



A abordagem das mudanças climáticas nos livros didáticos de Ciências da Natureza da rede pública estadual de Sergipe

The approach to the climate change in nature sciences textbooks of the Sergipe state public schools

A. V. Batista^{1*}; C. R. Donato²; A.S. Pinto¹

¹*Departamento de Ecologia, Laboratório de Ecologia de Ecossistemas, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão - Sergipe, Brasil*

²*Colégio de Aplicação, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-Sergipe, Brasil*

*vitor-se@live.com

(Recebido em 30 de junho de 2023; aceito em 15 de novembro de 2023)

Este trabalho avaliou como as mudanças climáticas estão sendo abordadas nos livros didáticos de Ciências da Natureza aprovados no PNL D 2021 e, disponibilizados para as turmas de Ensino Médio das escolas da rede pública estadual de Sergipe. Para tanto, realizou-se análise de conteúdo da coleção didática “Moderna Plus”. A avaliação mostrou que, dos seis livros da coleção referente ao primeiro ano, apenas dois abordam aspectos sobre as mudanças climáticas. Notou-se, também, a ausência de uma abordagem regional e apresentação das contradições e controvérsias acerca do tema, trazendo uma perspectiva superficial sobre as mudanças climáticas. Sugere-se um processo contínuo de revisão e atualização do conteúdo presente nos livros, formação continuada dos docentes e uso de metodologias ativas, para contextualizar e aproximar os discentes das questões climáticas.

Palavras-chave: ensino, crise climática, ações antrópicas.

This paper evaluated how climate change is being approached in the nature science textbooks approved in PNL D 2021 and made available to high school classes in Sergipe public schools. For this purpose, a content analysis of the textbook collection “Moderna Plus” was carried out. The appraisal has shown that, from the six books of the collection, only two books approach aspects of climate change. It was also perceived, the lack of a regional approach and, the presentation of contradictions and controversies over the subject, bringing a superficial perspective on climate change. It is recommended a continuous process of reviewing and updating the content on the books, continuing education of teachers, and the use of active methodologies, to contextualize and bring students closer to climate matters.

Keywords: teaching, climate crisis, anthropic actions.

1. INTRODUÇÃO

O final da década de 2010 foi marcado pelo retrocesso na governança ambiental no Brasil, mas também pelo negacionismo frente às mudanças climáticas e os seus efeitos para meio ambiente [1]. O Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas (IPCC), entidade responsável por estudar os impactos das mudanças climáticas, vem alertando que a relação entre as ações humanas e as mudanças no clima é inequívoca [2].

Devido ao avanço nas metodologias empregadas nos estudos climáticos e a melhor compreensão sobre os desdobramentos das mudanças climáticas, os alertas apresentados no relatório de avaliação do IPCC mais recente apontam para cenários preocupantes. Nas próximas décadas haverá maior frequência de eventos climáticos extremos (enchentes, ondas de calor etc.) e a antecipação desses eventos, em relação a previsões anteriores [3]. Portanto, é necessária uma resposta coletiva envolvendo os diferentes setores da sociedade para o enfrentamento da questão, pois se trata de uma temática urgente [4, 5].

O enfrentamento da crise climática requer avaliar as relações de causa e consequência desse fenômeno, bem como discutir e sensibilizar sobre o papel dos diferentes sujeitos envolvidos. Logo, a sociedade precisa ser alertada acerca da atual crise climática, perpassando pelo fortalecimento de políticas públicas educacionais [6]. Nesse contexto, as instituições de ensino exercem um papel essencial na promoção da divulgação de informações e fortalecimento do debate crítico sobre os fenômenos climáticos e os seus impactos para a população.

Logo, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sugere que os conteúdos sejam voltados ao desenvolvimento de competências e habilidades, buscando-se a autonomia, reflexão e criticidade dos estudantes [7-9]. No entanto, para atingir esses objetivos, é fundamental que haja um esforço colaborativo dos diferentes sujeitos que representam o ambiente escolar, ou seja, gestores públicos, diretores, coordenadores e professores. No âmbito da sala de aula, destaca-se a necessidade de mediação do docente e que o mesmo diversifique a prática docente, utilizando diferentes estratégias que possibilitem uma reflexão crítica, em especial sobre as mudanças climáticas.

Contudo, a precariedade do ensino público, em algumas regiões do país, não garante aos professores os recursos suficientes para trabalharem a temática sobre diferentes perspectivas e metodologias de ensino. Além disso, por se tratar de um tema controverso, nem sempre os docentes apresentam formação suficiente para discussão da temática.

Diante disso, o livro didático torna-se, por vezes, o único recurso disponível e norteador da prática docente nos diferentes contextos escolares [7]. Portanto, por ser um instrumento central no processo de ensino, é essencial que esse recurso pedagógico seja efetivo ao aprendizado. Não sendo visto apenas como uma fonte de conceitos, mas também, sempre que possível, apresente-se conectado com a realidade dos estudantes [10]. Ou seja, espera-se que o livro didático empregado nas escolas forneça suporte para um aprendizado crítico sobre os sujeitos atuantes no meio ambiente, cujas ações, ou omissões, podem contribuir para as mudanças climáticas [6].

Logo, este trabalho traz como problema de pesquisa: como as mudanças climáticas estão sendo abordadas nos livros didáticos de Ciências da Natureza aprovados no PNLD 2021 e disponibilizados para as turmas de Ensino Médio das escolas da rede pública básica estadual de Sergipe? A partir dessa questão central, foram pensadas algumas questões norteadoras: Como os livros apresentam os conteúdos relativos às mudanças climáticas? Esses conteúdos estão contextualizados e favorecem o desenvolvimento de uma percepção crítica dos estudantes? Caso haja lacunas nos livros didáticos, como superá-las no ambiente escolar? Espera-se, a partir deste estudo, compreender se o livro didático exerce o papel de aproximação dos estudantes com as discussões científicas, destacando aspectos que promovam uma reflexão crítica sobre o assunto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa é de natureza qualitativa [11], do tipo documental. Nesse tipo de análise, é possível compreender o teor de um determinado objeto de pesquisa, a partir de vários elementos presentes nos documentos [11]. As fontes documentais desta pesquisa são os livros didáticos de Ciências da Natureza, aprovados na última avaliação do PNLD, no ano de 2021, e que posteriormente foram distribuídos pela Secretaria Estadual da Educação de Sergipe (SEDUC) às escolas públicas estaduais, para o ano letivo de 2022.

O método adotado foi a análise de conteúdo, proposta por Bardin (2011) [12]. Nessa forma de análise qualitativa, é possível compreender e discutir as percepções e dimensões acerca de diversas temáticas. Sendo assim, permite ao pesquisador uma interpretação sob diferentes dimensões acerca de problemas gerados socialmente [13].

2.1 Escolha dos livros didáticos

O material didático selecionado para análise pertence à coleção Moderna Plus, composta por seis livros didáticos e têm como público-alvo os estudantes do Ensino Médio (Quadro 1). Os livros estão organizados na área do conhecimento proposta na BNCC, definida como Ciências da Natureza. Nessa, estão inseridas como subáreas: Química, Física e Biologia. O critério de escolha da coleção didática justifica-se, pois, após uma consulta presencial ao Departamento de Apoio ao Sistema Educacional de Sergipe (DASE), constatou-se que a coleção foi a mais adotada pelas escolas para o ano de 2022, ou seja, trata-se de um material representativo no atual contexto das escolas estaduais do estado de Sergipe.

Quadro 1. Coleção Moderna Plus Ciências da Natureza adotada para o ensino médio das escolas públicas estaduais de Sergipe.

Título da Obra	Autores	Código da obra
Moderna Plus: O Conhecimento Científico	Amabis et al. (2020) [14]	0198P21203133
Moderna Plus: Água e Vida	Amabis et al. (2020) [15]	0198P21203134
Moderna Plus: Matéria e Energia	Amabis et al. (2020) [16]	0198P21203135
Moderna Plus: Humanidade e Ambiente	Amabis et al. (2020) [17]	0198P21203136
Moderna Plus: Ciência e Tecnologia	Amabis et al. (2020) [18]	0198P21203137
Moderna Plus: Universo e Evolução	Amabis et al. (2020) [19]	0198P21203138

2.2 Categorias de análise dos livros didáticos

Os dados extraídos dos livros didáticos foram organizados em categorias de análise qualitativa [20]. Ademais, a organização lógica das informações seguiu o método aplicado por Liotti e Campos (2021) [7]. Nesse, ao analisar um conjunto de livros didáticos, os autores propuseram as seguintes ordens de análise:

- Conteúdo textual
- Iconografia
- Atividades propostas

Para cada uma das categorias selecionadas, foram destacados os aspectos que, de algum modo, auxiliam na compreensão da temática estudada (e.g. um recorte do texto, um gráfico, uma imagem, um quadro, entre outros). Esses aspectos presentes nos livros didáticos são essenciais para realização da análise e a partir deles, foram construídas as chamadas unidades de registro (UR). Essas UR são fundamentais, pois a junção dos elementos presentes em cada uma delas fornece ao pesquisador uma dimensão ampla do seu objeto de estudo, neste caso, a problemática mudança climática, no livro didático.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos seis livros didáticos avaliados, os quais compõem a coleção adotada na pesquisa, verificou-se que apenas dois abordam o tema “mudanças climáticas”, cujo teor auxiliava na compreensão das causas e consequências desse fenômeno. Esses livros foram classificados em L1 e L2, com a descrição do título do capítulo e o tópico correspondente. (Quadro 2).

Quadro 2. Materiais didáticos que abordam o tema “mudanças climáticas”.

Título da Obra	Código	Capítulo	Tópico
Moderna Plus: Matéria e Energia	L1	7 - Fluxo de energia e ciclos da matéria na natureza	Ciclos Biogeoquímicos
Moderna Plus: Humanidade e Ambiente	L2	12 - Sustentabilidade Ambiental	Poluição e desequilíbrios ambientais

3.1 Análise do conteúdo textual

A primeira UR organizada para análise foi definida pelo conteúdo textual presente nos livros. Em cada um dos capítulos analisados foram retirados alguns recortes de textos que auxiliaram na identificação das discussões sobre as mudanças climáticas (Quadro 3).

Quadro 3. Análise do conteúdo textual presente nos livros didáticos.

Código	Unidade de registro	Páginas
L1	<p>“O carbono é constituinte de todas as moléculas orgânicas. Os átomos desse elemento químico ingressam nas comunidades biológicas por meio da fotossíntese ou da quimiossíntese, e são restituídos à atmosfera principalmente pela fermentação e pela respiração aeróbica.”</p> <p>“Após a Revolução Industrial a humanidade passou a interferir cada vez mais no ciclo do carbono. Ao queimar combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo, as comunidades humanas restituem rapidamente à atmosfera toneladas e toneladas de carbono originalmente presentes nos seres vivos que originaram esses combustíveis fósseis.”</p>	90
L2	<p>“O uso de combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão, a aplicação de adubos e defensivos na agricultura e diversas outras atividades, como as industriais, lançam no meio ambiente compostos químicos poluentes que contaminam o ar, a água e o solo e modificam, em alguns casos, a proporção dos elementos que constituem o meio ambiente, afetando a saúde das pessoas, dos animais e toda a natureza [...]”</p>	109
L2	<p>“A quantidade de CO₂ na atmosfera vem aumentando progressivamente desde a Revolução Industrial, quando a queima de combustíveis fósseis (carvão mineral e petróleo) começou a ser empregada em larga escala para produzir energia. Hoje, a concentração de gás carbônico no ar já ultrapassou 0,04% da composição atmosférica (400 partes por milhão, ou ppm), um aumento superior a 40% em relação ao período pré-industrial.</p> <p>Estima-se que a concentração de gás metano (CH₄) na atmosfera também tenha aumentado mais de 150% no mesmo período. O metano resulta principalmente da decomposição de matéria orgânica. O aumento da população humana gera maior produção de lixo e esgotos, cuja decomposição leva à produção de gás metano. O aumento das áreas alagadas para o cultivo de arroz, onde ocorre muita decomposição de matéria orgânica, também tem elevado a concentração de gás metano atmosférico. Outras fontes importantes emissoras de gás metano são, por incrível que pareça, os rebanhos mundiais de gado bovino e caprino. Nos tubos digestivos desses animais ruminantes há grande quantidade de microrganismos produtores de gás metano, que é eliminado para o ambiente pela flatulência dos animais.”</p> <p>“O aumento significativo da temperatura global pode ocasionar grandes mudanças no clima da Terra, algumas presumivelmente de efeitos catastróficos. Isso parece que já está ocorrendo, como se pode observar pelo aumento de tsunamis devastadores, de secas intensas em determinadas regiões, de chuvas abundantes e destrutivas em outras, entre outros fenômenos naturais que estão se tornando mais frequentes. Nas regiões tropicais podem ocorrer tempestades torrenciais; nas regiões temperadas, o clima ficaria mais quente e mais seco; nas regiões polares, parte do gelo derreteria (o que parece já acontecer), causando a elevação do nível dos mares e a inundação de cidades litorâneas e de planícies. Entre as muitas cidades que supostamente ficariam submersas estão Osaka, no Japão; Alexandria, no Egito; e Rio de Janeiro, no Brasil.”</p>	119

Verificaram-se, inicialmente, nos livros L1 e L2, que o autor trouxe uma breve apresentação sobre carbono. Em L1, conceitos fundamentais relacionados ao carbono foram apresentados ao versar sobre a ciclagem dos elementos na natureza. As definições abordadas no livro foram postas de forma objetiva e auxiliam no entendimento básico sobre a temática. Já em L2, o tema “mudanças climáticas” foi abordado de forma direta, trazendo suas causas e consequências. Considerando a sequência de uso dos livros em um ano letivo, vale a pena ressaltar que o L1 se trata do terceiro livro da coleção estudada, enquanto o L2 será estudado a seguir. Portanto, os autores tiveram a preocupação em manter uma ordem didática para o entendimento do conteúdo trabalhado, por mais que, na prática, o professor possa utilizar os livros em ordens diferentes.

O livro L2 destaca os principais gases de efeito estufa (GEE), sua contribuição relativa para a regulação da temperatura média do planeta, quais são suas fontes de emissão e a contribuição das atividades antrópicas para o aumento das emissões. Ressalta-se que L2 menciona, de forma apropriada, a contribuição das ações antrópicas para o aquecimento global, conhecimento esse consolidado junto à comunidade científica.

Essa forma de apresentação é essencial para a compreensão do tema. Em ambos os livros, o tópico “mudanças climáticas” estava contido apenas em um capítulo, associado a outros assuntos da pauta ambiental. Entretanto, esse não foi um problema para a análise das informações, pois se sabe que vários problemas ambientais apresentam uma origem em comum, ou seja, as atividades antrópicas. Logo, trabalhar em um único capítulo torna-se uma alternativa viável para discussão das soluções de forma integrada e contextualizada da temática analisada.

No entanto, constatou-se uma visão limitada acerca do tema. O livro utiliza frequentemente o termo genérico “humanidade” para apontar a contribuição humana nas emissões de GEE, quando se sabe que existe grande desigualdade em nossa sociedade. Segundo o Observatório do Clima (2022) [21], os setores de atividade “Mudanças de uso da terra e floresta” e “Agropecuária”, somados, foram responsáveis por mais de 70% das emissões de GEE no Brasil em 2020. Portanto, o papel dos grandes empresários e latifundiários da terra tem importância maior nas emissões totais de GEE. Além disso, o livro se ausenta das discussões ao modelo econômico vigente, ou seja, o modelo capitalista. Uma vez que, ao discutir os principais responsáveis pelas emissões de GEE, e, a contribuição dos diferentes setores da sociedade para as mudanças climáticas, não foram apontadas as contradições que envolvem o atual modo de produção [1].

Segundo Layrargues (2020) [1], a partir da perspectiva crítica da educação, seria impossível discutir os problemas ambientais sem apontar os problemas do atual modelo de produção. Ademais, a ausência de discussão reflexiva foi bem evidenciada a partir da UR textual como, por exemplo, em L2, em que o autor destacou os seguintes agentes envolvidos nas emissões de metano:

[...] O aumento da população humana gera maior produção de lixo e esgotos, cuja decomposição leva à produção de gás metano [...]. Outras fontes importantes emissoras de gás metano são, por incrível que pareça, os rebanhos mundiais de gado bovino e caprino (AMABIS, 2020, p. 119) [17].

Percebem-se, a partir dessa leitura, que as ações humanas foram as primeiras a serem destacadas (descarte de resíduos e esgoto) na emissão de metano, quando comparadas às emissões associadas à criação de bovinos. Entretanto, no Brasil, em 2021, o setor agrícola foi responsável por mais de 30% das emissões de GEE, enquanto as atividades relacionadas com resíduos foram responsáveis, por apenas 4% das emissões [21]. Portanto, esperava-se que o livro destacasse a contribuição de cada setor de atividade para as emissões de GEE nacionais conforme sua relevância, e dessa forma, aproximasse os estudantes da realidade.

Segundo Liotti e Campos (2021) [7], para que haja uma construção da criticidade do aluno, é necessário abordar as controvérsias e variáveis que compõem as mudanças climáticas. Entretanto, tais perspectivas não foram evidenciadas a partir do conteúdo textual exposto nos livros didáticos avaliados. Ademais, é necessário compreender a origem das lacunas encontradas nos elementos textuais presentes nos livros didáticos, o que torna o cenário da

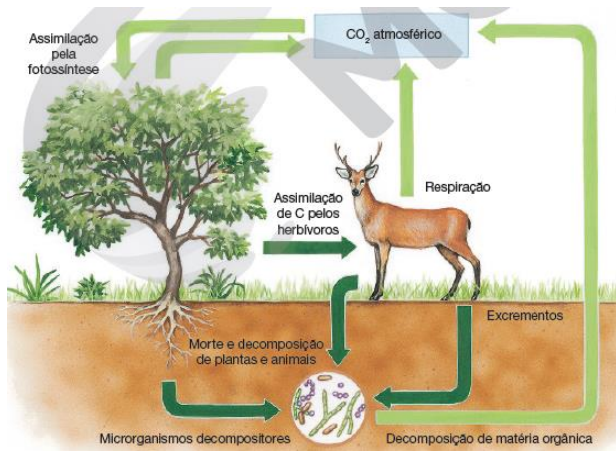
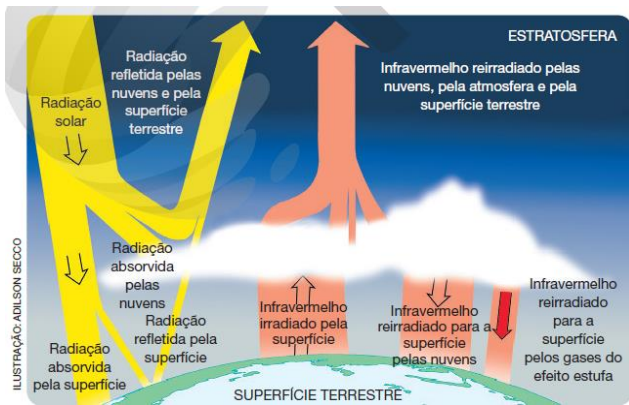
discussão desafiador. Sabe-se que os documentos norteadores da Educação Básica, a exemplo dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e principalmente a nova BNCC, pouco retratam sobre as questões ambientais [8, 9]. Além disso, sabe-se que esses documentos norteiam a elaboração dos livros didáticos. Como consequência, tais documentos acabam por promover análises vagas e descontextualizadas, contribuindo para uma abordagem superficial da temática ambiental nos livros, em especial sobre as mudanças climáticas [9].

3.2 Análise do conteúdo iconográfico

Após a delimitação da primeira etapa de análise, foram separadas as UR que compuseram os aspectos iconográficos. Nessa etapa, foram identificados, respectivamente, os esquemas, os gráficos e as imagens presentes nos livros didáticos relacionados ao conteúdo analisado (Quadro 4).

Em L1 e L2 evidenciaram-se apenas cinco itens iconográficos associados ao tema estudado. Os elementos iconográficos são importantes por fornecerem uma possibilidade real de aproximação e visualização sobre um determinado assunto [23]. Além disso, os esquemas, gráficos e imagens presentes nos livros não promovem contextualização suficiente a respeito das mudanças climáticas. Tampouco promovem aproximação dos estudantes no que diz respeito às possíveis causas e consequências das mudanças climáticas de forma regional.

Quadro 4. Aspectos iconográficos presente nos livros didáticos.

Código	Unidade de registro	Páginas
L1	 <p>Legenda 1. O carbono é constituinte de todas as moléculas orgânicas. Os átomos desse elemento químico ingressam nas comunidades biológicas por meio da fotossíntese ou da quimiossíntese, e são restituídos à atmosfera principalmente pela fermentação e pela respiração aeróbica.</p>	90
L2		147

	<p>Legenda 2. Representação esquemática do efeito estufa.</p>																																																																							
<p>L2</p>	<div data-bbox="494 302 1085 728" data-label="Figure"> <table border="1"> <caption>Legenda 3. Estimativas de emissões relativas dos principais poluentes da atmosfera no estado de São Paulo em 2018.</caption> <thead> <tr> <th>Poluente</th> <th>Veículos leves</th> <th>Veículos pesados</th> <th>Motocicletas</th> <th>Processo Industrial</th> <th>Ressuspensão</th> <th>Aerossol secundário</th> <th>Base de combustível</th> <th>Veículos totais</th> <th>Combustão de biomassa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CO</td> <td>73,3</td> <td>4,9</td> <td>18,6</td> <td>3,2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>HC</td> <td>63,5</td> <td>3,6</td> <td>8,7</td> <td>14,9</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>9,8</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>NO_x</td> <td>18,9</td> <td>43,8</td> <td>1,2</td> <td>36,1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>MP₁₀</td> <td>6,7</td> <td>31,7</td> <td>1,7</td> <td>10</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>MP_{2,5}</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>37</td> <td>51</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>SO_x</td> <td>0</td> <td>11,5</td> <td>0,1</td> <td>83,3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>CO = monóxido de carbono; HC = hidrocarbonetos; NO_x = óxidos de nitrogênio; MP₁₀ = partículas inaláveis (≤10 micrômetros) e fumaça; MP_{2,5} = partículas inaláveis finas (≤2,5 micrômetros); SO_x = óxidos de enxofre</p> </div> <p>Legenda 3. Gráfico com as estimativas de emissões relativas dos principais poluentes da atmosfera no estado de São Paulo em 2018.</p> <div data-bbox="534 795 1133 1131" data-label="Figure"> </div> <p>Legenda 4. Gráfico que representa a concentração de CO₂ na atmosfera nas últimas décadas, segundo o Observatório de Mauna Loa, no Havaí, que faz monitoramento atmosférico desde a década de 1950.</p> <div data-bbox="510 1276 1157 1556" data-label="Image"> </div> <p>Legenda 5. Vista da cidade portuária de Osaka, no Japão, em 2018. Os ambientalistas preveem risco para essa e outras cidades litorâneas se o nível do mar continuar subindo.</p>	Poluente	Veículos leves	Veículos pesados	Motocicletas	Processo Industrial	Ressuspensão	Aerossol secundário	Base de combustível	Veículos totais	Combustão de biomassa	CO	73,3	4,9	18,6	3,2	0	0	0	0	0	HC	63,5	3,6	8,7	14,9	0	0	9,8	0	0	NO _x	18,9	43,8	1,2	36,1	0	0	0	0	0	MP ₁₀	6,7	31,7	1,7	10	25	25	0	0	0	MP _{2,5}	5	0	0	0	37	51	0	0	7	SO _x	0	11,5	0,1	83,3	0	0	0	0	0	<p>148</p> <p>148</p>
Poluente	Veículos leves	Veículos pesados	Motocicletas	Processo Industrial	Ressuspensão	Aerossol secundário	Base de combustível	Veículos totais	Combustão de biomassa																																																															
CO	73,3	4,9	18,6	3,2	0	0	0	0	0																																																															
HC	63,5	3,6	8,7	14,9	0	0	9,8	0	0																																																															
NO _x	18,9	43,8	1,2	36,1	0	0	0	0	0																																																															
MP ₁₀	6,7	31,7	1,7	10	25	25	0	0	0																																																															
MP _{2,5}	5	0	0	0	37	51	0	0	7																																																															
SO _x	0	11,5	0,1	83,3	0	0	0	0	0																																																															

Os gráficos presentes informam sobre a concentração e o percentual de emissão de GEE no estado de São Paulo e no Havaí (Estados Unidos da América). Portanto, apesar da figura citar um estado brasileiro, outro elemento iconográfico menciona uma localidade fora do nosso país. Percebe-se também que o foco das discussões se encontra nos grandes centros urbanos. Ademais, foi utilizada apenas uma única imagem informando sobre possíveis consequências da elevação do nível mar para uma cidade litorânea situada no Japão.

As regiões Norte e Nordeste do Brasil apresentam, historicamente, maiores índices de desigualdade social [24, 25]. Portanto, esperava-se que as discussões a respeito das mudanças climáticas atentassem para essas regiões de maior vulnerabilidade social, alertando sobre as

causas e os riscos de tal fenômeno para a sociedade nessas localidades [4]. A utilização de elementos iconográficos que forneçam informações sobre o percentual de emissão de GEE e, sobre os diferentes níveis de degradação ambiental nas regiões Norte e Nordeste poderia auxiliar na divulgação de informações sobre a região.

3.3 Análise das atividades propostas

A última etapa de análise consistiu em organizar as UR correspondentes às atividades propostas nos livros didáticos (Quadro 5). Essa categoria de análise foi subdividida nas seguintes subcategorias: 1) Sugestão de atividades em grupo, 2) Reprodução do conteúdo, ou seja, atividades que visam apenas a assimilação dos conceitos associados ao tema, a exemplo das questões de vestibulares tradicionais, 3) Sugestão de leituras complementares, sendo essa última categoria representada por textos ou notícias presentes nos livros e que fomentam as discussões sobre o tema mudanças climáticas.

Quadro 5. Análise das atividades propostas nos livros didáticos.

Código	Unidade de registro	Páginas
1	<p style="text-align: center;">Sugestão de atividades em grupo</p> <p>O objetivo desta atividade é pesquisar sobre a origem do petróleo e do carvão mineral, os dois principais combustíveis fósseis utilizados pela humanidade. Forme um grupo com colegas para repartir as tarefas de pesquisa, que podem ser feitas em livros e na internet. Aspectos interessantes a serem levantados são, entre outros:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Como e quando esses combustíveis se formam b) Que tipos de seres os originaram? c) Como esses combustíveis são extraídos de suas jazidas? d) Quando teve início a utilização massiva de petróleo e carvão mineral? e) Quais as consequências para o ambiente da utilização massiva de combustíveis fósseis? f) Por que esses combustíveis são chamados de não renováveis? g) Quais as estimativas de tempo até que o petróleo poderá se esgotar? h) Que alternativas energéticas poderão substituir os combustíveis fósseis, que fatalmente acabarão? <p>Como se pode ver, há um grande número de questões e enfoques sobre o tema. Combine com o professor a melhor maneira de cada grupo expor aos colegas os resultados de suas pesquisas, que, de preferência, devem ser ilustradas por figuras e gráficos. (Sugestões de uso de mídias digitais estão disponíveis no início do livro.)</p>	90
2	<p style="text-align: center;">Reprodução de conteúdo</p> <p>Utilize as alternativas a seguir para responder às questões 1 e 2</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Construção de usinas hidrelétricas. b) Construção de usinas nucleares. c) Liberação de clorofluorcarbonetos (CFCs). d) Queima de combustíveis fósseis, como petróleo e carvão. <ol style="list-style-type: none"> 1 Qual das atividades humanas mais tem contribuído para o agravamento do efeito estufa? 2. Qual dessas atividades mais tem contribuído para a destruição da camada de ozônio na estratosfera? 3. Das alternativas a seguir, apenas uma não é consequência direta do desmatamento. Qual é ela? <ol style="list-style-type: none"> a) Chuva ácida. 	150

	<p>b) Diminuição da biodiversidade. c) Empobrecimento do solo em minerais. d) Erosão.</p>	
2	<p>2. (Enem) A atmosfera terrestre é composta pelos gases nitrogênio (N₂) e oxigênio (O₂), que somam cerca de 99%, e por gases traços, entre eles o gás carbônico (CO₂), vapor de água (H₂O), metano (CH₄), ozônio (O₃) e o óxido nitroso (N₂O), que compõem o restante 1% do ar que respiramos. Os gases traços, por serem constituídos por pelo menos três átomos, conseguem absorver o calor irradiado pela Terra, aquecendo o planeta. Esse fenômeno, que acontece há bilhões de anos, é chamado de efeito estufa. A partir da Revolução Industrial (século XIX), a concentração de gases traços na atmosfera, em particular o CO₂, tem aumentado significativamente, o que resultou no aumento da temperatura em escala global. Mais recentemente, outro fator tornou-se diretamente envolvido no aumento da concentração de CO₂ na atmosfera: o desmatamento.</p> <p>(Fonte: BROWN, I. F.; ALECHANDRE, A. S. Conceitos básicos sobre clima, carbono, floresta e comunidades. In: MOREIRA, A. G.; SCHWARTZMAN, S. As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiros. Brasília Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2000).</p> <p>Considerando o texto, uma alternativa viável para combater o efeito estufa é</p> <p>a) reduzir o calor irradiado pela Terra mediante a substituição da produção primária pela industrialização refrigerada. b) promover a queima da biomassa vegetal, responsável pelo aumento do efeito estufa devido à produção de CH₄. c) reduzir o desmatamento, mantendo-se, assim, o potencial da vegetação em absorver o CO₂ da atmosfera. d) aumentar a concentração atmosférica de H₂O, molécula capaz de absorver grande quantidade de calor. e) remover moléculas orgânicas polares da atmosfera, diminuindo a capacidade delas de reter calor.</p>	151
2	<p style="text-align: center;">Leituras complementares</p> <p>Década de 1990 Em 1992, após dois anos de preparação, ocorreu no Rio de Janeiro uma nova Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como ECO-92 ou Rio-92. Esse encontro ampliou ideias e resoluções da Conferência de Estocolmo, realizada vinte anos antes. A ECO-92 lançou a chamada “Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima”, que entrou em vigor em 1994 e até 1997 foi ratificada por 165 países. Seu objetivo era estabilizar as concentrações de gases causadores do aumento do efeito estufa, para impedir alterações no sistema climático planetário. Segundo o compromisso acertado, que ficou conhecido como Agenda 21, os países desenvolvidos teriam de reduzir, até o ano 2000, suas emissões de gases de efeito estufa aos níveis de 1990. Em 1997 foi aprovado o Protocolo de Kyoto, em que até o período entre 2008 e 2012 os países industrializados se comprometiam a reduzir pelo menos 5% as emissões de gases do efeito estufa (em relação aos níveis de 1990).</p> <p>Década de 2000 Em 2001 e 2002 foram adicionados complementos ao Protocolo de Kyoto e ele foi ratificado por muitos países. Cumpra lembrar que os Estados Unidos, um dos países que mais emitem gases do efeito estufa do mundo, não assinaram o protocolo. Também em 2002 ocorreu, em Joanesburgo (África do Sul), a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, encontro que ficou conhecido como Rio+10. Seu principal objetivo foi tentar acelerar a aplicação da agenda ecológica mundial (Agenda 21) definida na ECO-92, ocorrida dez anos antes no Rio de Janeiro. Em 2005 o Protocolo de Kyoto tentou</p>	152

	<p>adquirir força de lei internacional. Ao longo de toda a década, a agenda ambiental tornou-se mais extensa, o que indicava a preocupação cada vez maior dos governos com a preservação do ambiente terrestre. Entre os diversos projetos, em 2009 foi inaugurada em Osaka (Japão) a Eco Ideas House (Casa das Ecoideias), com o objetivo de demonstrar que é possível adotar um estilo de vida em que a emissão de CO₂ seja próxima de zero. Logo depois, diversos países da Ásia, da África e das Américas adotaram iniciativas semelhantes.</p> <p>Perspectivas para as próximas décadas.</p> <p>Para as próximas décadas pode-se esperar avanços na compreensão de muitos problemas ambientais e em suas soluções. A poluição do ar, relacionada principalmente à queima de combustíveis fósseis, tenderá a diminuir à medida que a humanidade desenvolver fontes de energia mais “limpas”. Entre elas, a energia geotérmica (obtida do calor da Terra), a energia solar e a energia eólica são alternativas bastante promissoras. Em dezembro de 2015 ocorreu a 21^ª Conferência do Clima (COP 21), em Paris. O principal objetivo desse encontro foi obter um acordo mais consistente entre os países para diminuir a emissão de gases intensificadores do efeito estufa, que causam aquecimento atmosférico e aumento da temperatura global. O controle das emissões de gases intensificadores do efeito estufa é um dos importantes desafios desta década e das próximas. De 2011 a 2020 houve pouco otimismo quanto ao controle do aumento do efeito estufa e da temperatura média global. O Protocolo de Kyoto, ainda não assinado pelos Estados Unidos, perde força e importância e é cada vez menos respeitado pelos signatários. Um relatório das Nações Unidas prevê que, na melhor das hipóteses, em 2020 o planeta terá 6 bilhões de toneladas de CO₂ além do limite necessário para manter o aquecimento atmosférico inferior a 2 °C.</p>	
--	--	--

Observou-se em L1 e L2 que o conjunto de atividades propostas apresenta reflexões superficiais acerca do tema, sendo todas de caráter conteudista. Percebeu-se que houve maior enfoque à memorização sem contextualização do conteúdo. A partir das atividades propostas para o trabalho em grupo, os livros não abordam exemplos regionais ou questões norteadoras que promovam a discussão das controvérsias e das diferentes variáveis que compõem as mudanças climáticas. As atividades em grupo promovem a socialização dos indivíduos envolvidos a fim de gerar discussões pertinentes ao aprendizado [26]. Entretanto, as questões apontadas no material não promovem reflexão crítica acerca do fenômeno analisado, mas sugerem apenas a reprodução de conceitos entre os integrantes do grupo.

Ademais, foi identificado em L2 uma única leitura complementar, relatando um apanhado histórico acerca das conferências do clima (COP). Entretanto, a atividade trata-se de um ordenamento cronológico de eventos ambientais, não apontando as contradições entre os países participantes desses encontros, o que comumente é tema das discussões. O livro sugere que o aumento da relevância das pautas ambientais nos últimos anos é reflexo da maior preocupação dos governantes. Contudo, sabe-se que existem diversos interesses econômicos em torno das discussões ambientais, principalmente por parte das grandes potências econômicas [22].

Diante desse cenário complexo, em que o livro didático pouco relata sobre as questões ambientais, em especial sobre as mudanças climáticas, é fundamental que essas lacunas, de algum modo, sejam preenchidas no contexto escolar [8]. A partir disso, ressalta-se o papel fundamental do professor na mediação dos conteúdos em sala de aula [27]. A falta de protagonismo do tema nos conteúdos mediados, observado nos livros didáticos, não pode se repetir na prática docente, devido à importância da discussão sobre as mudanças climáticas nos dias atuais.

Para isso, primeiramente, os docentes precisam estar preparados para mediar as informações acerca do tema, pois trata-se de um assunto complexo e cercado de variáveis. Portanto, torna-se imprescindível um maior investimento em formação continuada para os professores da Educação Básica, especialmente na área da Educação Ambiental [28].

Para além da formação dos docentes, é necessário que as práticas pedagógicas promovam aproximação dos discentes com as questões climáticas por meio da contextualização com os problemas regionais. O uso de estratégias pedagógicas, a exemplo das sequências didáticas e do ensino por investigação, são possibilidades para discutir, de modo contextualizado e aproximar os discentes dos problemas regionais [29]. Portanto, é importante que haja um estímulo contínuo, no contexto escolar, quanto à necessidade de utilização das metodologias ativas pois essas possuem como principal preceito tornar o aluno o centro do processo de aprendizagem [30].

4. CONCLUSÃO

A partir da análise dos livros didáticos, e como a temática mudanças climáticas se faz presente em cada um deles, conclui-se que os mesmos apresentam de forma superficial as informações acerca do tema. Embora não sejam identificados erros conceituais, a abordagem proposta não fornece subsídios necessários para a construção de reflexões críticas sobre as controvérsias acerca do assunto.

Ademais, observou-se que os livros não fornecem uma experiência de aprendizagem regional quanto ao ensino das mudanças climáticas, visto que os elementos textuais, iconográficos e as sugestões de atividades propostas no material não exercem um papel de aproximação da temática pelos estudantes, pois os exemplos destacados nos livros são distantes daquilo que é vivenciado pelos estudantes.

Os livros didáticos analisados não aprofundam o debate acerca das diferentes fontes emissoras de CO₂ e qual a contribuição dos diferentes países e setores econômicos envolvidos. Portanto, no que se refere ao tema mudanças climáticas, os livros não fornecem arcabouço teórico suficiente para uma construção de reflexões críticas, tornando-se necessário a mediação do professor no incremento de outros recursos pedagógicos no ambiente escolar para contextualização da temática.

O presente estudo reforça a necessidade de maiores trabalhos que se proponham em analisar os livros didáticos, buscando o aprimoramento contínuo, e que esses sejam um instrumento de aproximação do conhecimento. Dessa forma, será possível oportunizar aos estudantes uma maior dimensão dos problemas ambientais, principalmente acerca de temas complexos e cercados de variáveis, a exemplo das mudanças climáticas. Além disso, trabalhos como este são importante fonte de reflexão para os gestores públicos e professores quanto à necessidade de uma boa escolha do material didático e que esse cumpra de fato o seu papel pedagógico.

5. AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Sergipe e a Coordenação de Aperfeiçoamento e Pesquisa (CAPES), pela bolsa de mestrado concedida.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Layrargues PP. Pandemias, colapso climático, antiecológico: Educação Ambiental entre as emergências de um ecocídio apocalíptico. *Rev Bras Educ Ambient RevBEA*. 2020;15:1-30. doi: 10.34024/revbea.2020.v15.10861
2. The Physical Science Basis (IPCC) [Internet]; AR4 Climate Change 2007; [acesso em 28 abr 2023]. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>
3. Legg S. IPCC, 2021: Climate Change 2021 - the Physical Science basis. *Interaction*. 2021;49:44-5. doi: 10.3316/informit.315096509383738
4. Blank DMP. O contexto das mudanças climáticas e suas vítimas. *Mercat Fortaleza*. 2015;14:157-72. doi: 10.4215/RM2015.1402.0010
5. Conti JB. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. *Rev Dep Geogr*. 2005;16:70-5. doi: 10.7154/RDG.2005.0016.0007

6. Carneiro KILR, Mello GJ, Moriel Junior JG. A crise climática nos livros didáticos de Biologia (PNLD 2018-2020) à luz do modelo do conhecimento especializado de professores de Biologia. *Res Soc Dev*. 2020;9:1-35. doi: 10.33448/rsd-v9i12.10573
7. Liotti LC, Campos MAT. Livros didáticos do ensino médio e o conhecimento escolar sobre mudanças climáticas. *Rev Bras Educ Ambient RevBEA*. 2021;16:19-36. doi: 10.34024/revbea. 2021.v16.11102
8. de Oliveira L, Neiman Z. Educação Ambiental no âmbito escolar: Análise do processo de elaboração e aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). *Rev Bras Educ Ambient RevBEA*. 2020;15:36-52. doi: 10.34024/revbea. 2020.v15.10474
9. Fujioka BMZ, da Cruz LAN, de Oliveira EM. A educação ambiental apresentada na BNCC e no PCN: Uma breve análise. *Cad Educ*. 2021;20:147-66. doi: 10.15603/1679-8104/ce. v20n40p147-166
10. Diaz ORT. A atualidade do livro didático como recurso curricular. *Linhas Crí-ticas*. 2011;17:609-24. doi: 10.26512/lc.v17i34.3832
11. Lima Junior EB, de Oliveira GS, dos Santos AC, Schnekenberg GF. Análise documental como percurso metodológico na pesquisa qualitativa. *Cad FUCAMP*. 2021;20:37-51.
12. Bardin, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições; 2011.
13. Cardoso MRG, de Oliveira GS, Ghelli KGM. Análise de conteúdo: Uma metodologia de pesquisa qualitativa. *Cad Func*. 2021;20:98-111.
14. Moderna plus: Ciências da natureza e suas tecnologias: Manual do professor. Vol. 1, O Conhecimento científico. São Paulo: Moderna; 2020. Disponível em: <https://www.calameo.com/read/002899327445517f5ac74>
15. Moderna plus: Ciências da natureza e suas tecnologias: Manual do professor. Vol. 2, Água e vida. São Paulo: Moderna; 2020. Disponível em: <https://www.calameo.com/read/0028993276204e278c17c>
16. Moderna plus: Ciências da natureza e suas tecnologias: Manual do professor. Vol. 3, Matéria e energia. São Paulo: Moderna; 2020. Disponível em: <https://www.calameo.com/read/00289932733517a400b77>
17. Moderna plus: Ciências da natureza e suas tecnologias: Manual do professor. Vol. 4, Humanidade e ambiente. São Paulo: Moderna; 2020. Disponível em: <https://www.calameo.com/read/002899327e14926bd11b1>
18. Moderna plus: Ciências da natureza e suas tecnologias: Manual do professor. Vol. 5, Ciência e tecnologia. São Paulo: Moderna; 2020. Disponível em: <https://www.calameo.com/read/0028993271613bea7aa23>
19. Moderna plus: Ciências da natureza e suas tecnologias: Manual do professor. Vol. 6, Universo e evolução. São Paulo: Moderna; 2020. Disponível em: <https://www.calameo.com/read/0028993271550b058a42c>
20. Mendes RM, Miskulin RGS. A análise de conteúdo como uma metodologia. *Cad Pesqui*. 2017;47:1044-66. doi: 10.1590/198053143988
21. Sistema de Estimativa de Emissão de Gases (SEEG) [Internet]. Emissões totais; [acesso em 20 abr 2023]. Disponível em: https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission
22. Layrargues P. Educação ambiental com compromisso social: o desafio da superação das desigualdades. In: Loureiro C, Layrargues P, Castro R, editores. *Repensar a educação ambiental: Um olhar crítico*. São Paulo: Cortez; 2009. p. 11-31.
23. Souza SS, Trinchão GMC. Educação e desenho: A importância da iconografia da compreensão da iconografia e da iconologia na análise do livro didático. *Intersci Place*. 2013;1:132-46. doi: 10.6020/1679-9844/2607
24. Santagada S. Indicadores: Uma primeira abordagem social e histórica. *Pens Plur*. 2007 jul/dez;1(1):113-42
25. Brito F. Transição demográfica e desigualdades sociais no Brasil. *Rev Bras Estud Popul*. 2008;25:526. doi: 10.1590/S0102-30982008000100002
26. Damiani MF. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. *Educ Em Rev*. 2008;213-30. doi: 10.1590/S0104-40602008000100013
27. Bulgraen VC. O papel do professor e sua mediação nos processos de elaboração do conhecimento. *Rev Conteúdo*. 2010 dez;1(4):30-8.
28. Branco EP, Royer MR, Branco ABG. A abordagem da educação ambiental nos PCNs, nas DCNs e na BNCC. *Nuances: Estudos sobre Educação*. 2018;29:185-203. doi: 10.32930/nuances.v29i1.5526
29. Scarpa DL, Campos NF. Potencialidades do ensino de Biologia por investigação. *Estud Av*. 2018;32:25-41. doi: 10.1590/s0103-40142018.3294.0003
30. Diesel A, Baldez ALS, Martins SN. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Rev Thema*. 2017;14:268-88. doi: 10.15536/thema.14.2017.268-288.404