em Abordagem Holística/ Pensamento Sistêmico.**

BDTB	2016	Mendes, M.	O jogo Probio e a visão sistêmica em educação ambiental
BDTB	2016	Gusmão, M. B. R.	Diretrizes para uma abordagem sistêmica de gestão das águas pluviais urbanas.
Enpec	2011	Palácios, C. M., Dal Farra, R. A., & Geller, M	Concepções sistêmicas na educação ambiental: uma experiência com alunos do ensino fundamental.
Google acadêmico	2005	In: SATO, Michele; CARVALHO, Isabel. Grun, M.	O conceito de holismo em ética ambiental e em educação ambiental. Educação ambiental – pesquisa e desafios. Porto Alegre: Artmed, p.45-50.
Google acadêmico	2009	Sandra Carla Mariotto., Márcio Coraiola.]	Educação Ambiental na concepção do Pensamento Sistêmico.
Google acadêmico	2014	Lauren Beltrão Gomes; Simone Dill Azeredo Bolze ; Rovana Kinas Bueno; Maria Aparecida Crepaldi.	As origens do pensamento sistêmico: das partes para o todo

O artigo de autoria de C.M, Palácios. RA Dal, M, Geller intitulado “Concepções sistêmicas na educação ambiental: uma experiência com alunos do ensino fundamental sendo o objetivo deste estudo a identificação das possíveis contribuições das abordagens sistêmicas em atividades de educação ambiental. Os resultados permitiram inferir que as atividades realizadas contribuíram para que os estudantes refletissem sobre o ambiente buscando desenvolver concepções mais amplas voltadas às temáticas relacionadas com a sua comunidade e com as questões globais, apontando para a importância das práticas pedagógicas que valorizam a construção dos conteúdos em rede.

No artigo “A Educação Ambiental na concepção do Pensamento Sistêmico” de autoria de SC Mariotto, M. Coraiola (2009), É premente a práxis da Educação Ambiental no âmbito formal e não formal, através de planejamentos e desenvolvimentos de projetos que levem a ações efetivas e transformadoras Este texto traz algumas considerações sobre a importância de uma



Educação Ambiental diferenciada, na concepção do pensamento sistêmico, e alguns recursos que podem ser utilizados para sua efetividade.

Os ciclos biogeoquímicos são abordados de maneira mais abrangente, referindo-se desde o ensino em espaços formais e não formais na educação básica e ensino superior. Os ciclos biogeoquímicos possuem a característica de poder ser trabalhado em diversas áreas das Ciências de maneira tradicional ou através de projetos interdisciplinares.

Tabela 3. Trabalhos com o tema Ciclos Biogeoquímicos.

Enpec	2015	Gondin, C.M.M., Machado, V.M.	Uma organização praxeológica: construção coletiva de um jogo sobre os Ciclos Biogeoquímicos.
Google acadêmico	2003	Rogério da Silva Rosa, Rossini, Amorin Messias, Beatriz Ambrozini	A importância da compreensão dos ciclos biogeoquímicos para o desenvolvimento sustentável
Google Acadêmico	2004	Roberto Engel Aduan, Marina de Fátima Vilela, Fábio Bueno dos Reis Júnior.	Os grandes ciclos biogeoquímicos do Planeta.
Google acadêmico	2014	Teodoro, Priscila Gualberto.	Escolha dos livros didáticos de ciências no município de Santo Antônio da Platina: uma análise na abordagem dos ciclos biogeoquímicos
Google acadêmico	2017	<i>Bruma Rodrigues da Silva, Tiago Rodrigues da Silva</i>	Reflexões sobre a abordagem de Ciclos Biogeoquímicos no ensino em Ciências: considerações para um enfoque em CTS.
Google acadêmico	2020	Wagner Moisés Costa, André Perticarrari	A contribuição do texto de divulgação científica no processo de ensino e aprendizagem dos Ciclos Biogeoquímicos.

O artigo de C. M. M. Gondin, V. M. Machado, intitulado “ Uma organização praxeológica: construção coletiva de um jogo sobre os ciclos biogeoquímicos. O trabalho teve como objetivo discutir a construção de um jogo didático elaborado por professores e os saberes envolvidos nesse material. O estudo contou com nove professores de Ciências, do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, da rede Municipal de Ensino de Campo Grande /MS. Os resultados possibilitaram a compreensão em como os professores de Ciências trabalham os ciclos biogeoquímicos, bem como os recursos utilizados. Esse trabalho evidenciou que esses professores apresentam dificuldades relacionadas, à falta de recursos sobre o tema para o ensino fundamental e falta de domínio do conteúdo nos processos bioquímicos.

O artigo “Reflexões sobre a abordagem de ciclos biogeoquímicos no ensino em ciências: considerações para um enfoque CTS” de autoria de Silva, B.R., Silva, T. R. O trabalho parte da descrição e caracterização dos estudos que investigaram metodologias alternativas para o ensino de ciclos biogeoquímicos, a partir de uma revisão no campo de pesquisa do ensino de ciências. Surgiu do delineamento das discussões e reflexões da prática docente sobre abordagem em torno da temática e as dificuldades dos professores em trabalhar com esses conteúdos. As análises, portanto, evidenciam que o ensino de ciclos biogeoquímicos deve superar sua ênfase no conteúdo compartimentalizado entre as ciclagens dos elementos naturais, nas memorizações de seus termos e definições, e na passividade dos discentes





durante os processos de ensino e aprendizagem. Para valorizar o enfoque em CTS, indispensável na atual prática docente, uma vez que se constitui como o ponto de ligação entre a realidade dos alunos com as complexas relações das problematizações que envolvem aspectos ambientais, políticos, tecnológicos e sociais.

### Considerações finais

O pensamento sistêmico, também denominado, neste trabalho, de visão holística, vem no intuito de contextualizar o conhecimento e relacionar às diferentes áreas que envolvem determinado conhecimento, para que se possa obter uma compreensão mais abrangente e significativa para os educandos. Junto com o pensamento sistêmico é necessário trabalhar os conteúdos à luz da educação ambiental crítica, pois todo o conhecimento deve estar embasado em um olhar questionador e crítico sobre a realidade que se coloca à nossa volta. Com recurso, toda a educação, em seu sentido mais amplo, deveria estar contida na vertente crítica. A educação ambiental também se coloca como tal e é fundamental que ela não aceite prontamente os conceitos já estabelecidos.

Dentro desse contexto, a apropriação do saber sobre os ciclos biogeoquímicos é essencial para o entendimento dos fenômenos naturais, dos seres vivos e de suas relações com o ambiente, bem como com outros seres vivos. Os ciclos biogeoquímicos são a interface entre os elementos “não vivos” e os seres vivos, devido à interdependência dos elementos inorgânicos para a construção das moléculas orgânicas e para a manutenção dos ciclos que mantêm a estabilidade dinâmica da vida no Planeta Terra.

Considera-se que o Pensamento Sistêmico e a Educação Ambiental Crítica podem contribuir significativamente para o desenvolvimento de novas estratégias no processo de ensino aprendizagem para além do que já foi exposto neste artigo, pois essas abordagens conectam o conhecimento e contextualizam as perspectivas ecológica, social, econômica e política, permitindo a apropriação do conhecimento de forma integral.

### Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós- graduação em Ensino de Ciências- PPgECi/ UFRGS e ao Instituto de Ciências Básicas da Saúde- ICBS/ UFRGS..

### Referências

- ASSARAF, O. Orion, N. **Development of system thinking skills in the context of earth system education in Science.** Journal of Research in Science Teaching. 12 ed. vol. 42. pag. 518- 560. 2005.
- BARROS, C. O. **Discursos escolares sobre o ciclo do carbono.** 2011. 207f. Dissertação (Mestrado em Ensino e História de Ciências da Terra)-Universidade Estadual de Campinas Instituto de Geociências, Campinas, 2011.
- BOGDAN, R. S.; BIKEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** 12. ed. Porto: Porto, 2003.



CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Da educação em Ciência às orientações para o ensino das Ciências: um repensar epistemológico**. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/dJV3LpQrsL7LZXykPX3xrwj/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 set. 2020. 8. ed. São Paulo: Cultrix, 2003.

CAPRA, F. A. **Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. 8. ed. São Paulo: Cultrix, 2003.

CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2012.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.

LIMA, G. F. C.; PORTILHO, F. **Sociologia Ambiental no Contexto Acadêmico Norte Americano: Formação, Dilemas e Perspectivas**. *Teoria & Sociedade*, Belo Horizonte, n. 7, p. 241-276, jun./2001.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARIOTTO, S.C., CORAIOLA, M., **Educação Ambiental na Concepção do Pensamento Sistemico**. *Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient*, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 237 - 243, abr./jun. 2009. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/cienciaanimal/article/view/9933>. Acesso em: 18 set. 2020.

PHILIPPI JR., A.; PELICIONI, M. da C. F. (ed.). **Educação ambiental e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 13 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. (Coleção Leitura).

ROSA, R. S.; MESSIAS, R. A.; AMBROZINI, B. **Importância da compreensão dos ciclos biogeoquímicos para o desenvolvimento sustentável**. 2003. 52 f. Monografia (Curso de Ciclos Biogeoquímicos) -Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em: <http://fernandosantiago.com.br/bgquitexto.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.

SILVA, B. R. da; SILVA, T. R. da. **Reflexões sobre a abordagem de ciclos biogeoquímicos no ensino em ciências: considerações para um enfoque em CTS**. *Form@re*, Teresina, v. 5, n. 2, p. 5-18, jul./dez. 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/parfor/article/view/6234>. Acesso em: 8 out. 2019.

TEIXEIRA, P.M.M. **A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências**. *Ciência & Educação*, v.9,n.2,p.177-190,2003.Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5274164>. Acesso em: 22 set. 2020.

VASCONCELLOS, M. J. E. **Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência**. Campina: Papyrus, 2002.

## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE A QUEIMA DO LIXO DOMÉSTICO COM OS PROBLEMAS AMBIENTAIS DA COMUNIDADE

<b>1.</b>	<b>Quais os motivos pelas quais as pessoas queimam o lixo doméstico?</b>
	<i>A1. Para se livrar do lixo e porque é mais rápido, mas faz mal para nós e se fica maior pode queimar as árvores e queimar até uma casa.</i>
	<i>A2. Pessoas simplesmente tocam fogo nos resíduos.</i>
	<i>A3. Para se livrar do lixo.</i>
	<i>A4. Para queimar resíduos e se livrar do lixo</i>
	<i>A5. Para se livrar dos produtos</i>
	<i>A6. infelizmente na intenção de se livrar dos resíduos o quanto antes, faz com que as pessoas simplesmente toquem fogo nos resíduos</i>
	<i>A7. Para se livrar dos produtos e dos resíduos</i>
	<i>A8. É considerado inofensivo para muitas pessoas.</i>
	<i>A9. Mesmo falando em sustentabilidade nos últimos tempo ainda é muito difícil perceber no cotidiano</i>
	<i>A10. Queimar o lixo significa um grande perigo para a sociedade.</i>
	<i>A11. Para se livrar do lixo.</i>
	<i>A12. Para colocar o lixo fora.</i>
	<i>A13. As pessoas queimam o lixo para se livrar o quanto antes do lixo não pensando nos outros e nem em si mesmos pois isso gera muita poluição</i>
	<i>A14. Para não ficar nenhum lixo acumulado.</i>
	<i>A15. Para se livrar do lixo</i>
	<i>A16. Mesmo que a sustentabilidade esteja em evidência nos últimos tempos ainda é incomum perceber em ações no cotidiano.</i>
	<i>A17. Mesmo que a sustentabilidade esteja em evidência nos últimos tempos ainda é incomum perceber.</i>
<b>2.</b>	<b>Quais as consequências da queima de lixo doméstico para o meio ambiente e para a saúde das pessoas?</b>
	<i>A1. O lixo das pessoas normalmente tem plástico e o plástico depois de queimado polui o ar e pode fazer mal para nós seres humanos e para os animais.</i>
	<i>A2. Vários incêndios começam com uma simples queimada num terreno baldio no quintal de casa e acabam queimando casas.</i>
	<i>A3. Mau cheiro, poluição além do desperdício de materiais que poderiam ser aproveitados ou reciclados.</i>
	<i>A4. A queima de lixo pode causar incêndios florestais e pode prejudicar algumas pessoas</i>

<i>A5. Uma fumaça tóxica que afeta os humanos e os animais.</i>
<i>A6. Gás tóxico para o meio ambiente, mau cheiro, poluição etc, junto pode queimar a grama se estiver em ambiente de floresta ou grama e isso começa um incêndio</i>
<i>A7. Gás tóxico para o meio ambiente, mau cheiro, poluição e etc, junto pode queimar a grama</i>
<i>A8. O mau cheiro, a poluição além do desperdício de matéria que poderia ser aproveitada ou reciclada.</i>
<i>A9. A prática de atear fogo em áreas de vegetação ou terrenos públicos ou particulares ou ainda o hábito de queimar lixo a céu aberto.</i>
<i>A10. Possam resultar em danos à saúde humana ou que provoquem a mortandade de animais ou destruição.</i>
<i>A11. Mau cheiro, poluição além do desperdício de materiais que poderiam ser aproveitados ou reciclados.</i>
<i>A12. Mau cheiro, poluição além do desperdício de materiais que poderiam ser aproveitados ou reciclados.</i>
<i>A13. Risco de vida de pessoas e do patrimônio.</i>
<i>A14. A queima do lixo doméstico pode causar muita poluição para o meio ambiente como a fumaça e pode prejudicar a saúde de muitas pessoas. com problemas respiratórios</i>
<i>A15. A fumaça do lixo queimado</i>
<i>A16. Atear fogo em áreas de vegetação ou terrenos públicos ou particulares e queimar lixo em céu aberto</i>
<i>A17. Atear fogo em áreas de vegetação ou terrenos públicos ou particulares e queimar lixo em céu aberto</i>
<b>3. Qual a relação entre a queima de lixo doméstico e a poluição das águas?</b>
<i>A1. O lixo das pessoas muitas vezes têm plásticos e quando queimado a fumaça se torna tóxica assim poluindo o ar e a água.</i>
<i>A2. Os resíduos podem cair na água e poluir a água.</i>
<i>A3. Os restos do lixo queimado vão entrando dentro da terra e poluem as águas subterrâneas.</i>
<i>A4. A queima de lixo pode causar danos ao meio ambiente e a poluição das águas deixam as águas sujas e com bactérias</i>
<i>A5. As cinzas, os gases e o lixo.</i>
<i>A6. Se houver componentes plásticos o prejuízo é ainda maior pois a fumaça se torna extremamente tóxica incluindo partículas gasosas cancerígenas</i>
<i>A7. As cinzas o gás e o lixo</i>
<i>A8. Mesmo que a sustentabilidade esteja em evidência nos últimos tempos ainda é incomum perceber em ações no cotidiano</i>
<i>A9. É importante que todos façam a sua parte e contribuam com a qualidade da água, do</i>



ar, do solo
A10. A legislação tem por objetivo combater a poluição e contribuir com a qualidade da água.
A11. Sem resposta.
A12. Os restos de lixo queimado vão entrando dentro da terra e poluem as águas subterrâneas.
A13. A umidade baixa por si só já prejudica a saúde.
A14. Com a queima do lixo doméstico vem as cinzas do fogo que podem ir para a água assim poluindo ela.
A15. Os restos de lixo queimado vão entrando dentro da terra e poluem as águas subterrâneas.
A16. O importante é que todos façam a sua parte e contribuam com a qualidade da água, do ar e do solo.
A17. O fogo em áreas de vegetação públicas ou particulares.
<b>4. Qual a relação entre a queima de lixo doméstico e a poluição da atmosfera?</b>
A1. O lixo que as pessoas queimam tem resíduos de plásticos que poluem o ar e aumenta a poluição.
A2. A fumaça vai para a atmosfera e polui.
A3. A fumaça das queimadas vai para a atmosfera e polui a atmosfera.
A4. A queima de lixo pode causar danos ao meio ambiente e a poluição atmosférica deixa o ar poluído e pode causar doenças em algumas pessoas.
A5. O ar fica contaminado e ruim para os humanos e animais.
A6. O CO <sub>2</sub> que ocupa o papel central como causador do efeito estufa e as mudanças climáticas decorrentes da sua alta concentração na atmosfera.
A7. Causador do efeito estufa e das mudanças climáticas.
A8. A fumaça se torna extremamente tóxica incluindo contaminação gasosa cancerígena, isso sem citar o dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), que ocupa o papel central como causador do efeito estufa.
A9. Se houver componentes plásticos, o prejuízo é ainda maior, pois a fumaça se torna extremamente tóxica.
A10. A fumaça que se concentra no ar é causada pelas queimadas que acarretam a emissão de diversos gases tóxicos.
A11. Se houver componentes plásticos o prejuízo é ainda maior pois a fumaça se torna extremamente tóxica.
A12. A fumaça das queimadas vai para a atmosfera e polui a atmosfera.
A13. As cinzas rapidamente tomam o lugar do que antes era lixo.
A14. Com a queima do lixo doméstico a fumaça pode acabar ajudando o aquecimento global por conta da poluição.

A15. A fumaça das queimadas vai para a atmosfera e polui a atmosfera.
A16. Se houver componentes plásticos o prejuízo é ainda maior, a fumaça se torna extremamente tóxica incluindo composição gasosa cancerígena.
A17. O ato de queimar o lixo considerado inofensivo por muitas pessoas consiste em
<b>5. Na sua opinião, o que as pessoas da comunidade podem fazer para resolver o problema da queima do lixo doméstico?</b>
A1. Podem parar de queimar o lixo mas ainda têm muitas pessoas que não ligam para a poluição do ar.
A2. Não queimar o lixo doméstico e jogar no lixo.
A3. Parar de queimar e reciclar os lixos.
A4. Poderiam reciclar, reutilizar e até guardar.
A5. Até onde eu sei no mínimo é melhor guardar o lixo e recolher e esperar o caminhão do lixo.
A6. As pessoas devem colocar o lixo em sacos separados para que seja colocado em um lugar adequado.
A7. Parar de queimar lixo e reciclar os resíduos.
A8. Podem parar de queimar lixo e podem se organizar mais os lixos e podem deixar que o caminhão de lixo arrume as sujeiras, isso que eu acho.
A9. Elas podiam parar de jogar lixo nas matas na floresta, assim a Amazônia iria agradecer.
A10. As pessoas podem parar de queimar o lixo e podiam fazer reciclagem e tudo podia ficar melhor.
A11. Não respondeu.
A12. Parar de queimar e reciclar os lixos.
A13. Parar de queimar o lixo e cuidado com a cidade e valorização da vida.
A14. Eu acho que para resolver isso devemos ao invés de queimar devemos reciclar ou deixar o lixo se decompor.
A15. Ao invés de queimar reciclar os lixos.
A16. Eles podem parar de jogar lixo nos lugares e parar de queimar plásticos.
A17. Reciclar e colocar lixo na lata de lixo e não colocar fogo no quintal.

**APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE AS QUEIMADAS  
NA REGIÃO AMAZÔNICA E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS**

<b>1. Quais as causas do grande número de queimadas na região Amazônica ?</b>
A1. O calor é às vezes provocado por nós mesmos.
A2. Com a retirada da cobertura vegetal tanto para o avanço da indústria, quanto para o avanço da fronteira agrícola da região e povoamento, a Amazônia vem sofrendo ao longo dos anos com o aumento dos focos de incêndio.
A3. As queimadas são feitas por causa do aquecimento global e por consequência o aquecimento está aumentando.
A4. O calor é às vezes provocado por nós seres humanos.
A5. A agricultura e a pecuária são os principais motivadores.
A6. Agricultura e pecuária são as principais motivações do processo, pois são atividades que necessitam de grandes áreas de terras para acontecerem.
A7. A agricultura e a pecuária são as principais motivadoras do processo, pois são atividades que necessitam de grandes áreas de terras para acontecerem.
A8. Agricultura e pecuária são as principais motivadoras do processo, pois são atividades que necessitam de grandes áreas de terras para acontecerem.
A9. Não alfabetizada (fez desenho)
A10. Necessitam de grandes áreas de terras para acontecerem.
A11. Os efeitos do desmatamento e das conseqüentes queimadas são muitos, as alterações da condição climática e perda da biodiversidade configuram-se como as mais preocupantes e de maior impacto na região.
A12. Agricultura e pecuária motivadoras do processo pois são atividades que necessitam de grandes áreas de terras para acontecerem.
A13. A agricultura e a pecuária são os principais motivadores do processo, pois são atividades que necessitam de grandes áreas de terra para acontecerem.
A14. A agricultura e a pecuária são as principais motivadoras do processo, pois são atividades que necessitam de grandes áreas de terras para acontecerem.
A15. A agricultura e a pecuária são as principais motivadoras do processo, pois são atividades que necessitam de grandes áreas de terras para acontecerem.
A16. A agricultura e a pecuária são as principais motivadoras do processo, pois são atividades que necessitam de grandes áreas de terras para acontecerem.

A17. Erosão e empobrecimento do solo.
<b>2. Quais as consequências dessas queimadas para o meio ambiente e para a sociedade humana?</b>
A1 É que as árvores vão queimar o nosso ar e aos poucos vai se acabando e o nosso ambiente não será o mesmo.
A2. Erosão e empobrecimento do solo, eliminação da biodiversidade.
A3. As queimadas podem matar os animais e podem fazer a poluição
A4. As consequências são tipo os lares de quem mora perto de lá, as árvores vão queimar e muitos animais podem morrer porque o fogo se espalha pela floresta toda causando muitas queimadas.
A5. A evaporação da água do oceano Atlântico e a transpiração das plantas da floresta amazônica formam as chuvas.
A6. Erosão e empobrecimento do solo, eliminação da biodiversidade local e alterações climáticas mundiais.
A7. Erosão e empobrecimento do solo, eliminação da biodiversidade local e alterações climáticas mundiais.
A8. não respondeu.
A9. Erosão e empobrecimento do solo, eliminação da biodiversidade local, diminuição da circulação do volume das águas superficiais, alterações das condições de temperatura e umidade e presença de vapor de água na atmosfera.
A10. Erosão e empobrecimento do solo, eliminação da biodiversidade local e alterações climáticas mundiais.
A11. O desmatamento é necessário e está ligado ao processo das queimadas na região.
A12. O desmatamento é necessário e está ligado ao processo das queimadas na região.
A13. Erosão e empobrecimento do solo, eliminação da biodiversidade local, diminuição da circulação do volume das águas superficiais, alterações das condições de temperatura e umidade e presença de vapor de água na atmosfera.
A14. As queimadas são práticas humanas muito ligadas à agricultura.
A15. Erosão e empobrecimento do solo, eliminação da biodiversidade local e alterações climáticas mundiais.
A16. O desmatamento é necessário e está ligado ao processo das queimadas na região.

A17. Erosão e empobrecimento do solo, eliminação da biodiversidade local e alterações climáticas mundiais.
<b>3. Qual a relação entre as queimadas da amazônia e a seca em algumas regiões do Brasil?</b>
A1. É por causa do calor
A2. Por causa do calor do sol.
A3. A falta de chuva pode causar a falta de energia solar e na amazônia pode matar animais.
A4. As queimadas e a seca podem vir a reduzir a chuva.
A5. Falta da evaporação das águas nas árvores. Por causa de muita falta de chuva e por conta do calor.
A6. Com o avanço do desmatamento a floresta tem os padrões de pressão alterados o que pode causar o declínio dos ventos carregados de umidade que vem do oceano para o continente sem árvores a chuva na região pode cessar por completo.
A6. Eu acho que como tem muito fogo nos matos o gás tóxico vai para o país todo. Eu acho que como a fumaça é quente ele vai para as nuvens e lá fica quente daí a chuva é gelada e as nuvens frio quente daí não chove.
A7. A falta de chuva tem impacto nas queimadas o fogo se inicia por causa do próprio homem
A8. A falta de rios e árvores.
A9. Infelizmente no intuito de se livrar dos resíduos o quanto antes faz com que as pessoas simplesmente toquem fogo nos resíduos.
A10. A falta de chuva tem impacto nas queimadas , o fogo se inicia por ação do próprio homem, mas ele se alastra muito mais com o solo e a vegetação seca.
A11. A desertificação traz a falta de chuva no Brasil.
A12. Por causa da falta de chuva os matos ficam muito secos, aí qualquer coisinha pode pegar fogo.
A13. A relação entre as queimadas na Amazônia pode ser muito calor ou algo relacionado a isso. A falta de chuvas no Brasil pode se relacionar com o calor que está causando.
A14. A falta de chuva causa impacto nas queimadas o fogo se inicia por ações tomadas por seres humanos, porém ele se espalha muito e com o solo e a vegetação seca.
A15. A falta de chuvas tem impacto nas queimadas e o fogo se inicia por

causa do próprio homem.
A16. O calor e as matas que são queimadas por falta de chuvas.
A17. Por causa de muita falta de chuva e ondas de calor.
<b>4. Qual a relação que existe entre o efeito estufa e o aquecimento global?</b>
A1. É por causa do calor
A2. As alterações das condições de temperatura e umidade baixa.
A3. É um lugar fechado e abafado.
A4. O aquecimento global é o resultado do acúmulo excessivo de gases do efeito estufa na atmosfera. O efeito estufa é o mecanismo que ocorre com a ação de gases que retêm calor na atmosfera do planeta enquanto o aquecimento global é o aumento da temperatura média do planeta por causa da emissão desenfreada destes gases.
A5. A estufa conserva o calor e o aquecimento global o próprio nome já diz. Global eu acho que ele aquece globalmente o mundo.
A6. Estufa é um lugar que guarda muito calor e umidade, já o aquecimento global deixa alguns lugares quentes.
A7. O aumento da temperatura é um fenômeno que ocorre quando o calor do sol acumula-se na superfície e na atmosfera.
A8. Estufa é um lugar muito quente.
A9. O aquecimento global é o resultado do acúmulo excessivo de gases de efeito estufa na atmosfera.
A10. O efeito estufa é uma das principais preocupações ambientais da humanidade. O aquecimento global pode ser feito de várias formas, uma delas pode ser causada por conta do sol.
A11. As queimadas podem formar o efeito estufa e causar o aquecimento global.
A12. O efeito estufa guarda uma camada de ar e acaba alterando a temperatura quando ocorre o efeito estufa.
A13. O aquecimento global é o resultado do acúmulo excessivo de gases de efeito estufa na atmosfera.
A14. O aquecimento global é o resultado do acúmulo excessivo de gases de efeito estufa na atmosfera.
A15. O aumento da temperatura é um fenômeno que ocorre quando o calor do sol acumula-se na superfície e na atmosfera.

A16. O aumento da temperatura é um fenômeno que ocorre quando o calor do sol acumula-se na superfície e na atmosfera.
A17. As queimadas podem formar o efeito estufa e causar o aquecimento global.
<b>5. Quais as consequências que o aquecimento global pode interferir na sua vida?</b>
A1. Pode interferir com alergias, infecções e doenças cardiorrespiratórias além da proliferação de mosquitos que transmitem a dengue e a malária.
A2. Redução das chuvas, ondas de calor e além de danos à humanidade.
A3. Entre as consequências estão o aumento dos níveis dos oceanos, a desertificação, a alteração nos regimes das chuvas, inundações e a redução da biodiversidade.
A4. O aquecimento global pode destruir o planeta.
A5. Estão o degelo, o aumento do nível dos oceanos, a desertificação, a alteração do regime de chuvas e inundações e a redução da biodiversidade.
A6. Aumento na incidência da ocorrência de eventos climáticos extremos.
A7. Esse fenômeno pode trazer consequências diversas e complexas para o planeta, além de danos irreversíveis ao planeta.
A8. Além do calor as calotas de gelo derretem podendo gerar fenômenos como furacões, tufões e ciclones.
A9. Pode aquecer o planeta e causar incêndios e fumaça.
A10. O aumento da temperatura e o calor do sol que se acumula na atmosfera.
A11. O aquecimento global deixa alguns lugares quentes.
A12. As queimadas podem formar o efeito estufa e causar o aquecimento global.
A13. O aquecimento global prejudica o meio ambiente por causa da fumaça.
A14. O aquecimento global pode ser feito de várias formas, uma delas pode ser causada por conta do sol.
A15. vai aquecer o planeta e aumentar a temperatura.
A16. O aquecimento global é o aumento da temperatura média do planeta por causa da emissão desenfreada desses gases.
A17. O aumento da temperatura prejudica o meio ambiente.

## ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - ALUNO

A participação é voluntária, isto é, a qualquer momento você pode desistir de deixar seu filho participar e retirar seu consentimento sem a necessidade de comunicar-se com os pesquisadores. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição que forneceu o espaço para o desenvolvimento do trabalho. Porém, caso necessite de algum esclarecimento, poderá entrar em contato com o Prof. Dr. José Vicente Lima Robaina, responsável pela realização deste trabalho, por meio do telefone (51) 3308-4155 ou pelo seguinte endereço: Avenida Paulo Gama, SN, Porto Alegre, CEP: 90046-900, sala 805, Faculdade de Educação. Também será garantido o resguardo e o sigilo de seus dados pessoais ou de qualquer aspecto que possa identificá-lo neste trabalho, primando pela privacidade e por seu anonimato. Manteremos em arquivo, sob nossa guarda, por no mínimo 5 anos, todos os dados e documentos da pesquisa, sendo estes armazenados na Faculdade de Educação, situada na Avenida Paulo Gama, SN, sala 825, Porto Alegre, CEP, 90046-900, telefone para contato 3308-4155. Após transcorrido esse período, os mesmos serão destruídos.

Ao final desta pesquisa, todos os dados coletados serão utilizados para a construção de uma Dissertação de Mestrado, a ser defendida em banca pública no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, além da produção de artigos com resultados das observações parciais, sendo estes publicados em periódicos desta área de estudo e/ou apresentados em eventos, como Congressos e Seminários. Os dados obtidos a partir desta pesquisa não serão usados para outros fins além dos previstos neste documento.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizado na Av. Paulo Gama, 110, sala 317, Prédio Anexo 1 da Reitoria, Campus Centro, Porto Alegre/RS – CEP: 90040-060 – Fone (51) 3308- 3738.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será rubricado em todas as folhas e assinado em duas vias, permanecendo uma com você e a outra deverá retornar ao pesquisador.

\_\_\_\_\_  
 Prof. Dr. José Vicente Lima Robaina  
 Assinatura do pesquisador responsável

Eu, \_\_\_\_\_, consinto na participação do(da) menor \_\_\_\_\_ no estudo. Fui esclarecido(a) previamente quanto aos riscos e benefícios que envolvem participação nessa pesquisa. Estou de acordo com a participação no estudo proposto, sabendo que dele o(a) menor poderá desistir a qualquer momento, sem sofrer qualquer punição ou constrangimento. Afirmo que entendi os objetivos e as condições da minha participação na pesquisa e estou de acordo com o seu desenvolvimento. Declaro ter recebido uma cópia deste termo de consentimento.

Nome da criança participante: \_\_\_\_\_

Responsável legal do participante da Pesquisa (assinatura): \_\_\_\_\_

Local e data: \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_, 20\_\_\_\_



**ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - ALUNO**

A participação é voluntária, isto é, a qualquer momento você pode desistir de deixar seu filho participar e retirar seu consentimento sem a necessidade de comunicar-se com os pesquisadores. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição que forneceu o espaço para o desenvolvimento do trabalho. Porém, caso necessite de algum esclarecimento, poderá entrar em contato com o Prof. Dr. José Vicente Lima Robaina, responsável pela realização deste trabalho, por meio do telefone (51) 3308-4155 ou pelo seguinte endereço: Avenida Paulo Gama, SN, Porto Alegre, CEP:90046-900, sala 805, Faculdade de Educação. Também será garantido o resguardo e o sigilo de seus dados pessoais ou de qualquer aspecto que possa identificá-lo neste trabalho, primando pela privacidade e por seu anonimato. Manteremos em arquivo, sob nossa guarda, por no mínimo 5 anos, todos os dados e documentos da pesquisa, sendo estes armazenados na Faculdade de Educação, situada na Avenida Paulo Gama, SN, sala 825, Porto Alegre, CEP, 90046-900, telefone para contato 3308-4155. Após transcorrido esse período, os mesmos serão destruídos.

Ao final desta pesquisa, todos os dados coletados serão utilizados para a construção de uma Dissertação de Mestrado, a ser defendida em banca pública no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, além da produção de artigos com resultados das observações parciais, sendo estes publicados em periódicos desta área de estudo e/ou apresentados em eventos, como Congressos e Seminários. Os dados obtidos a partir desta pesquisa não serão usados para outros fins além dos previstos neste documento.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizado na Av. Paulo Gama, 110, sala 317, Prédio Anexo I da Reitoria, Campus Centro, Porto Alegre/RS – CEP: 90040-060 – Fone (51) 3308- 3738.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será rubricado em todas as folhas e assinado em duas vias, permanecendo uma com você e a outra deverá retornar ao pesquisador.

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Vicente Lima Robaina  
Assinatura do pesquisador responsável

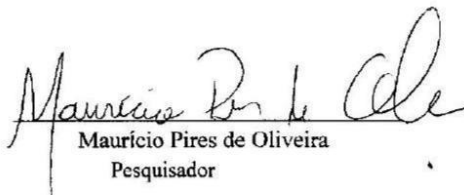
Eu, , consinto na participação do(da) menor \_\_\_\_\_ estudo. Fui esclarecido(a) previamente quanto aos riscos e benefícios que envolvem participação nessa pesquisa. Estou de acordo com a participação no estudo proposto, sabendo que dele o(a) menor poderá desistir a qualquer momento, sem sofrer qualquer punição ou constrangimento. Afirmando que entendi os objetivos e as condições da minha participação na pesquisa e estou de acordo com o seu desenvolvimento. Declaro ter recebido uma cópia deste termo de consentimento.

Nome da criança participante: \_\_\_\_\_

Responsável legal do participante da Pesquisa (assinatura): \_\_\_\_\_

Local e data: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, 20\_\_\_\_


## ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO - INSTITUIÇÃO

  
Maurício Pires de Oliveira  
Pesquisador

E- mail: mauoliveira7595@gmail.com

Telefone: (51) 3308-4155

Avenida Paulo Gama, SN, Porto Alegre, CEP: 90046-900, sala 805, Faculdade de Educação.

  
Naiara Nunes Cardoso

Diretora da E.E.E.M. Ayrton Senna da Silva

*Naiara Nunes Cardoso*  
Diretora  
Id. Func. 1596071/01  
E.E.F.M. Ayrton Senna da Silva

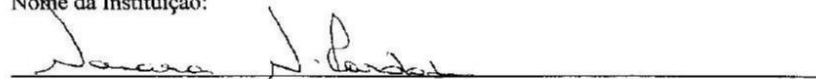
E-mail: ayrtonsennas28cre@educacao.rs.gov.br

Telefone: (51) 3435-2192

Rua Ipiranga, 135 - Vila Augusta - Viamão/RS - CEP:

Declaro que entendi os objetivos e as condições da participação da instituição na pesquisa e estou de acordo com o seu desenvolvimento.

Nome da Instituição:



Assinatura da Diretora da Instituição:

*Naiara Nunes Cardoso*  
Diretora  
Id. Func. 1596071/01  
E.E.F.M. Ayrton Senna da Silva

Viamão, 15 de outubro de 2021.

**ANEXO D - QUESTIONÁRIO SOCIOAMBIENTAL 1**

Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências - ICBS/ UFRGS.

Questionário socioambiental para os alunos da escola Ayrton Senna da Silva,  
Viamão, RS.

Nome: \_\_\_\_\_, Turma: 62, Idade: 11

1. Qual a escolaridade de seus pais ou responsáveis?  
5º ANO MÃE
2. Qual a idade dos seus pais ou responsáveis?  
30 ANOS
3. Qual a ocupação de seus pais ou responsáveis?  
COSTURAS
4. Quantas pessoas residem na casa em que você mora?  
2 PESSOAS
5. Quantos banheiros possui a casa onde mora? Encontra- se dentro de casa ou fora da casa?  
2 BANHEIROS DENTRO
6. A rua onde mora tem calçamento? Asfalto ou pedra?  
NÃO
7. Na casa onde mora tem água encanada? se não qual a fonte de água que utilizam ?  
SIM
8. Na rua da sua casa tem sistema de coleta de esgoto? se não qual é o destino do esgoto proveniente da casa?  
SIM
9. A casa onde mora possui fogão a gás e/ou fogão à lenha? se não qual outra forma utilizam para cozinhar?  
FOGÃO A GÁS
10. Na casa onde mora possui luz elétrica? se não qual fonte de luz que utilizam?  
LUZ ELÉTRICA
11. Onde colocam o lixo produzido na casa em que mora?  
NA LIXEIRA

12. Na rua em que mora existe coleta de lixo? Se não qual o destino do lixo produzido na sua residência?

SIM

13. Na rua em que mora existe coleta de lixo reciclável? se sim as pessoas da sua residência separam o lixo para coleta?

NÃO

14. Na casa onde mora são cultivadas hortaliças no quintal de casa? Quais?

NÃO

15. No quintal da casa em que mora possui árvores frutíferas? Quais?

NÃO

16. No quintal da casa em que mora possui criação de animais? Quais?

NÃO