

Grayce Helena Pereira de Souza

**Conhecimento sobre mudanças climáticas globais  
de docentes de escolas públicas em área de  
amortecimento de unidade de conservação na  
Mata Atlântica**

Knowledge of global climate change by public school  
teachers in the area of buffering of a protected area in  
the Atlantic Forest

São Paulo  
2022

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

Grayce Helena Pereira de Souza

**Conhecimento sobre mudanças climáticas globais  
de docentes de escolas públicas em área de  
amortecimento de unidade de conservação  
na Mata Atlântica**

Knowledge of global climate change by public school  
teachers in the area of buffering of a protected area in  
the Atlantic Forest

Dissertação apresentada ao Programa de  
pós-graduação em Ciências Biológicas  
(Botânica) do Instituto de Biociências da  
Universidade de São Paulo, para obtenção  
do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Berchez.

São Paulo  
2022

## FICHA CATALOGRÁFICA

---

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Biblioteca do Instituto de Biociências da USP,  
com os dados fornecidos pelo (a) autor (a) no formulário:  
'<https://biblioteca.ib.usp.br/ficha-catalografica/src/ficha.php>'

Souza, Grayce Helena Pereira de  
Conhecimento sobre mudanças climáticas globais de  
docentes de escolas públicas em área de  
amortecimento de unidade de conservação na Mata  
Atlântica / Grayce Helena Pereira de Souza ;  
orientador Flávio Berchez -- São Paulo, 2022.  
80 p.

Dissertação (Mestrado) -- Instituto de  
Biociências da Universidade de São Paulo. Programa  
de Pós-Graduação em Botânica.

1. pesquisa quantitativa. 2. educação para  
sustentabilidade. 3. mudanças climáticas. 4.  
conhecimentos de professores. 5. unidade de  
conservação. I. Berchez, Flávio , orient. II. Título.

Bibliotecária responsável pela catalogação:

Elisabete da Cruz Neves - CRB - 8/6228

## FOLHA DE APROVAÇÃO

---

**Nome:** Grayce Helena Pereira de Souza

**Título:** Conhecimento sobre mudanças climáticas globais de docentes de escolas públicas em área de amortecimento de unidade de conservação na Mata Atlântica

## BANCA EXAMINADORA

---

Orientador: Prof. Dr. Flávio Augusto de Souza Berchez

Instituição: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. (a) Dr.(a) \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. (a) Dr.(a) \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**Aprovada em:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

## DEDICATÓRIA

---

Dedico este trabalho à minha família.

# AGRADECIMENTOS

---

Agradeço,

Ao meu orientador Prof. Dr. Flávio Berchez pela oportunidade, carinho e atenção para elaboração dessa pesquisa, em especial nos meses finais.

Aos amigos e amigas que se aventuram a pesquisar sobre Educação Dpto. de Botânica do IB/USP pelo apoio e contribuições, um abraço especial para: Bruno Sandy, Sabrina Gonçalves, Mariana Melo, Luis Gustavo Arruda (LG), Beatriz Sinelli, Carol Las-Casas, Carmen Gattáz, Donovan Franco, Camila Lira e Naomi Towata. Um agradecimento especial ao LG pela elaboração da imagem da área de estudo.

À querida Prof. Dra. Suzana Ursi por me acolher em seu grupo e me encaminhar sabiamente para o grupo do Flávio, fazendo toda a diferença em minha formação. Por eu não pertencer à comunidade USP desde a graduação, esse acolhimento me proporcionou a oportunidade de participar e conhecer o universo da pós-graduação. Minha eterna gratidão Su!

À querida amiga Pércia Paiva Barbosa por toda orientação, incentivo e correções que foram fundamentais para a elaboração deste texto. Muito obrigada!

Aos coordenadores pedagógicos e docentes de Peruíbe, participantes dessa pesquisa, pela paciência e boa vontade de responder aos questionários.


Às minhas queridas amigas e amigos, que nos momentos mais difíceis, nos meses finais de prazo, me incentivaram e me ajudaram a me levantar e terminar de escrever essa dissertação, meu amor e gratidão à vocês: Lidian Osako, Zilda Almeida, Fabiana Esteves, Adenia Almeida, Edson Silva, Tauana Borges, Adriana Mansho, Cíntia Teles, Letícia Otsubo, Heloisa Leandro, Andreia Freitas, Claudinha Rodrigues, Patrícia Mansho, Claudia Araújo, Kátia Malta, Rochely Morandi, Felipe Kazuo e Dayane Aline.

Ao César Alejandro pelo apoio.

À agência Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado que fomentou parte dessa pesquisa.

Ao grande mestre, Daisaku Ikeda, pelos incentivos e dedicação em propagar a paz, cultura e educação.

À minha família, meu alicerce, meu amor maior: um agradecimento especial À minha querida e amada mãe Rose Mary, que cuidou de mim como todo amor quando adoeci, e salvou minha vida. Seu apoio que me fez chagar até aqui, desde pagar arduamente as mensalidades da minha graduação ou indo comigo às 4h da manhã para São Carlos em meio a uma forte neblina só para eu não ir sozinha no primeiro dia da especialização, dentre milhões de outras coisas que só quem é mãe sabe o que se faz por um filho. Te amo e sou grata do fundo do meu coração. Ao meu querido pai Arnaldo, minha irmã maravilhosa Fernanda, meu sobrinho Leonardo, e meu porto seguro, meu amado filho *bafunheiro* Vinícius.

De coração, a todos vocês minha eterna gratidão, Grayce Helena 

## RESUMO

---

SOUZA, Grayce Helena Pereira de.

**Conhecimento sobre mudanças climáticas globais de docentes de escolas públicas em área de amortecimento de unidade de conservação na Mata Atlântica. 2022. 80 f.** Dissertação [Mestrado em Ensino de Ciências - Botânica] - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2022.

A sociedade precisa de mudanças urgentes no sentido de mitigar e frear os impactos socioambientais causados pelas mudanças climáticas globais (MCG), e tem na educação apoio fundamental para o avanço da sustentabilidade ambiental. Nesse cenário, destacamos o papel essencial dos professores, quando esses desenvolvem, por meio da educação ambiental crítica, uma compreensão coletiva da natureza sistêmica das crises ambientais nos estudantes, influenciando na sensibilização e conscientização das gerações atuais e futuras de modo a viabilizar a sustentabilidade da sociedade atual. O objetivo principal deste estudo foi verificar o conhecimento sobre MCG articulados com fatores de formação, trabalho com o tema no cotidiano escolar e percepções de dificuldades de professores da educação básica de escolas públicas estaduais situadas na zona de amortecimento da Unidade de Conservação Parque Itinguçú, da cidade de Peruíbe, São Paulo. Para aquisição dos dados foram instrumentalizados dois questionários fechados (um de conhecimento e um de perfil docente e percepção). Como parte do processo de validação foi aplicado o teste de confiabilidade interna Alfa de Cronbach, os resultados foram considerados suficientes, acima de 0,8. Para verificar diferenças significativas entre os grupos/categorias amostradas foram aplicados os testes análise de variância paramétrica, seguidos de teste pareado de Tukey. Nossos resultados sugerem que os professores possuem lacunas e erros conceituais relevantes, pois, em um intervalo entre 0 e 10, as médias das notas mantiveram-se entre 6,1 (categoria efeito estufa), 4,7 (impactos) e 3,6 (categoria mitigação). Docentes formados em Geografia e Ciências da natureza (Grupo 1), apresentaram melhor desempenho do que os demais docentes (Grupo 2). Encontramos coocorrência das percepções sobre as dificuldades em se trabalhar o tema citadas na literatura. Entre docentes do G1, verificou-se a dificuldade material didático inadequado estar mais presente (em um intervalo de 1 a 5, média 3,9). Docentes de G2 percebem como maior dificuldade a transposição didática (média 3,9). Concluimos assim, que a formação dos docentes sobre MCG não foi suficiente, e que os professores precisam de mais oportunidades de formação e atualização sobre o tema. Propomos caminhos para melhoria do ensino das MCG de modo a contribuir para a elaboração de políticas públicas, e assim, colaborar para uma sociedade sustentável e resiliente frente às MCG.

**Palavras-chave:** pesquisa quantitativa, educação para sustentabilidade, mudanças climáticas, conhecimentos de professores, unidade de conservação.

## ABSTRACT

---

SOUZA, Grayce Helena Pereira de.

### **Knowledge of global climate change by public school teachers in the area of buffering of a protected area in the Atlantic Forest**

Society needs urgent changes to mitigate and stop the socio-environmental impacts caused by global climate change (GCC), and education has a fundamental position for advancing environmental sustainability. In this scenario, we highlight the essential role of teachers, when they develop, through critical environmental education, a collective understanding of the systemic nature of environmental crises in students, influencing the awareness of current and future generations in order to enable a broad sense of sustainability. From this perspective, the main objective of this study was to verify the knowledge about GCC articulated with formation factors, work with the theme in the school routine and perceptions of difficulties of teachers of basic education of state public schools located in the Park Itinguçu's area of buffering, in the city of Peruíbe, São Paulo. For data acquisition, two closed questionnaires were used (one on knowledge and one on teacher profile and perception). As part of the validation process, Cronbach's Alpha internal reliability test was applied, the results were considered sufficient, above 0.8. To verify significant differences between the groups/categories sampled, a parametric analysis of variance test was applied, followed by Tukey's paired test. Our results suggest that teachers have gaps and relevant conceptual errors, since, in an interval between 0 and 10, the grade averages remained between 6.1 (category greenhouse effect), 4.7 (category impacts) and 3.6 (category mitigation). We found significant differences between the scores by category of knowledge, the highest for "greenhouse effect", followed by "impacts" and "mitigation". Teachers graduated in Geography and Natural Sciences, performed better than the other teachers. We found co-occurrence of perceptions about the difficulties in working on the theme mentioned in the literature. Among G1 teachers, it was found that inadequate teaching material was more present (in a range of 1 to 5, mean 3.9). Teachers from G2 perceive didactic transposition as the greatest difficulty (average 3.9). In this sense, we consider that the training of teachers on GCC was not enough. We conclude that teachers need more opportunities for training and updating on the subject. We propose ways to improve the teaching of GCC in order to contribute to the elaboration of public policies, and thus, collaborate with a sustainable and resilient society against GCC.

**Keywords:** quantitative research, education for sustainability, climate change, knowledge of teachers, São Paulo.



## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>1. 1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS (MCG)</b>	<b>11</b>
1.1.1 Marcos históricos	11
1.1.2 Impactos	14
1.1.3 Mitigação e adaptação	16
<b>1. 2 EDUCAÇÃO SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS</b>	<b>19</b>
1. 2.1 Conhecimento docente sobre MCG	23
<b>1. 3 PERGUNTAS DE PESQUISA E JUSTIFICATIVA</b>	<b>26</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>28</b>
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>29</b>
<b>3.1 LOCAL DE ESTUDO</b>	<b>29</b>
<b>3.2 PÚBLICO ALVO</b>	<b>31</b>
<b>3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS E ANÁLISE</b>	<b>32</b>
3.3.1. Questionário de conhecimento sobre MCG	32
3.3.2. Questionário de perfil e percepção docente	36
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>40</b>
<b>4.1 TESTE DE CONFIABILIDADE INTERNA DO QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO</b>	<b>40</b>
<b>4.2 TESTE DE SUFICIÊNCIA AMOSTRAL</b>	<b>40</b>
<b>4.3 PERGUNTAS DE PESQUISA</b>	<b>41</b>
<b>5. DISCUSSÃO</b>	<b>55</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b>	<b>68</b>
<b>7. APÊNDICE</b>	<b>80</b>

# 1. INTRODUÇÃO

---

O aumento da concentração de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) atmosférico tem levado à intensificação do efeito estufa e, por consequência, ao aquecimento global, resultando em mudanças climáticas globais (MCG). Sua intensificação coincide com a queima de combustíveis fósseis a partir da terceira Revolução Industrial, iniciada em 1945 (CARLTON *et al.*, 2015; IPCC, 2014). Tais mudanças intensificam e tornam mais comuns os eventos climáticos extremos, causando prejuízos sem precedentes, que ameaçam o futuro da humanidade e de muitas outras espécies, desencadeando uma iminente crise socioambiental global (IPCC, 2018).

Diante de tal crise, criar uma sociedade sustentável, ou seja, que garanta as necessidades atuais e futuras da humanidade, não é mais uma escolha, mas uma necessidade (ROCHA, 2020). A educação e, particularmente, o ambiente escolar são estratégicos para essa criação, uma vez que influenciam diretamente na formação de opinião da sociedade sobre o assunto. Essa influência se dá, inclusive, a partir da figura do professor, podendo este ser identificado pelos alunos como um adulto confiável para conversar sobre o tema (HESTNESS, MCGINNIS e BRESLYN, 2016). Nesse contexto, a escola contribui para o início da formação cidadã dos estudantes, tendo na figura do professor o protagonista para a formação de um futuro melhor, auxiliando na conscientização da população sobre essa crise global, desenvolvendo um engajamento crítico nos alunos a partir dos processos de ensino-aprendizagem (UNESCO, 2014).

Lacunas e erros conceituais no conhecimento dos professores sobre ciência do clima e sobre o consenso científico do aquecimento global antropogênico são preocupantes quando se considera essa importância da educação sobre mudanças climáticas nas escolas (STEVENSON *et al.*, 2016). A partir dessa perspectiva, a presente pesquisa visa jogar luz sobre o conhecimento científico em MCG de docentes do ensino básico, fornecendo subsídios para aprimorar a qualidade de sua formação, passo fundamental para a melhoria da qualidade do ensino.

Dada a importância do tema das MCG e do papel fundamental da educação com enfoque no conhecimento docente, na sequência, será apresentada uma revisão que aborda seu histórico e conceituação científica, através da análise de documentos de políticas relevantes (acordos, normas, leis, currículos e relatórios) e

literatura acadêmica. Para aquisição de artigos científicos foram revisadas revistas indexadas nas bases eletrônicas de dados: ERIC, Science Direct, Web of Science, Portal de Periódicos CAPES e Google Acadêmico, utilizando as palavras-chave *climate change* e *climate change education* como principais descritores.

## **1. 1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS (MCG)**

### **1. 1. 1 Marcos históricos**

Data de 1956 (REVELLE e SUESS, 1956) um dos primeiros estudos que alertou para o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico proveniente da queima de combustíveis fósseis a partir da terceira Revolução Industrial (iniciada em 1945) e sua relação com o aumento da temperatura global.

Em 1962, o movimento ambientalista ganhou força com a publicação do livro “*Primavera Silenciosa*”, de Rachel Carson, alertando sobre o uso de agrotóxicos na agricultura. Essa obra destacou a necessidade de respeitar o ecossistema em que vivemos para proteger a saúde humana e ambiental, cuja reciprocidade vem sendo amplamente reconhecida (WHITMEE *et al.*, 2015).

À medida que a preocupação sobre o uso sustentável dos recursos naturais expandiu-se, em 1968, o chamado “Clube de Roma” foi formado (grupo que se reuniu de modo a debater questões ambientais e desenvolvimento sustentável, dentre eles Aurelio Peccei e o cientista escocês Alexander King), culminando, em 1972, com a publicação do aclamado livro *Os limites do crescimento*, que alertou sobre problemas ligados principalmente à poluição, à energia e o crescimento populacional. O livro atingiu a marca de 30 milhões de cópias, tornando-se o livro sobre a temática ambiental mais vendido na história.

Em 1977, ocorreu a Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, organizada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) em cooperação com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), e foi sediada na cidade de Tbilisi, Geórgia. Durante a conferência, foi elaborada a *Declaração de Tbilisi*, sendo considerada um marco para o direcionamento da Educação Ambiental, pois estabeleceu seus princípios, objetivos e estratégias.

Em abril de 1987, a Organização das Nações Unidas (ONU) convocou a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo (Suécia), concebendo a publicação do relatório “*Nosso Futuro Comum*” (BRUNDTLAND, 1987) - pela Comissão Brundtland, como ficou conhecida – trazendo ao discurso público o conceito de desenvolvimento sustentável, sendo ele:

O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades. (*ibidem*, p. 40).

Nesse contexto, no início dos anos 80, as publicações científicas sobre MCG tinham enfoque principalmente em climatologia com pouca correlação com atividades antrópicas (por exemplo, os trabalhos de Vowinckel e Svonn, 1969; Williams, 1970; Rona e Wise, 1974). Porém, alguns estudos já relacionavam a correlação positiva entre temperatura e concentração de CO<sub>2</sub>, bem como a intensificação do efeito estufa provocada por atividades humanas levando às MCG (BENTON, 1970; BROECKER, 1975; MACDONALD, 1979).

De modo a compilar e divulgar o conhecimento sobre as MCG, apontando suas causas, efeitos e riscos para a humanidade e o meio ambiente, sugerindo maneiras de mitigação e adaptação frente aos seus impactos, em 1988, foi criado pela ONU, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (sigla IPCC, do inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change*). O IPCC divulga relatórios a cada 7 anos, agregando as principais atualizações de conhecimento científico produzidos sobre mudanças climáticas. O primeiro relatório foi divulgado em 1990 (IPCC, 1990), e o sexto (apenas sobre ciências físicas) em 2021. No último relatório os pesquisadores declaram que “*é inequívoco que a influência humana aqueceu a atmosfera, o oceano e a terra. Ocorreram mudanças rápidas e generalizadas na atmosfera, oceano, criosfera e biosfera*” (IPCC, 2021).

Em 1992, no Rio de Janeiro, por ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (conhecida como “Cúpula da Terra”), foi estabelecida a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (em inglês, *United Nations Framework Convention on Climate Change* ou UNFCCC), que tem o objetivo de estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que impeça uma interferência humana perigosa no sistema climático. A partir desse evento, foram elaborados importantes instrumentos

norteadores para a Educação Ambiental, como a “*Agenda 21*”, a “*Carta da Terra*” e o “*Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global*” (GRUPO DE TRABALHO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DAS ORGANIZAÇÕES NÃO-GOVERNAMENTAIS DO FÓRUM GLOBAL, 1992).

Em 1997, foi assinado o Protocolo de Kyoto, de abordagem *top-down* (ou seja, de cima para baixo, da ONU para os países participantes), no qual a ONU estabeleceu metas obrigatórias para 37 países industrializados e para a comunidade europeia para reduzirem as emissões de gases estufa (ONU, 1998). O alcance desse acordo atingia apenas cerca de 15% dos países emissores, o que em parte explica o porquê do protocolo, expirado em 2012, findar-se sem atingir as metas pretendidas, pelo contrário, o que se viu foi o aumento das emissões de CO<sub>2</sub> no período (IPCC, 2014; SOUZA e CORAZZA, 2017).

Em 2007, o lançamento do livro e documentário *Uma verdade inconveniente* (GORE, 2006) expôs amplamente à sociedade as ameaças das MCG para a humanidade. Essa projeção contribuiu para a atribuição do Prêmio Nobel da Paz ao IPCC, com o ambientalista Al Gore, fazendo o tema das MCG repercutir fortemente na opinião pública.

Em 2015, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), convencionou-se um novo marco global para redirecionar a humanidade para um caminho sustentável, no qual se estabeleceram os “*17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*” (ODS) com a finalidade de garantir um estilo de vida sustentável agora e para as futuras gerações (UNESCO, 2017). Dentre os objetivos, reconhece-se a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) como um instrumento fundamental para atingir os ODS, pois:

É necessária uma mudança fundamental na maneira como pensamos o papel da educação no desenvolvimento global, porque ela tem um efeito catalisador sobre o bem-estar das pessoas e para o futuro do nosso planeta [...]. Agora, mais do que nunca, a educação tem a responsabilidade de se alinhar com os desafios e aspirações do século XXI, e promover valores e habilidades que irão permitir um crescimento sustentável e inclusivo, e uma convivência pacífica (UNESCO, 2018).

Considerada um tema central para a EDS, a *Educação sobre Mudanças Climáticas* é destacada no ODS 13, que visa priorizar qualquer *Ação contra a mudança global do clima*, propondo abordagens e métodos de aprendizagem com ganhos cognitivos, socioemocionais e comportamentais, de modo a mitigar os agentes causadores, bem como os seus efeitos negativos (UNESCO, 2017).

Para o contexto atual, durante a 21ª Conferência das Partes (COP21) da UNFCCC, em Paris, foi adotado um novo acordo com o objetivo central de fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima e de reforçar a capacidade dos países para lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças, conhecido como Acordo de Paris. Aprovado pelos 195 países que fazem parte da UNFCCC, o Acordo de Paris firma o compromisso *bottom-up* - as partes apresentam por si próprias suas metas de redução de gases de efeito estufa (GEE), com a inclusão de países emergentes – como é o caso do Brasil, China, Índia e África do Sul, por meio do compromisso de assumir novas responsabilidades, consolidadas na forma das Contribuições Pretendidas Nacionalmente Determinadas (iNDCs sigla do inglês *Intended Nationally Determined Contributions*). A partir das iNDCs, os países buscam limitar o aquecimento do planeta em até 1,5 °C até 2100.

### **1.1.2 Impactos**

Apesar dos compromissos firmados pelos países por meio do Protocolo de Kyoto (vigência 2005 - 2012, com readequação valendo até 2020) e posteriormente, do Acordo de Paris (a partir de 2016), dados atualizados demonstram que a concentração de CO<sub>2</sub> continua em elevação, atingindo a marca de 415,26 ppm (33% maior do que antes da era industrial), maior valor revelado pelas séries históricas (registro realizado pelo Observatório Mauna Loa em maio de 2019, no Havaí, por pesquisadores do *Scripps Institution of Oceanography*). Mais recentemente, o mês de março de 2021, teve média de concentração recorde, com 417,14 ppm, sendo 50% superior à média entre 1750 e 1800.

Nesse cenário de aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> e outros GEE, como metano e óxido nitroso atmosféricos, consta no Quinto Relatório de Avaliação do IPCC previsões de elevação de temperatura, em média, 1 °C ao ano. Esse aumento pode causar sérios impactos, como o aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, principalmente ciclones, tornados, tufões, tempestades, desertificação, ondas de calor letais e secas, afetando diretamente o bem-estar humano e acelerando desequilíbrios ecológicos que podem levar a extinção de espécies e pôr em risco o futuro da humanidade (IPCC, 2021; O'NEILL *et al.*, 2017). Confirmando tais previsões, no último relatório do IPCC consta que:

A mudança climática induzida pelo homem já está afetando muitos extremos climáticos em todas as regiões do globo. Evidências observadas em extremos, como ondas de calor, fortes precipitações, secas e ciclones tropicais e, em particular, sua atribuição à influência humana, se fortaleceram desde AR5 (IPCC, 2021).

Para o contexto oceânico, o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico na coluna d'água, por consequência do aumento médio da temperatura dos oceanos, ocasiona sua acidificação, acentuando alterações homeostáticas nos indivíduos e estruturais nas comunidades biológicas (SCHERNER *et al.*, 2016). Quanto maior a concentração de CO<sub>2</sub>, menor é a estabilidade do carbonato (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) dificultando sua ligação com outros elementos químicos como o cálcio, fundamental para a formação do carbonato de cálcio, principal substância para a produção de estruturas como conchas e esqueletos de animais marinhos (ex.: moluscos, organismos zooplanctônicos e fitoplanctônicos, algas coralíneas). Agravando a situação, a acidificação oceânica dissolve o carbonato de cálcio existente nesses organismos causando a corrosão de recifes de corais, além de limitar a construção de recifes novos (AINSWORTH *et al.*, 2016; VAN DER ZANDE *et al.*, 2019).

O aquecimento da temperatura da coluna d'água também ocasiona o branqueamento e morte dos corais (devido à morte das algas zooxantelas, que vivem em mutualismo fornecendo alimento por meio da fotossíntese), modificando e desestabilizando a cadeia trófica marinha, colocando em risco o equilíbrio ecológico (TURRA *et al.*, 2013; KINTISCH, 2016; OBER *et al.*, 2016).

O aquecimento da água também ocasiona o degelo das calotas polares, principalmente no hemisfério norte, levando à elevação do nível do mar e ameaçando de extinção diversas espécies, tais como, ursos polares, morsas e pinguins, pois dependem do solo congelado para se abrigar, alimentar e se reproduzir (KINTISCH, 2016). Estima-se que o aumento do nível do mar deixaria milhares de quilômetros de costas à mercê das inundações, comprometendo a segurança de milhões de pessoas em todo o mundo, pressionando cada vez mais a vida litorânea e a economia global (IPCC, 2014).

Turetsky *et al.* (2019) apontam outro importante exemplo e alertam para o impacto causado pelo derretimento do *permafrost* (solo permanente congelado presente há milênios na Tundra russa), que poderá liberar toneladas de gás metano preso em seu subsolo (devido à decomposição da matéria orgânica exposta). Vale salientar que o potencial de aquecimento do metano é vinte vezes superior ao do

CO<sub>2</sub>, e, sua liberação poderá causar a intensificação exponencial do efeito estufa, desencadeando uma série de reações, a partir das quais poderemos perder a capacidade de mitigação. Em decorrência desse fenômeno, ao ser liberado à atmosfera, o metano oxida-se, podendo diminuir drasticamente a concentração de O<sub>2</sub> em escala global.

Steffen *et al.* (2018) alertam sobre o risco dos mecanismos de retroalimentação, capazes de levar o sistema terrestre para um limiar planetário de aquecimento que, se ultrapassado, poderia impedir a estabilização do clima em temperaturas intermediárias e causar um aquecimento continuado em uma rota do que os autores denominaram *Hothouse Earth*. Cruzar tal limiar levaria a uma temperatura média global muito maior do que qualquer interglacial nos últimos 1,2 milhões de anos e a um nível do mar significativamente maior do que em qualquer época do Holoceno, resultando provavelmente em graves perturbações nos ecossistemas, na sociedade e nas economias.

No contexto brasileiro, no estudo “*Riscos de Mudanças Climáticas no Brasil e Limites à Adaptação*” (2016), o pesquisador Carlos Nobre (presidente da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes) indica que devidos às fortes chuvas, acima das médias históricas, os principais impactos locais no país são as enchentes e deslizamentos de terra. O pesquisador também alerta para um dos mais graves impactos que poderá ocorrer se os cenários de elevação de temperatura persistirem. O pesquisador ressalta que: “*o Brasil enfrentará ondas de calor letais que poderão aumentar em 7,5 vezes a mortalidade de idosos*”.

Em conclusão, os impactos provenientes das MCG colocam em risco a saúde humana, a infraestrutura das comunidades, os sistemas de transporte, os suprimentos de água e de alimentos (IPCC, 2007; WHITMEE *et al.*, 2015; MYERS, 2017, KRENAK, 2019).

### **1.1.3 Mitigação e Adaptação**

Segundo os pesquisadores do IPCC e do Acordo de Paris, é consenso que devemos buscar uma elevação global da temperatura média de até 1,5 °C, em relação aos níveis de 1990 até o ano de 2100 e garantir resiliência - principalmente aos povos mais vulneráveis - face aos impactos das MCG já observados, por meio de ações em duas frentes críticas: mitigação e adaptação (IPCC, 2018).



Para a dimensão da mitigação, as inovações tecnológicas, sociais e de governança podem contribuir efetivamente para a implementação de ações que visam diminuir a emissão de GEE, tais como: mudanças nos níveis e categorias de consumo de energia, mudança para fontes de energia renováveis não poluentes, conservação de energia, conservação ambiental, reflorestamento e o florestamento. Além disso, ações de mitigação envolvem examinar sistemas econômicos, estruturas sociais, padrões culturais, expectativas de estilos de vida, consumismo, distribuição da riqueza, aspirações e sistemas de valores e suas relações causais com as emissões de gases de efeito estufa (UNESCO, 2014). Fox (2019) salienta que, na tentativa de frear o aquecimento global, é preciso não apenas frear as emissões de CO<sub>2</sub>, mas também promover sua retirada urgente da atmosfera, com a promoção do plantio de bilhões de hectares de florestas. Em complemento à urgência apontada, no sumário para tomadores de decisão do último relatório do IPCC (2021), destaca-se que quanto mais avançados os impactos das mudanças climáticas, menos eficientes serão os processos biológicos de sequestro de carbono.

Para o Brasil, cujos principais setores emissores são uso da terra, agropecuária, energia, processos industriais e resíduos (ALBUQUERQUE *et al.*, 2020), o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2014) recomenda para fins de mitigação do aquecimento global ações de:

- redução do desmatamento;
- reflorestamento para produção de carvão vegetal de origem renovável, a ser utilizado no setor siderúrgico;
- integração lavoura/pecuária, para limitar as emissões do setor agropecuário;
- eficiência energética;
- expansão da produção e uso de biocombustíveis;
- expansão da geração de energia elétrica de fontes renováveis; e,
- adequada coleta, disposição e tratamento de resíduos, incluindo a captura, queima e possível utilização como fonte energética do biogás proveniente de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos e de estações de tratamento de esgotos.

Por outro ponto de vista, a dimensão da adaptação está relacionada à construção de resiliência e à redução da vulnerabilidade diante dos impactos da mudança climática que já estão acontecendo ou que estão prestes a acontecer,

alinhadas às ações de redução de risco de desastres (UNESCO, 2014), em especial aos grupos mais vulneráveis, como os pobres e os refugiados (IPCC, 2007).

No contexto dos centros urbanos brasileiros, impactos como as inundações e deslizamentos de encostas já são considerados decorrência das mudanças climáticas e o desenvolvimento de uma eficiente governança para a aprendizagem social no gerenciamento do risco de desastre faz-se urgente (JACOBI e SULAIMAN, 2016).

A estratégia educativo-comunicacional do projeto *Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina* (PREDECAN), assume o objetivo de “*facilitar espaços e condições para que todos aprendam de todos*”, o projeto foi desenhado de acordo com a noção de que:

(...) os desastres são problemas de falta de comunicação, considerando-se a comunicação – e a educação como parte dela – como um processo complexo, permanente, multilateral e recíproco de intercâmbio de informação entre atores institucionais de diversos setores sociais - academia, governos, instituições de ensino, empresas, imprensa, defesa civil, ONGs, dentre outros - que, mediante a geração de confiança mútua, a identificação de interesses compartilhados e a construção de uma linguagem comum, contribui a semear e consolidar a incorporação da prevenção na cultura (PREDECAN, 2006, p. 19).

Dessa forma, verifica-se a complementariedade entre as ações de mitigação e de adaptação com a mobilização dos diversos agentes sociais. Em conclusão, Bushell *et al.* (2017) apontam que as principais barreiras para o avanço de ações que visam a mitigação e a adaptação frente às MCG são:

- a mitigação das MCG necessita de ações imediatas, mas as consequências não podem ser facilmente medidas, vistas e compreendidas;
- o clima é um bem público e afeta todas as pessoas do mundo, mas os interesses próprios de certos setores sociais, como por exemplo, o poder privado, dificultam o debate;
- a ação de descarbonização precisa acontecer em uma escala de tempo sem precedentes; e,
- de acordo com a dissonância cognitiva, muitos indivíduos sentem que não precisam agir, mas sim, outra pessoa.

Adiante destacam-se perspectivas sobre a ação pedagógica no contexto das MCG.

## 1. 2 EDUCAÇÃO SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

A educação é fundamental para o avanço da sustentabilidade ambiental com papel essencial na promoção das ações de mitigação e adaptação em face dos impactos causados pelas MCG (KRYSTAL *et al.*, 2018). Através de uma reflexão crítica e abrangente a respeito dos valores culturais da sociedade de consumo, do industrialismo, do modo de produção capitalista, a educação pode gerar mudanças de comportamento e valores sociais no sentido da sustentabilidade (LAYARGUES, 2002; JOHNSON e MANOLI, 2008; OTTO *et al.*, 2019). Pode, então, contribuir efetivamente para que os estudantes decidam, de forma autônoma, tomar ações pró-ambientais para reduzir o aquecimento global (SKAMP, 2012; CINCERA *et al.*, 2020).

A UNESCO considera que a Educação para o Desenvolvimento Sustentável contribui para mudar a forma como as pessoas pensam e agem para alcançarmos um futuro sustentável. A EDS significa incluir questões-chave no ensino e na aprendizagem, dentre elas destaca-se a questão interdisciplinar das mudanças climáticas globais (ROCHA *et al.*, 2020).

Segundo Karami *et al.* (2017), a compreensão pública desse tema é inadequada e isso deve-se, em parte, a quatro obstáculos considerados críticos:

- a complexidade do tema o torna de difícil compreensão para a maioria dos alunos;
- requer uma abordagem interdisciplinar, que integre questões científicas, sociais e comportamentais;
- a falta de um fórum para coordenação, cooperação e alinhamento de estratégias de educação, a profusão de agências governamentais, não-governamentais, e iniciativa privada dedicada à educação sobre MCG, pode replicar esforços e desperdiçar recursos;
- trata-se de um tópico altamente politizado.

Para Oversby (2015), por ser um tema interdisciplinar, o trabalho sobre MCG pode ser um desafio para muitos professores, dado que o conhecimento é baseado na modelagem de dados parciais que desafiam as visões tradicionais sobre o que é ciência. Sua amplitude abrange o conhecimento do conteúdo do assunto, as atitudes em relação ao meio ambiente e o compromisso com a ação, por isso, seus fortes vínculos com a ação pessoal e comunitária tornam o tema controverso.

Apesar das dificuldades mencionadas, importantes documentos incentivam a educação sobre MCG, como destaca o ODS 13, que “*propõem abordagens e métodos de aprendizagem que estabeleçam ganhos cognitivos, socioemocionais e comportamentais de modo a mitigar os agentes causadores bem como seus efeitos negativos*” (UNESCO, 2017), e o Artigo 12 do Acordo de Paris, que determina que:

as Partes devem cooperar para tomar medidas, conforme apropriado, para ampliar a educação, a formação, a sensibilização, participação e o acesso à informação do público sobre as mudanças climáticas, reconhecendo a importância dessas etapas para ampliar as ações previstas no presente Acordo (UNFCCC, 2015).

Para o cenário brasileiro da EDS, a *Carta Brasileira de Educação Ambiental*, assinada na II Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente (Rio-92), destaca o compromisso do poder público em implementar a política de educação ambiental em todas as esferas do governo, para auxiliar e promover o engajamento e o empoderamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente, visando um uso sustentável dos recursos naturais, incluindo aqueles ligados às MCG (BERCHEZ *et al.*, 2019).

No âmbito legal, a Lei Federal n.º 9.795/1999 (BRASIL, 1999) estabelece a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), e de acordo com seu Art. 1.º:

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

O artigo 8º, apresenta o compromisso em “*incorporar a dimensão ambiental na formação, especialização e atualização dos educadores de todos os níveis e modalidades de ensino*”. Nesse mesmo sentido, a Lei Federal n.º 12.187/2009 (BRASIL, 2009), que dispõe sobre a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), define como diretriz: “*a promoção da disseminação de informações, a educação, a capacitação e a conscientização pública sobre mudança do clima*” (Art 5º, BRASIL, 2009).

Em acordo, destaca-se o papel do Brasil na concepção do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) da UNFCCC, importante instrumento internacional nos mercados de carbono, responsabilizando o governo diante da conscientização pública, treinamento e iniciativas de educação sobre mudança climática, como, por exemplo, a criação e utilização do Fundo Nacional sobre Mudanças Climáticas (Brasil, Lei 12114/2009; Decreto MMA 7343/2010). Instituiu-se, assim, a provisão de

uma área específica indicada para trabalho de educação, treinamento e mobilização (TRAJBER e MOCHIZUKI, 2015).

Na esfera da educação básica brasileira, foi lançada em 2018, pelo Ministério da Educação, a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018). A BNCC estabelece conhecimentos, competências e habilidades que todos os estudantes deverão desenvolver ao longo da escolaridade básica. Consideramos ter relação, previstos na BNCC, com a educação sobre MCG, no campo da EDS, os objetivos:

- reconhecer a importância do clima e o equilíbrio dos ecossistemas;
- desenvolver uma visão sistêmica do planeta;
- desenvolver princípios de sustentabilidade socioambiental;
- reconhecer questões globais e locais, tais como desmatamento e mudanças climáticas,

Complementando a série de legislações nacionais e estaduais que regem a questão climática no Brasil e incluem a educação nesse contexto, apontamos a Política Estadual de Mudanças Climáticas de São Paulo - PEMC (SÃO PAULO, 2009). Esse dispositivo inclui o princípio de educação ambiental - englobando o tema das MCG - com o objetivo de capacitar a sociedade, desde a escola fundamental, a construir atitudes adequadas para o bem comum, incentivar o estudo, a pesquisa e a implantação de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais.

Em acordo com todos os documentos anteriormente citados (nacionais e internacionais), as escolas, tanto públicas como privadas, têm sido encorajadas a trabalhar o tema das MCG através de ações que levem a ganhos afetivos, cognitivos e de habilidades (JACOBI *et al.*, 2011). Porém, na prática, a educação sobre mudanças climáticas enfrenta sérios desafios por ser caracterizada por uma aprendizagem multifacetada e muitas vezes além do conjunto de habilidades de muitos professores (OVERSBY, 2015).

Dos desafios descritos no relatório brasileiro *Mudança Climática e Desenvolvimento Sustentável: A Resposta da Educação* (JACOBI *et al.*, 2011), destacamos os seguintes desafios:

- pouca valorização dos potenciais do âmbito ético numa perspectiva crítica;
- transposição didática;
- eletividade da área;

- lacunas em pesquisas;
- programas insuficientes;
- materiais didáticos inadequados;
- abordagem comportamentalista e
- falta de preparo docente.

Posto isso, Jacobi *et al.* (2011) concluem que o ensino sobre as MCG ainda é um tema periférico no contexto brasileiro, tanto na pesquisa acadêmica quanto no cotidiano escolar.

Em aproximação com o apontado por Jacobi *et al.* (2011), Chang e Pascua (2017) destacam ser fácil descartar a relevância do ensino quando o discurso sobre as MCG é caracterizado por conceitos complexos e considerados inconstantes.

Para além, Rocha *et al.* (2020) evidenciam que os professores não se sentem parte do processo de transformação para um futuro melhor, mas sim seus alunos, ou as gerações futuras. Krystal *et al.* (2018) avançam nesse debate expondo as perspectivas pedagógicas de professores universitários sobre o trabalho com o tema MCG. Esses autores descreveram algumas visões dos principais desafios enfrentados por esses docentes, entre elas: o desafio de ensinar um conhecimento científico enraizado em algum nível de incerteza, complexidade e nuance; a apropriação do conhecimento empírico abrangente sobre as alterações climáticas, inclui os seus princípios, mitos e debates; e o alto grau de complexidade que uma investigação crítica com perspectivas interdisciplinares demanda.

Avançando no debate, Molthan-Hill *et al.* (2019), em seu estudo sobre o papel das universidades e dos currículos para formação docente, declaram ser papel do ensino superior implementar e posicionar-se de forma a liderar o discurso público, visto que desenvolve pesquisas e estratégias de adaptação e mitigação de modo a embasar formuladores de políticas e, além disso, proporcionar vivências que levem os licenciandos a desenvolver habilidades para a solução de problemas. Os autores concluem que atualmente os programas de formação são especializados e apresentam módulos eletivos, o que deveria ser básico para todos os cursos e, por consequência, o que se observa são abordagens limitadas, fragmentadas e frequentemente focadas em uma disciplina.

## 1. 2. 1 Conhecimento docente sobre MCG

Apresentam-se, na Tabela 1, estudos no qual professores são os sujeitos de pesquisa, evidenciando suas percepções, lacunas e equívocos conceituais e outras especificidades significativas sobre MCG.

**Tabela 1:** Levantamento de publicações revisadas por pares que envolveram professores como sujeito de pesquisa, considerando suas percepções, lacunas e equívocos conceituais, dentre outras especificidades sobre o tema MCG.

<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Local</b>	<b>Participantes</b>
Anyanwu	2015	África do Sul	professores de geografia
Arslan <i>et al.</i>	2012	EUA	professores em formação inicial
Borgerding e Dagistan	2018	EUA	professores em formação inicial
Herman <i>et al.</i>	2017	EUA e Porto Rico	professores em zonas costeiras
Karami <i>et al.</i>	2017	Irã	professores secundaristas
Liu e Roehrig	2017	EUA	professores
McNeal <i>et al.</i>	2014	EUA	professores de ciências
Michail <i>et al.</i>	2006	Grécia	professores
Ochieng e Koske	2013	Quênia	professores primários
Papadimitriou	2004	Grécia	professores em formação inicial
Marchezini e Londe	2020	Brasil	professores do ensino fundamental
Rocha <i>et al.</i>	2020	Brasil	professores de escolas públicas
Nyarko e Petcovic	2021	Gana	professores de ciências

Na sequência, apresentaremos uma seleção dos erros conceituais mais citados pelos docentes na literatura acima referenciada, sendo eles:

- O buraco na camada de ozônio intensifica o aquecimento global (MICHAIL *et al.*, 2006; ARSLAN *et al.*, 2012; PAPADIMITRIOU, 2004).
- O aumento da produção de resíduos sólidos são as principais causas das mudanças climáticas (TIBOLA DA ROCHA *et al.*, 2020);
- Aquecimento global causa câncer (ARSLAN *et al.*, 2012);
- A camada de ozônio ajuda a manter a Terra quente (ARSLAN *et al.*, 2012);
- Efeito estufa é totalmente prejudicial (ARSLAN *et al.*, 2012);
- Chuvas ácidas ocorrem devido ao aquecimento global (ARSLAN *et al.*, 2012);

- Confundem efeito estufa com destruição da camada de ozônio no que diz respeito aos compostos causais e aos mecanismos pelos quais eles ocorrem (PAPADIMITRIOU, 2004);
- Nenhum efeito estufa ocorreria na ausência do homem (MICHAIL *et al.*, 2006);
- A questão das MCG é um caso a ser resolvido a longo prazo (MCNEAL *et al.*, 2014);

Destaca-se que diversos desses erros conceituais também são relatados em estudos realizados com alunos, como, por exemplo, a noção de que o buraco na camada de ozônio causa o aquecimento global (HESTNESS, MCGINNIS e BRESLYN, 2016; CHANG E PASCUA, 2015; BRESLYN *et al.*, 2017) ou que a chuva ácida seria um impacto do aquecimento global (HESTNESS, MCGINNIS e BRESLYN, 2016).

Michail *et al.* (2006) apontam que os equívocos e lacunas de conhecimento sobre MCG apresentados pelos professores devem-se à utilização de meios de comunicação de massa (TV e internet) como principal fonte de informação ambiental, ou seja, os professores estão sendo educados ambientalmente como leigos e não em termos científicos. Além disso, Papadimitriou (2004) constatou que, apesar dos professores revelarem que acreditam que as mudanças climáticas estão em andamento, os sujeitos envolvidos basearam suas crenças em suas experiências pessoais. Corroborando com ambos autores citados, Liu e Roehrig (2017) relatam que, frequentemente, os argumentos que os professores elaboravam, traziam evidências insuficientes para justificar suas alegações causais e que, suas afirmações não estavam bem alinhadas com as ideias a serem apoiadas, justificadas por concepções fundamentadas em suas experiências pessoais em detrimento de informações científicas.

A exemplo, no trabalho de Rocha *et al.* (2020), quando os autores questionam sobre os efeitos negativos das mudanças climáticas no dia a dia das pessoas, relatam que os docentes, participantes da pesquisa, enfatizaram as experiências locais, como secas, inundações, granizo e calor intenso, em referência a perdas financeiras e ao desconforto térmico vivenciados no mesmo dia.

Borgerding e Dagistan (2018) apontam que, por se tratar de um tema considerado controverso, principalmente no que se refere às causas antropogênicas das MCG, de forma geral, os professores desse estudo confundem questões sociais,



elementos científicos e éticos, fazendo-os se sentirem pouco confortáveis em ensinar este tema. Em muitos casos, os conhecimentos e percepções são polarizados e dependentes da orientação política e/ou religiosa da pessoa (BRAMAN *et al.*, 2012; MCNEAL *et al.*, 2014; ABELES *et al.*, 2019).

Para Rocha *et al.*, 2020, apesar de 75% dos professores participantes da pesquisa possuírem uma percepção negativa do presente, eles se mostraram esperançosos na mudança de hábitos e comportamentos em favor da sustentabilidade. Em comparação, nos resultados de McNeal *et al.* (2014), os professores acreditam que a posição atual é boa, porém apresentam o equívoco ao afirmar que a situação pode piorar apenas daqui a 10 ou 50 anos, apontando a crença de que as MCG são questões a serem resolvidas a longo prazo, o que é falso, dado que é uma crise urgente.

Sob outra perspectiva, Michail *et al.* (2006) relataram que a imagem da natureza que emerge das ideias dos docentes sobre MCG é a do arquétipo romântico, uma conceituação de uma natureza equilibrada, sob o qual o efeito estufa é visto, pela maioria, como distúrbio exclusivamente induzidos pelo homem; em contraponto, cerca de 25% dos professores acreditavam nas diferenças entre causas naturais e antrópicas do efeitos de estufa. Contudo, para Liu e Roehrig (2017), os professores expressaram sua certeza sobre as mudanças climáticas antropogênicas e revelaram uma confiança considerável nas evidências sobre as MCG, tanto local, quanto globalmente.

De forma geral, Anyanwu (2015) descreve níveis de alfabetização climática menores sobre conhecimentos referentes aos “*impactos*” e “*mitigação*” das MCG, diferente de Borgerding e Dagistan (2018), que observaram que conhecimento e procedimentos sobre impactos e mitigação são mais aceitos pelos docentes. Em particular, Michail *et al.* (2006) expõem que 62% dos entrevistados sabiam que o desmatamento contribui para a intensificação do efeito estufa.

Em síntese, considera-se a situação do conhecimento docente sobre MCG preocupante, uma vez que os erros conceituais dos professores podem contribuir para a formação ou perpetuação de concepções errôneas por parte dos alunos.

### 1. 3 PERGUNTAS DE PESQUISA E JUSTIFICATIVA

Um dos setores-chave para a mitigação e adaptação frente às MCG que tem sido negligenciado no debate é o setor educacional (MARCHEZINI e LONDE, 2020), visto que a literatura empírica que aborda as dimensões sociais desse tema não foram bem integradas nos relatórios produzidos pelo IPCC e outras agências (BRULLE e DUNLAP, 2015). Pesquisas, principalmente no campo sobre conhecimento docente no cenário brasileiro, são escassas. Acredita-se que pesquisas sobre as bases de conhecimento dos docentes, principal objetivo da presente pesquisa, podem fornecer pistas para a proposição de alternativas de modo a auxiliar na superação dos desafios atuais de ensino (BARBOSA, 2019).

A partir dessa perspectiva, esta investigação pretende verificar o conhecimento científico e percepção dos professores do ensino básico e público sobre MCG (dividido em três categorias: efeito estufa, impactos e mitigação), ampliando seu debate e exposição. A partir disso, realizaremos as análises das respostas das seguintes perguntas de pesquisa:

- I. Há diferenças significativas no nível de conhecimento dos docentes por categoria? Quais são os principais acertos, erros e lacunas conceituais sobre o tema?
- II. Há diferenças entre o nível de conhecimento por categoria com relação à formação acadêmica do professor?
- III. Há diferenças significativas entre as percepções das dificuldades em se trabalhar o tema no cotidiano escolar declaradas pelos docentes?

Apesar do tema das MCG estar previsto nos currículos do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2012) vigente em 2019, insere-se apenas nas áreas de Ciências da Natureza e Geografia (como tema específico), justifica-se a participação de todos os professores das diversas áreas de conhecimento, visto que a Educação sobre as MCG faz parte do escopo da EDS, sendo essa complementar à Educação Ambiental (ROCHA *et al.*, 2020). Deve-se, então, ser trabalhada transversalmente por todas as disciplinas da educação básica, como disposto na PNEA.

A presente pesquisa, pretendeu amplificar a voz do docente e trazer luz à discussão sobre a educação sobre MCG em um contexto de ensino básico e público

brasileiro, como proposto por Ruscheinsky e Bortolozzi (2014).

Espera-se que as reflexões geradas a partir desta pesquisa possam subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas que direcionem, principalmente, o aprimoramento da formação inicial e continuada docente. Busca-se, então, apontar caminhos para a elaboração de currículos, abordagens, metodologias e materiais didáticos que resultem em ganhos cognitivos, afetivos e comportamentais, tanto nos professores quanto em seus alunos. Como consequência, pretende-se fortalecer a construção de uma sociedade sustentável e resiliente frente às MCG.

## 2. OBJETIVOS

---

Como objetivo geral, nesta pesquisa busca-se investigar o nível de conhecimento científico sobre MCG por categoria (efeito estufa, impactos e mitigação) de professores de escolas públicas estaduais.

Os objetivos específicos desta pesquisa foram:

1. Verificar se há diferenças significativas no nível de conhecimento dos docentes entre as categorias de conhecimento, evidenciando quais são os principais acertos, erros e lacunas conceituais sobre o tema apresentados pelos docentes;
2. Verificar se há diferenças entre o nível de conhecimento por categoria dos docentes de acordo com sua formação acadêmica;
3. Verificar se há diferenças significativas entre as percepções sobre as dificuldades em se trabalhar o tema MCG no cotidiano escolar.

### 3. METODOLOGIA

---

#### 3.1 LOCAL DE ESTUDO

Criado em 2013, o Parque Estadual Itinguçú (PEI) (Figura 1) - coordenadas: latitude -24,35644, longitude -47,02276 - apresenta-se sob o domínio da Mata Atlântica, possui uma área de 5.040,00 hectares, sendo 81,10% pertencentes ao município de Peruíbe e 18,90% à Iguape.



**Figura 1.** Local de estudo: área de amortecimento do Parque Itinguçú, Peruíbe, litoral sul do estado de São Paulo, Brasil. Imagem gerada por meio do aplicativo Google Earth, a partir de sobreposição das camadas disponíveis em <http://datageo.ambiente.sp.gov.br>.

O PEI foi instituído pela Lei Estadual n.º 14.982/2013 e caracterizado como Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação, que visa a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico (inc III, art. 8º e art. 11º, BRASIL, 2000). Entende-se como zona de amortecimento a área no entorno de uma unidade de conservação (até 10 Km de

acordo com a resolução CONAMA 13/1990), onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade (BRASIL, 2000), através de ações voltadas a aprofundar o conhecimento da região e a conscientização ambiental das populações vizinhas, além de oferecer alternativas de desenvolvimento e possibilidades de integração aos objetivos da UC.

No âmbito educacional, reforçamos a importância do uso da UC para atividades de EA a partir da perspectiva interdisciplinar das ciências do clima, de modo a contribuir para promoção de habilidades a serem desenvolvidas, por exemplo, segundo a BNCC (2018), nas aulas de ciência do 9º ano do Ensino Fundamental deve-se: justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados; e, para a 3ª série do Ensino Médio deve-se: discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

Nesse contexto, destacamos a importância da Mata Atlântica, um dos biomas de maior biodiversidade do mundo, que já apresenta cerca de 93% de seu território devastado devido às ações humanas (MEYERS et al., 2000). Preservá-lo é uma importante forma de mitigação frente às MCG, pois florestas tropicais são importantes sumidouros de gás carbônico atmosférico (PBMC, 2014). Além disso, é de grande relevância a educação para a adaptação e a resiliência, pois, além da predominância de Mata Atlântica nesse parque, cuja preservação é estratégica, seu uso pode ser potencializado por ações de Educação Ambiental, fortalecendo os objetivos de uso público e EA da UC (CONAMA, 1990), principalmente no que se refere à adaptação frente aos impactos provocados pelas MCG, visto que a cidade de Peruíbe apresenta alta vulnerabilidade a tempestades, que geram enchentes e deslizamentos de terra, causando sérios prejuízos à população (SOUZA, 2010).

### 3.2 PÚBLICO ALVO

Foram convidados a participar da presente pesquisa professores do Ensino Fundamental II e/ou Médio das diversas áreas de formação acadêmica (humanas, linguagens e códigos, matemática e ciências da natureza) que atuam em escolas públicas estaduais presentes na zona de amortecimento do PEI, em Peruíbe, cidade litorânea do sul do estado de São Paulo, Brasil (Figura 1). Foram aleatorizadas 7 escolas em um universo de 38 pertencentes à Diretoria de Ensino Regional de São Vicente, jurisdição Peruíbe. Por meio da intermediação da coordenação/direção de cada escola, os professores foram convidados a responder aos questionários de pesquisa. Obtiveram-se 113 respostas de professores atuantes.

Na presente pesquisa, os professores de Ciências na Natureza (que englobam as formações em Biologia, Física e Química) e Geografia, foi denominado como GRUPO 1 (G1) e os das demais formações, que não preveem o ensino de MCG no currículo, englobam as formações em Artes, Educação Física, Filosofia, História, Letras, Matemática e Sociologia, como GRUPO 2 (G2).

A coleta de dados ocorreu durante o segundo semestre de 2019 sendo realizada na escola dos docentes, em sala privativa ou on-line, com duração média de trinta minutos de aplicação de dois questionários. A participação de cada professor foi antecedida pela apresentação da pesquisadora, esclarecendo os seus objetivos, métodos e possíveis ganhos à ciência. De modo a preservar a confidencialidade dos docentes, suas identidades foram mantidas anônimas.

Cabe destacar que esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, via Plataforma Brasil, com Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) nº 047220.1.0000.5467, parecer nº 4.028.775. De modo a garantir a segurança ética dos professores e minimizar qualquer forma de constrangimento, todos os participantes foram convidados a responder e assinar o termo de consentimento livre esclarecido (Apêndice 1).

### 3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS E ANÁLISE

Buscando responder às perguntas propostas nesta pesquisa, e atingindo os objetivos propostos, elaboraram-se dois questionários, classificados da seguinte forma: i) Questionário de conhecimento sobre MCG; ii) e Questionário de perfil e percepção docente. Tais instrumentos, bem como a forma de análise serão explicados nas seções a seguir.

#### 3.3.1. Questionário de conhecimento sobre MCG

Este questionário, com o intuito de verificar o conhecimento sobre MCG dos professores investigados (objetivo geral), conteve 30 questões de múltipla escolha, com cinco alternativas (em sua maioria). Nessas questões, havia uma alternativa considerada correta, uma alternativa em que o docente poderia responder “não sei” e as demais eram consideradas como incorretas. Tal instrumento foi dividido em três categorias de conhecimento sobre MCG, *efeito estufa*, *impactos* e *mitigação*, com 12, 8 e 10 questões, respectivamente.

O nível de conhecimento dos docentes sobre MCG foi mensurado a partir da atribuição de notas (média simples com intervalo de 0 a 10) por categoria de conhecimento. O levantamento dos principais acertos, erros e lacunas conceituais foi realizado por meio de quantificação simples (porcentagem).

A categorização, perguntas e o gabarito (respostas sublinhadas) do questionário de conhecimento foram elaborados com base na literatura atual do tema, referida na introdução, assim como no formato utilizado nos trabalhos de Michail *et al.* (2006), Anyanwu *et al.* (2015) e Carman *et al.* (2020). Antes de sua aplicação, procedeu-se a revisão por pesquisadores da área, para determinação da adequação do construto para os objetivos pretendidos. Abaixo, apresenta-se o questionário final:



## Questionário de conhecimento sobre MCG

---

- 1) Algas, plantas e árvores realizam fotossíntese. Qual a função da fotossíntese para esses seres vivos?
- A. para respirar
  - B. para se alimentar de luz
  - C. para eliminar gás carbônico
  - D. para nutrir-se
  - E. não sei
- 2) Para realizar a fotossíntese, qual(is) substância(s) a planta absorve do solo?
- A. água e proteínas
  - B. seiva elaborada
  - C. água e sais minerais
  - D. matéria orgânica
  - E. não sei
- 3) Qual gás a fotossíntese consome (retira) do ar?
- A. gás oxigênio
  - B. gás nitrogênio
  - C. vapor d'água
  - D. gás carbônico
  - E. não sei
- 4) Qual gás a fotossíntese libera no ar?
- A. gás nitrogênio
  - B. gás oxigênio
  - C. gás carbônico
  - D. gás metano
  - E. não sei
- 5) Qual é o nome do principal produto da fotossíntese, que é a base de toda a matéria orgânica?
- A. vitamina
  - B. água
  - C. proteína
  - D. glicose
  - E. não sei
- 6) A atmosfera retém calor. Como se chama esse fenômeno?
- A. efeito estufa
  - B. combustão
  - C. aquecimento global
  - D. camada de ozônio
  - E. não sei
- 7) Indique o principal gás responsável por reter calor na atmosfera:
- A. gás oxigênio
  - B. ozônio
  - C. gás nitrogênio
  - D. gás carbônico
  - E. não sei
- 8) A retenção de calor pela atmosfera é um fenômeno:
- A. apenas natural
  - B. apenas artificial, causado por atividades humanas
  - C. natural e artificial
  - D. não sei
- 9) Quanto ao equilíbrio climático do planeta e a manutenção da vida, a retenção de calor é:
- A. maléfica
  - B. benéfica
  - C. não influencia
  - D. não sei
- 10) Qual gás consumido durante a fotossíntese retém calor?
- A. gás oxigênio
  - B. gás nitrogênio
  - C. gás carbônico
  - D. gás metano
  - E. não sei
- 11) Indique uma atividade humana que reduz a retirada de gás carbônico do ar:
- A. queimadas
  - B. compostagem
  - C. desmatamento
  - D. decomposição de matéria orgânica
  - E. não sei
- 12) Indique o processo que NÃO libera gás carbônico na atmosfera:
- A. combustão
  - B. inversão térmica
  - C. respiração
  - D. decomposição
  - E. vulcanismo
  - F. não sei
- 13) Indique a principal atividade que está elevando além dos limites históricos a concentração de gás carbônico na atmosfera em escala global:
- A. usinas termelétricas
  - B. uso de sprays e aerossóis
  - C. queima de etanol
  - D. mineração
  - E. agricultura
  - F. não sei
- 14) Qual é a principal atividade humana emissora de gás carbônico no Brasil e necessita mitigação e fiscalização?
- A. queima de combustíveis fósseis como a gasolina

- B. termelétricas
- C. queima de etanol
- D. queima de florestas
- E. não sei

**15) Atualmente (2019), qual é a principal atividade responsável pelas queimadas na Amazônia?**

- A. agricultura
- B. pecuária
- C. urbanização
- D. mineração
- E. não sei

**16) Qual é a principal consequência climática do aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera?**

- A. aumento do buraco na camada de ozônio
- B. formação do efeito estufa
- C. intensificação do efeito estufa
- D. chuva ácida
- E. não sei

**17) A Amazônia desempenha uma função fundamental na manutenção do clima da região sudeste do Brasil. Qual?**

- A. produção de oxigênio
- B. produção de correntes de ar frias
- C. produção de ventos
- D. produção de chuva
- E. não sei

**18) Em um cenário de mudanças climáticas intensas, qual é o principal impacto que deverá ocorrer na Amazônia?**

- A. sua savanização e desertificação
- B. diminuição de fertilidade do solo
- C. aumento das chuvas vindas do oceanos mais quentes
- D. desmoronamento de encostas
- E. não sei

**19) Indique um impacto global da intensificação do efeito estufa:**

- A. câncer de pele devido ao aumento da incidência dos raios UV.
- B. intensificação de ocorrência de chuva ácida
- C. intensificação dos eventos climáticos extremos
- D. formação de ilhas de calor em grandes metrópoles
- E. não sei

**20) Indique um impacto local (na sua cidade) da intensificação do efeito estufa:**

- A. ilhas de calor
- B. enchentes
- C. inversão térmica

- D. chuva ácida
- E. não sei

**21) NÃO é um impacto proveniente das Mudanças Climáticas Globais:**

- A. mudança no tempo de hibernação e floradas
- B. escassez de água e alimento
- C. desequilíbrio ecológico
- D. morte de corais
- E. perda ou ganho em colheitas e PIB
- F. aumento de doenças transmitidas por insetos
- G. ondas de calor letais
- H. ilhas de calor em centros urbanos
- I. não sei

**22) Em um cenário de mudanças climáticas globais intensas, indique um impacto extremo que atualmente é raro no Brasil, mas que pode vir a acontecer com maior frequência:**

- A. chuva ácida
- B. inversão térmica
- C. vulcanismo
- D. onda de calor letal
- E. não sei

**23) O aumento da temperatura global poderá levar a liberação do metano (gás estufa) presente no subsolo oceânico. Esse evento poderá culminar em uma extinção em massa (incluindo a espécie humana) pois:**

- A. o metano reage com o vapor d'água reduzindo os regimes de chuvas
- B. o metano ao oxidar-se na atmosfera, reduz drasticamente a concentração de gás oxigênio
- C. o metano retarda diretamente as correntes oceânicas, influenciando negativamente a produção de alimentos
- D. o metano em excesso pode impedir que a fotossíntese ocorra
- E. não sei

**24) Existe relação entre o buraco na camada de ozônio e as mudanças climáticas globais?**

- A. Não
- B. Sim, o aquecimento global intensifica o buraco na camada de ozônio
- C. Sim, o aumento da camada de ozônio diminui o aquecimento global
- D. não sei

**25) NÃO é uma atividade que visa reduzir a emissão de gás carbônico para a atmosfera:**

- A. criação de unidades de conservação da biodiversidade
- B. uso de transporte público de massa

- C. usinas elétricas com fontes renováveis
- D. banir termelétricas
- E. uso de spray que não emite CFC
- F. não sei

**26) Indique a atividade humana que visa RETIRAR gás carbônico da atmosfera:**

- A. uso de spray que não emite CFC
- B. painéis solares
- C. reflorestamento
- D. usinas elétricas com fontes renováveis
- E. não sei

**27) Qual é a função do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change / Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)?**

- A. Elaborar pesquisas sobre as Mudanças Climáticas Globais
- B. Compilar relatórios sobre as pesquisa realizadas sobre as Mudanças Climáticas Globais
- C. Nunca ouvir falar sobre o IPCC
- D. não sei

**28) Em 2015, na 21ª Conferência das Partes (COP21) da ONU, em Paris, foi adotado um novo acordo frente às Mudanças Climáticas Globais. Qual é o principal compromisso assinado pelos países signatários do Acordo de Paris?**

- A. Frear totalmente as Mudanças Climáticas Globais até 2050
- B. Banir todas as fontes emissoras de gases estufa até 2030
- C. Limitar o aquecimento do planeta em até 1,5 graus centígrados até 2100
- D. Colocar em prática metas de redução de emissões de gás carbônico estabelecidas pela ONU
- E. Nunca ouvi falar sobre o Acordo de Paris
- F. não sei

**29) Qual a principal contribuição da “sociedade de consumo” para as intensificação do efeito estufa que levam às MCG?**

- A. os produtos que consumimos emitem gases estufa no ar contribuindo para as MCG
- B. as fontes de energia elétrica para a produção dos bens de consumo emitem gás carbônico
- C. alguns bens de consumo contribuem para as MCG, principalmente veículos.
- D. não sei

**30) Quais são os países que mais emitem gás carbônico na atmosfera atualmente (2019)?**

- A. China e Índia
- B. EUA e Índia
- C. China e Arábia Saudita
- D. Arábia Saudita e Rússia
- E. China e EUA
- F. não sei

### Teste de Confiabilidade interna do questionário de conhecimento

A confiabilidade interna do questionário de conhecimento, relacionada à medida em que os itens que o compõem medem o mesmo conceito ou construto conforme aplicações com diferentes participantes, foi analisada através da verificação do coeficiente *Alfa de Cronbach* ( $\alpha$ ) por categoria de conhecimento, considerando-se confiabilidade interna suficiente valores acima de 0,8 (MATTHIENSEN, 2011). Os resultados foram obtidos a partir da utilização da equação descrita por Cronbach (1951), no programa Excel 2016.

Para o cálculo do coeficiente, foram atribuídos três pontos para as respostas corretas, dois pontos para as respostas “não sei” (considerada lacuna de conhecimento) e um ponto para as respostas erradas (considerada erro conceitual).

## Teste de Suficiência Amostral

A Suficiência Amostral da pesquisa foi estimada a partir do Teste do Erro-Padrão calculado a partir das médias das notas (em uma escala que variou entre 0 e 10), desvio-padrão amostral, e índice  $t$  de Student (valor da tabela  $t_{112, 0.05} = 1,645$ ), admitindo erro-padrão máximo de 0,4 referente ao questionário de conhecimento. Para esse valor, consideram-se as respostas de 113 professores de um total de 7 escolas participantes da pesquisa, posto que o resultado corresponde ao próximo número natural a partir do valor calculado no teste do erro-padrão. Os resultados foram calculados no programa Excel 2016.

### 3.2.2. Questionário de perfil e percepção docente

Para verificar o perfil de formação e atuação dos docentes pesquisados sobre MCG, assim como a percepção destes sobre a importância desse tema, a probabilidade de ações antrópicas estarem causando MCG e as dificuldades de se ministrar tal conteúdo nas escolas, foi elaborado um segundo questionário, contendo 7 questões, apresentado a seguir.

#### Questionário de perfil e percepção docente

---

**1. Formação acadêmica:**

- Letras
- Matemática
- História
- Geografia
- Filosofia/Sociologia
- Artes
- Educação Física
- Biologia
- Física
- Química
- outro \_\_\_\_\_

**2. Como foi sua formação principal sobre o tema Mudanças Climáticas Globais (MCG):**

- Predominantemente FORMAL (na graduação, pós-graduação, cursos)
- Predominantemente INFORMAL - autodidata, documentário, mídia, etc.

- não tive formação sobre esse tema
- Outro: \_\_\_\_\_

**3. Com qual frequência você trabalha (ou trabalhou) com o tema MCG em sala de aula?**

- Frequentemente (transversalmente aos temas do currículo)
- Anualmente (em um tópico previsto no currículo de alguma série/turma específica)
- Em projetos esporádicos
- Nunca trabalhei com esse tema

**4. Como você avalia a importância de abordar o tema MCG no cotidiano escolar?**

- Muito importante
- Importante
- Pouco importante
- Sem importância

**5. Em sua visão, quão provável as atividades humanas podem interferir no clima global?**

- Muito provável
- Provável
- Pouco provável
- Improvável

**6. A tabela a seguir traz dificuldades para o trabalho sobre MCG em sala de aula.**

Indique com um X sua opinião sobre cada dificuldade, indicando os números:

- 1 discordo plenamente
- 2 discordo
- 3 sem opinião sobre o item
- 4 concordo
- 5 concordo plenamente

transposição didática (transformação o conhecimento científico em conhecimento escolar, para que possa ser ensinado pelos professores e aprendido pelos alunos)	1	2	3	4	5
área de estudo eletiva deixando a cargo de alguns especialistas específicos o trabalho com tema	1	2	3	4	5
falta de preparo docente para o trabalho interdisciplinar que o tema exige	1	2	3	4	5
abordagem comportamentalista com pouca valorização dos potenciais do âmbito ético em uma perspectiva crítica	1	2	3	4	5
materiais didáticos inadequados	1	2	3	4	5
alto grau de complexidade e incertezas associadas a interesses políticos e econômicos, condição que dificulta o ensino/ aprendizagem desse tema	1	2	3	4	5
outro:					

Partindo disso, de modo a caracterizar e comparar os grupos 1 e 2 na análise da segunda pergunta de pesquisa, foi realizada a quantificação simples (porcentagem) das respostas referentes às perguntas do questionário de perfil docente.

### Testes de comparação

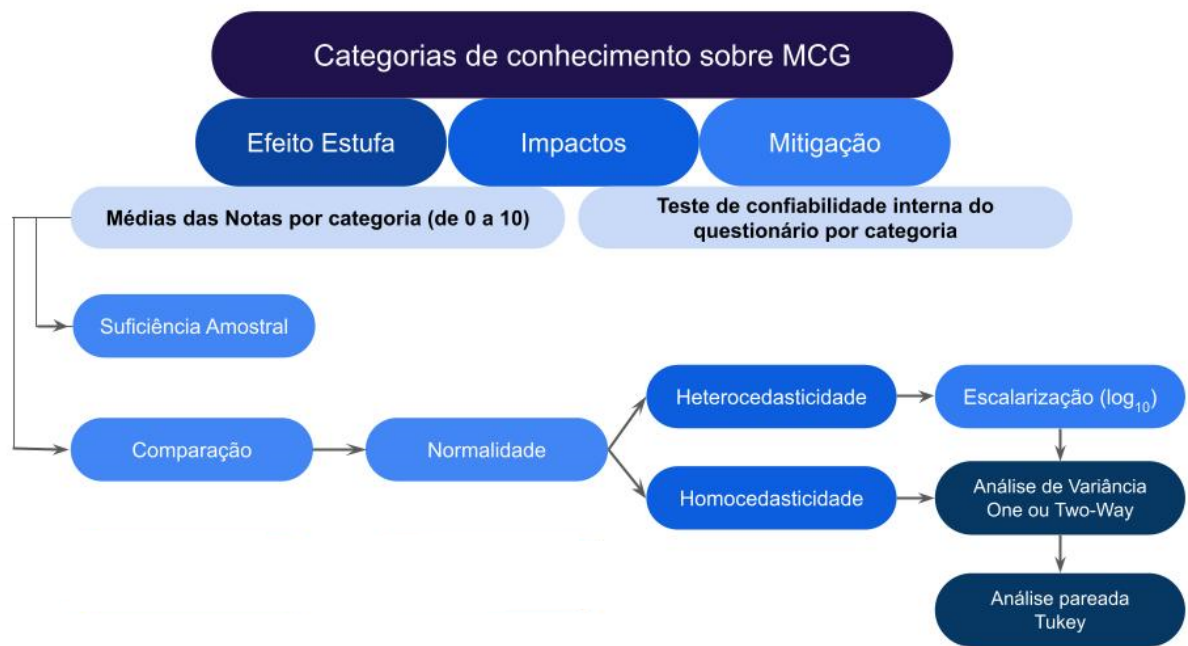
De modo a compreender a natureza dos dados e averiguar se atendem às premissas dos testes de hipótese (se há ou não diferenças significativas), foram realizados testes de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Teste de Levene). Nos casos de heterocedasticidade e rejeição da hipótese de normalidade, os dados foram escalarizados a partir de logaritmo de base 10, e, mantendo-se a heterocedasticidade, optou-se por aumentar o rigor de probabilidade para 99% (admitindo-se diferenças significativas  $p$  valores  $< 0,01$ ).

Com o intuito de verificar se houve diferenças significativas entre as notas mensuradas a partir das respostas do questionário de conhecimento, dos diferentes grupos investigados (referentes às perguntas de pesquisa I e II) optou-se por uma análise de variância por estatística paramétrica - ANOVA - seguido de teste pareado *a posteriori* de Tukey. Para valores de  $p$  (da probabilidade do teste)  $> 0,05$  aceita-se a hipótese nula, ou seja, considera-se não haver diferença significativa entre os grupos/categorias amostrados e, para  $p$  valores  $< 0,05$ , aceita-se a hipótese alternativa, ou seja, que há diferença significativa entre os grupos/categorias amostrados.

Referente à pergunta IV, os docentes indicaram sua percepção sobre as dificuldades em se trabalhar o tema MCG mais citados na literatura, tais como: transposição didática, eletividade da área de estudo, falta de preparo docente para o trabalho interdisciplinar que o tema exige, abordagem comportamentalista com pouca valorização dos potenciais do âmbito ético em uma perspectiva crítica, materiais didáticos inadequados e alto grau de complexidade e incertezas associadas a interesses políticos e econômicos, condição que dificulta o ensino/aprendizagem desse tema. As respostas possíveis eram: **1** - discordo plenamente; **2** - discordo; **3** - sem opinião sobre o item; **4** - concordo; e **5** - concordo plenamente. Na sequência aplicaram-se os testes estatísticos descritos no parágrafo anterior.

Todos testes foram realizados por meio do programa Past 4.03. As respostas foram expressas em tabelas e gráficos elaborados por meio dos programas Excel 2016, Past 4.03.

O desenho amostral a seguir (Figura 2) sintetiza a sequência das análises estatísticas realizadas.



**Figura 2.** Desenho amostral das análises estatísticas.

## 4. RESULTADOS

---

### 4.1 TESTE DE CONFIABILIDADE INTERNA DO QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO

Foi aplicado o teste de coeficiente *Alfa de Cronbach* para avaliar a confiabilidade interna do questionário de conhecimento científico sobre Mudanças Climáticas Globais por categoria, a partir do total 113 professores respondentes de sete escolas públicas estaduais da cidade de Peruíbe, SP, pertencentes à zona de amortecimento do PEI. Os resultados do teste indicaram valores acima de 0,8 em todas as categorias: “efeito estufa”:  $\alpha = 0,93$ ; “impactos”:  $\alpha = 0,87$ ; e “mitigação”:  $\alpha = 0,90$ ). Sendo assim, este resultado foi considerado suficiente ( $>0,8$ ), ou seja, a confiabilidade interna do teste demonstrou que os itens que o compõem medem o mesmo conceito ou construto conforme aplicações com diferentes participantes.

### 4.2 TESTE DE SUFICIÊNCIA AMOSTRAL

Os resultados do teste de suficiência amostral, considerando um erro máximo de 0,4, são apresentados na Tabela 2:

**Tabela 2.** Resultados do teste de suficiência amostral (n: número de dados de uma população amostrada) considerando erro-padrão máximo 0,4 com base na média de notas e desvio padrão por categoria de conhecimento sobre MCG.

Parâmetros	categorias do conhecimento sobre MCG		
	efeito estufa	impactos	mitigação
n	113	113	113
média das notas	6,15	4,60	3,64
desvio padrão	2,43	2,36	1,90
suficiência amostral (n)	100	94	61

A maior exigência amostral foi relacionada a categoria “efeito estufa” com suficiência amostral de 100 respostas e a menor para a categoria “mitigação” com suficiência de 61. O “n” amostrado (113 pessoas) superou as exigências do teste



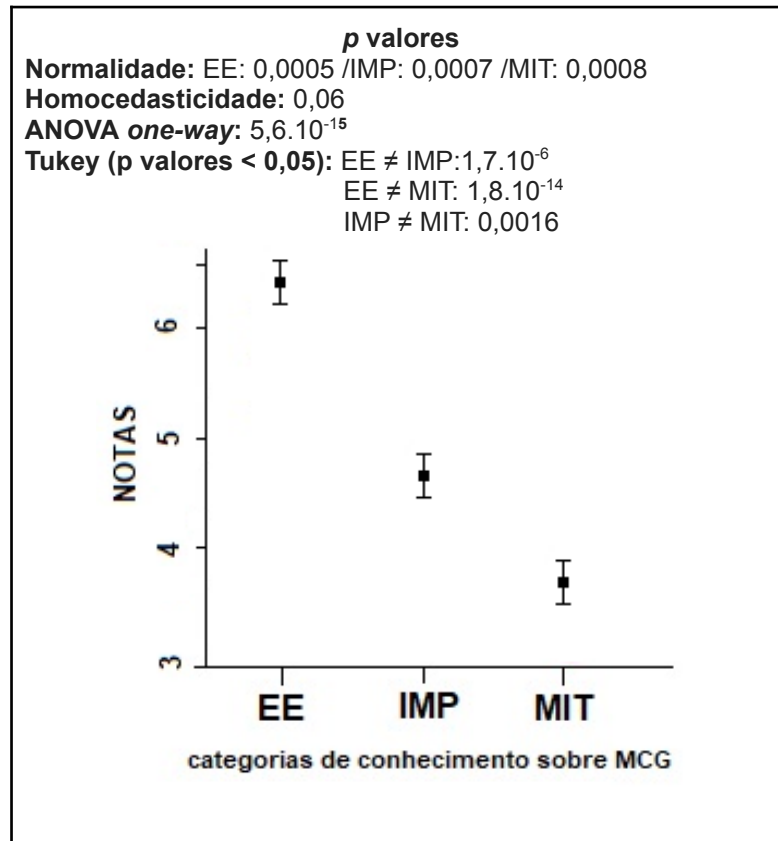
em todas as categorias para um  $E_{max}=0,4$ . Considera-se suficiente o número de respostas recebidas.

### **4.3 PERGUNTAS DE PESQUISA**

Na sequência apresentaremos os resultados e análise por pergunta de pesquisa.

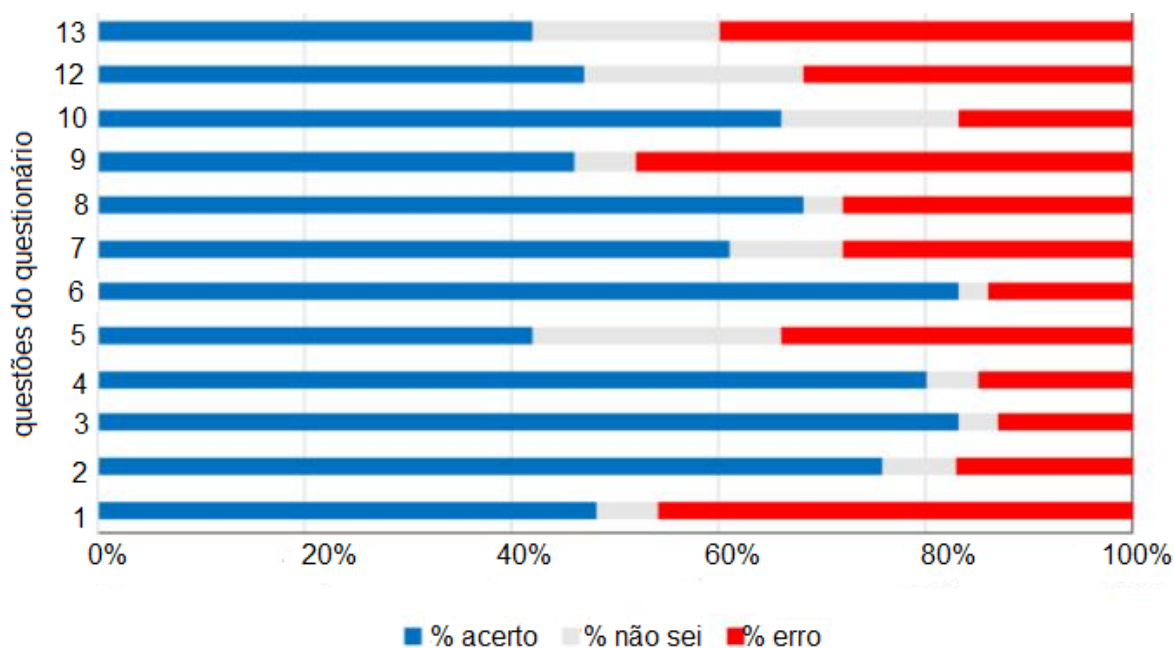
#### **4.3.1 Pergunta I: Há diferenças significativas no nível de conhecimento dos docentes por categoria? Quais são os principais acertos, erros e lacunas conceituais sobre o tema?**

A partir da análise do grupo de professores pesquisados ( $n=113$ ), é observada uma distribuição não-paramétrica ( $p$  valores  $< 0,05$ ) e homocedástica ( $p$  valores  $> 0,05$ ) dos dados obtidos (Figura 3), atendendo parcialmente às premissas do teste de hipótese. De acordo com o teste de hipótese ANOVA e par a par de Tukey, há diferenças significativas ( $p$  valores  $< 0,05$ ) entre as médias de notas de conhecimento por categoria, sendo maior para a categoria “efeito estufa” (média 6,4), seguido de “impactos” (média 4,7) e “mitigação” (média 3,7).



**Figura 3.** Notas médias referentes ao conhecimento sobre mudanças climáticas globais por categoria (EE: efeito estufa; IMP: impactos; MIT: mitigação; n = 113), com intervalo das notas entre 0 e 10. As barras verticais representam um desvio padrão das médias. Sobre o gráfico estão indicados os p valores referentes a natureza dos dados e significância entre as diferenças entre categorias.

A Figura 4, a seguir, mostra os acertos, as lacunas de conhecimento (respostas “não sei”) e os erros conceituais cometidos pelos docentes investigados. Nela, são apresentadas as frequências percentuais das respostas dadas em cada questão do questionário de conhecimento referentes à categoria *efeito estufa*.

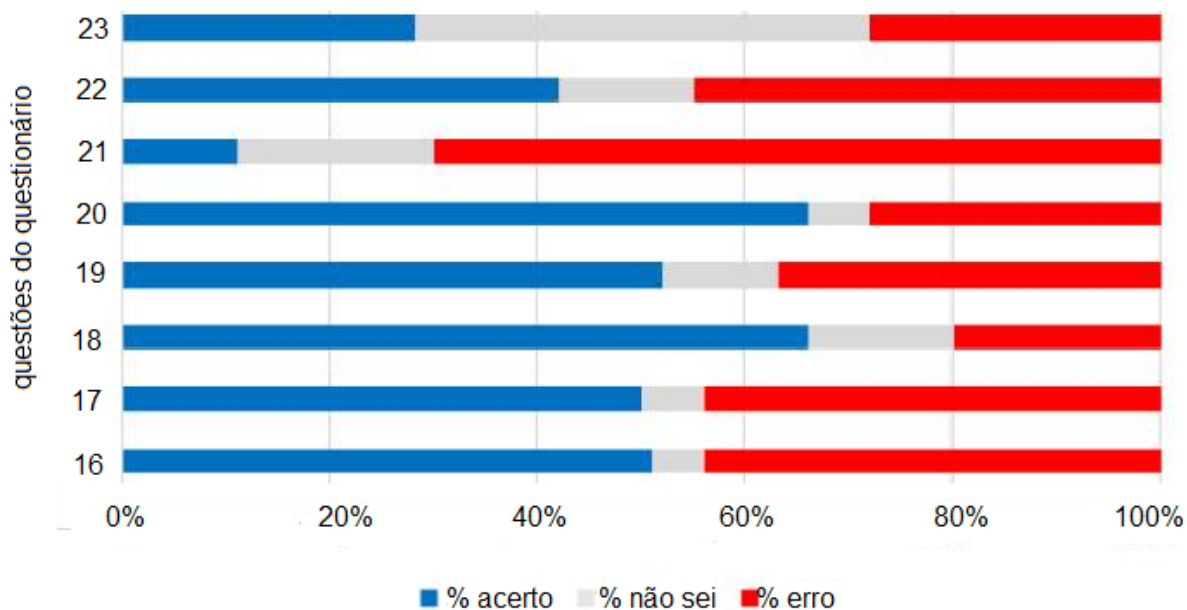


**Figura 4.** Frequência percentual de acertos, lacunas de conhecimento (não sei) e erros conceituais para a categoria “efeito estufa” apresentados pelos professores (n = 113).

Nas questões relacionadas ao fenômeno da fotossíntese e conceito de efeito estufa (Questões 2, 3, 4 e 6, 8 e 10), os participantes obtiveram cerca de 70 a 80% de acertos. Para as questões 1 e 9, que versam sobre a função da fotossíntese para as plantas e a importância da retenção do calor pela atmosfera para o equilíbrio climático e a manutenção da vida, foram apresentadas as maiores porcentagens de erro, ambas em torno dos 50%.

A maior lacuna foi observada na Questão 5 (24%), demonstrando que os professores não souberam reconhecer a glicose como o principal produto da fotossíntese. A Questão 12, que se refere aos processos naturais que liberam ou não gás carbônico, obteve 21% das respostas “não sei” e 32% de erro. A questão 13, que verifica se a principal fonte emissora de CO<sub>2</sub> em escala global são as usinas termelétricas, resultou em 40% de erro.

Para a categoria “impactos”, os resultados estão apresentados na Figura 5.

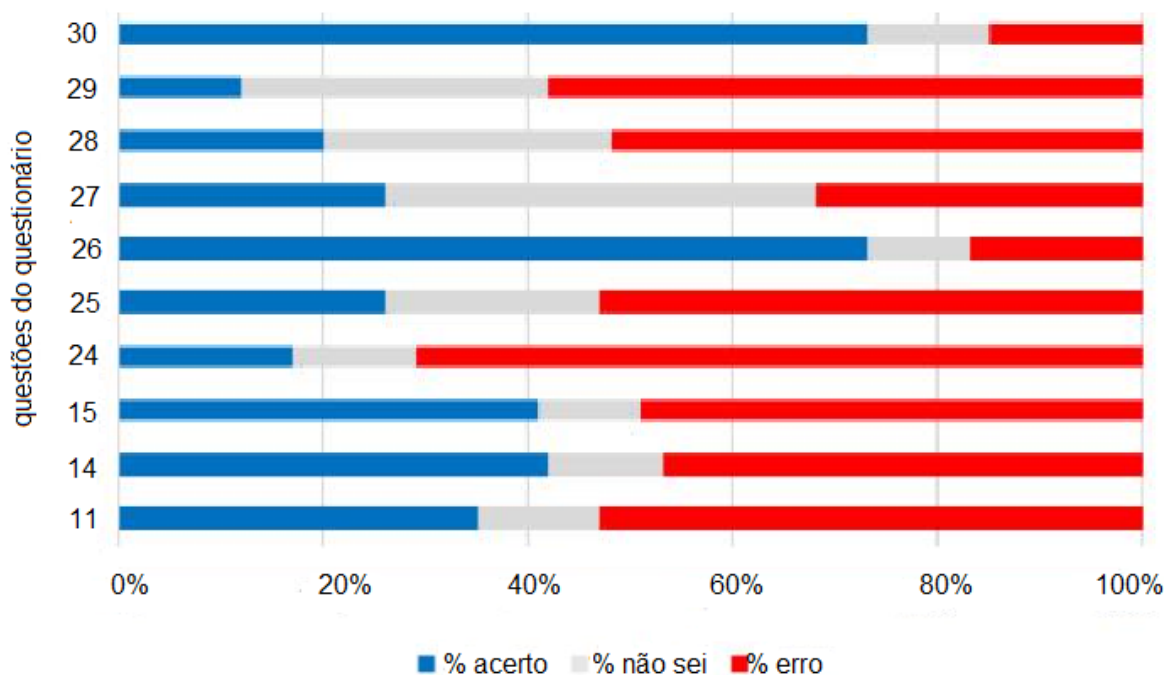


**Figura 5.** Frequência percentual de acertos, lacunas de conhecimento (não sei) e erros conceituais para a categoria “impactos” apresentados pelos professores (n = 113).

As questões 18 e 20, relacionadas aos principais impactos provenientes das MCG na Amazônia e na cidade onde os professores lecionam (neste caso, o município de Peruíbe, localizado no litoral sul do Estado de São Paulo), obtiveram o melhores resultados, com 70% de acertos.

Os principais erros conceituais estão relacionados à visão global dos impactos. Com 70% de erro (Questão 21), os professores atribuíram o fenômeno *ilhas de calor em centros urbanos* como sendo provenientes de MCG. Sobre projeções futuras de possíveis impactos que podem vir acontecer no Brasil, 45% não reconhecem o fenômeno onda de calor (Questão 22), e em escala global, acerca da diminuição drástica de gás oxigênio atmosférico, 70% não sabem ou erraram a questão (Questão 23). Com 37% de erro, sugere que os professores não reconheceram o impacto global das MCG (aumento dos eventos climáticos extremos em número e intensidade (Questão 19).

Para a categoria *mitigação*, a Figura 6 sintetiza a frequência percentual de acertos, lacunas de conhecimento e erros conceituais e apresentados pelos professores.



**Figura 6.** Frequência percentual de acertos, lacunas de conhecimento (não sei) e erros conceituais para a categoria *mitigação* apresentados pelos professores (n = 113).

Com 73% de acerto, os professores reconhecem que o reflorestamento é uma das ações fundamentais para a mitigação frente às MCG (Questão 26). Também com 73% de acerto, os professores reconhecem a China e os EUA como os países que mais emitem gás carbônico na atmosfera (Questão 30). Entretanto, como apresentado anteriormente, os docentes não reconhecem quais as principais atividades emissoras de CO<sub>2</sub> que esses países realizam (uso de usinas termelétricas, Questão 13, categoria *efeito estufa*). Além disso, cerca de 90% não reconhecem a principal contribuição da sociedade de consumo para as intensificações do efeito estufa que levam às MCG (Questão 29), visto que fontes de energia elétrica para a produção dos bens de consumo emitem gás carbônico (termelétricas).

Para o cenário brasileiro, cerca de 50% dos professores não reconhecem que a principal atividade emissora de CO<sub>2</sub> no Brasil - e que necessita urgente mitigação - são as queimadas das florestas (Questão 14) e que a atividade agropecuária é sua principal precursora (Questão 15).

Como principal erro conceitual, 71% acreditam que exista uma relação direta entre mudanças climáticas globais e o buraco na camada de ozônio, associando a diminuição do uso de sprays que emitem CFC como forma de mitigação das MCG.

Sobre importantes instrumentos de mitigação, como a função do IPCC

(Questão 27) e o compromisso acertado pelos países firmado pelo Acordo de Paris (Questão 28), cerca de 75% dos professores não souberam responder corretamente.

#### 4.3.2. Pergunta II: Há diferenças entre o nível de conhecimento por categoria com relação à formação acadêmica do professor?

A caracterização dos docentes, por área de formação, está apresentada na Tabela 3. O Grupo 1, caracterizado pelos docentes de geografia e ciências, teve menor representatividade na amostra obtida, ( $n = 38$ ) e enquanto o Grupo 2, que engloba todas as outras formações ( $n = 75$ ), foi mais representado.

**Tabela 3.** Caracterização dos professores participantes por área de formação acadêmica.

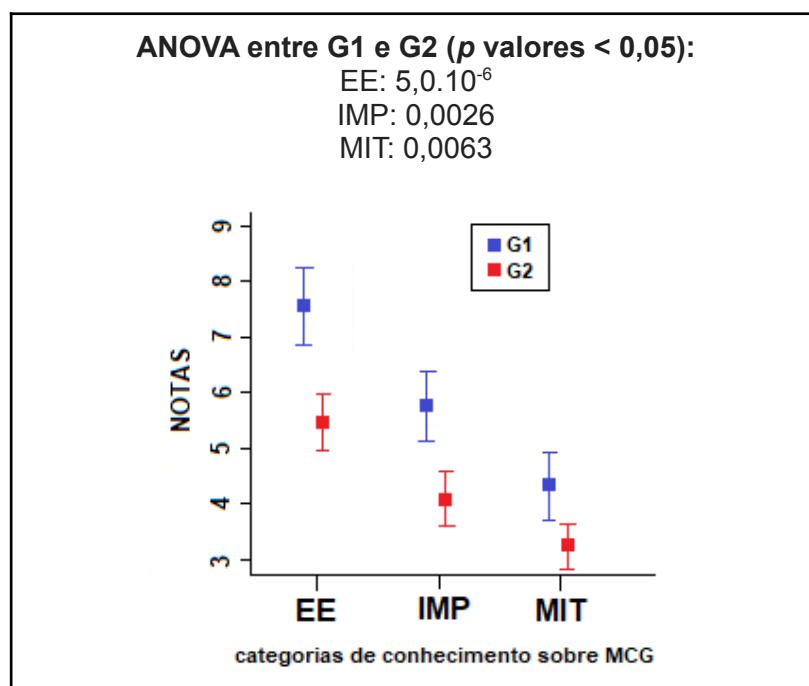
		N	%	
área de formação acadêmica	Ciências da Natureza	25	22,1%	
	Ciências Humanas	geografia	13	11,5%
		outros	18	15,9%
	Linguagens e códigos	40	35,4%	
	Matemática	17	15,1%	
<b>total</b>		<b>113</b>	<b>100,0%</b>	
tema previsto no currículo	sim - Grupo 1 (G1 - ciências e geografia)	38	33,6%	
	não - Grupo 2 (G2 - outros)	75	66,4%	
	<b>total</b>	<b>113</b>	<b>100,0%</b>	

Conforme Tabela 4, abaixo, a análise exploratória dos dados apontou uma distribuição não-paramétrica ( $p < 0,05$ ) e homocedástica ( $p > 0,05$ ), para todas as categorias, em ambos os grupos, atendendo parcialmente às premissas dos testes de hipótese.

**Tabela 4.** Valores estatísticos acerca da natureza dos dados ( $p$  valores para os testes de normalidade e homocedasticidade) referentes às notas de conhecimento por categorias para G1 e G2.

G1	Normalidade	Homocedasticidade
EE	0,00023	
IMP	0,00333	0,49
MIT	0,0199	
G2	Normalidade	Homocedasticidade
EE	0,033	
IMP	0,014	0,05
MIT	0,003	

A partir dos resultados acima, foi realizado o teste de hipótese ANOVA de modo a verificar se há diferenças significativas entre os grupos, por categoria. Como se observa na Figura 7, abaixo, G1 apresentou médias de notas estatisticamente superiores a G2 em todas as categorias de conhecimento ( $p$  valores  $< 0,05$ ). Observa-se ainda que, mesmo após a divisão dos grupos de acordo com formação acadêmica, as diferenças observadas entre as categorias se mantiveram, com *efeito estufa* apresentando médias de notas significativamente maiores (7,6 e 5,4, para G1 e G2, respectivamente), seguida por *impactos* (5,7 e 4,0 para G1 e G2, respectivamente) e por último *mitigação* (4,3 e 3,3, para G1 e G2, respectivamente).



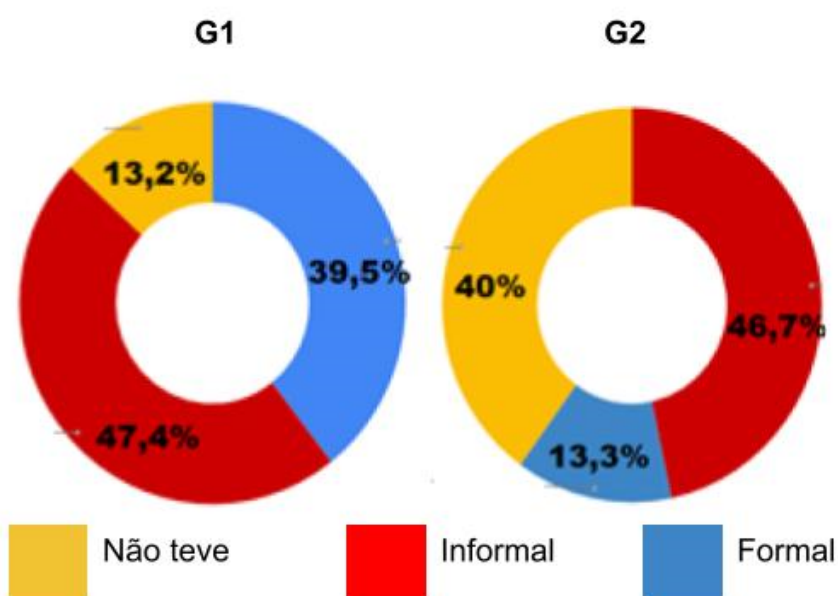
**Figura 7.** Distribuição média com intervalo de confiança de 95% ( $IC = 0,05$ ) referente às notas de conhecimento sobre MCG por categoria (EE = efeito estufa, IMP = impactos e MIT = mitigação)

pertencente aos grupos G1 (em azul) e G2 (em vermelho). Sobre o gráfico estão indicados os  $p$  valores do teste de hipótese (ANOVA) entre G1 e G2 por categoria de conhecimento. Obs: embora estejam no mesmo gráfico, não há ligação entre as categorias.

Na sequência apresenta-se a caracterização e comparação entre G1 e G2 referentes a: modos de instrução, frequência de trabalho do tema, e a percepção da relação da participação humana na indução das MCG.

### Quanto aos diferentes modos de instrução sobre o tema

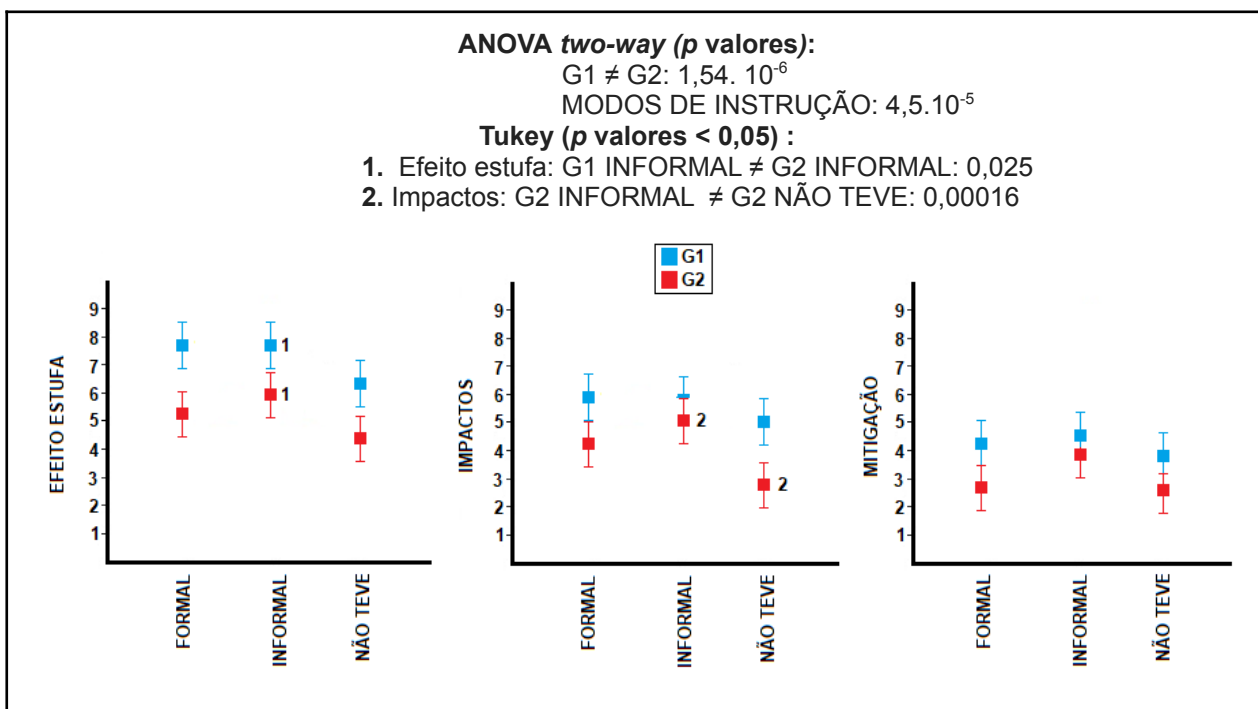
A Figura 8, abaixo, apresenta os gráficos das frequências percentuais quanto ao modo de instrução (Formal, Informal ou Não teve formação) sobre MCG declarados pelos docentes dos grupos 1 e 2. Destaca-se que a maioria dos professores pertencentes ao G1 declararam possuir alguma formação sobre o tema (soma de instrução formal e informal, 86,9%), diferentemente dos professores pertencentes ao G2, no qual 40% declararam não possuir formação alguma sobre o tema das MCG. Cabe dizer que por instrução *formal* considerou-se aquela adquirida na escola, graduação, pós-graduação, curso técnico; já por instrução *informal*, considerou-se a forma de conhecimento adquirida fora da escola/universidade, como, por exemplo, autodidata, televisão, documentário, palestra, livros, revistas, etc.



**Figura 8.** Prancha referente as frequências percentuais dos modos de instrução sobre o tema (não teve, informal e formal) declarados pelos grupos 1 e 2 de professores.



A análise de variância (ANOVA *two-way*) entre os fatores de grupo (G1 e G2) e de modos de instrução (não teve, informal e formal) revelou que ambos os grupos diferem entre si ( $p$  valores  $< 0,05$ ) destacam-se as diferenças significativas reveladas pelo teste de Tukey as interações indicadas na Figura 9, abaixo, pelos números 1 e 2.



**Figura 9.** Prancha da distribuição média com intervalo de confiança de 95% (IC = 0,05) referente às notas de conhecimento sobre MCG por categoria (efeito estufa, impactos e mitigação) em um intervalo de 0 a 10, em função dos modos de instrução sobre o tema (formal, informal e não teve), declarados pelos professores de G1 (em azul) e G2 (em vermelho). O números 1 e 2 em destaque, indicam as diferenças significativas encontradas nas interações: 1: para a categoria efeito estufa, G1 INFORMAL  $\neq$  G2 INFORMAL; 2: para a categoria impactos, G2 INFORMAL  $\neq$  G2 NÃO TEVE. Sobre o gráfico,  $p$  valores dos testes ANOVA *two-way* e Tukey.

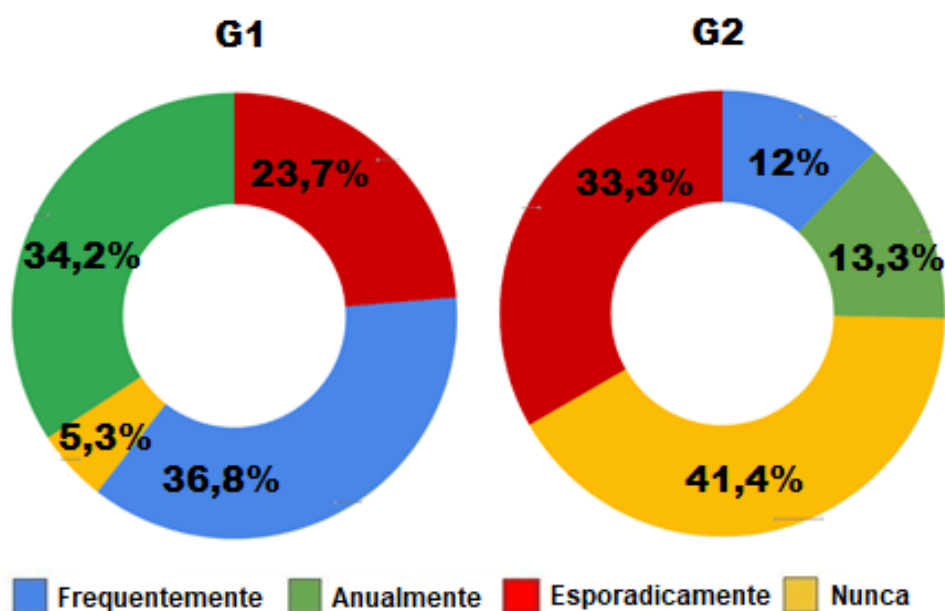
Para G1, os docentes que declararam possuir o modo instrução *formal* ou *informal* sobre MCG apresentaram as maiores notas, com média de 7,7 na categoria *efeito estufa*. Para G2, os docentes que declararam possuir o modo instrução *informal* sobre MCG apresentaram as maiores notas, com média de 5,8 na categoria *efeito estufa*. Tanto para G1 quanto para G2, aqueles que declararam “*não possuir formação*” alguma sobre o tema apresentaram as menores notas, com média 3,8 e 2,6 na categoria *mitigação*, para G1 e G2, respectivamente.

Para a categoria de conhecimento *efeito estufa*, docentes de G1 diferem de G2 quando ambos declaram que seu modo de instrução é predominantemente “*informal*” (diferença significativa 1), ou seja, G1 apresenta média de nota significativamente superior (7,7) do que G2 (5,8). Na categoria *impactos*, docentes

de G2 que declaram os modo de instrução predominantemente *informal* diferem daqueles que declaram o modo de instrução *não teve* sobre o tema (diferença significativa 2), ou seja, dentro do G2, aqueles que declaram instrução *informal* apresentam média significativamente superior (5,1) do aqueles que declaram não possuir formação alguma sobre o tema (média 2,7).

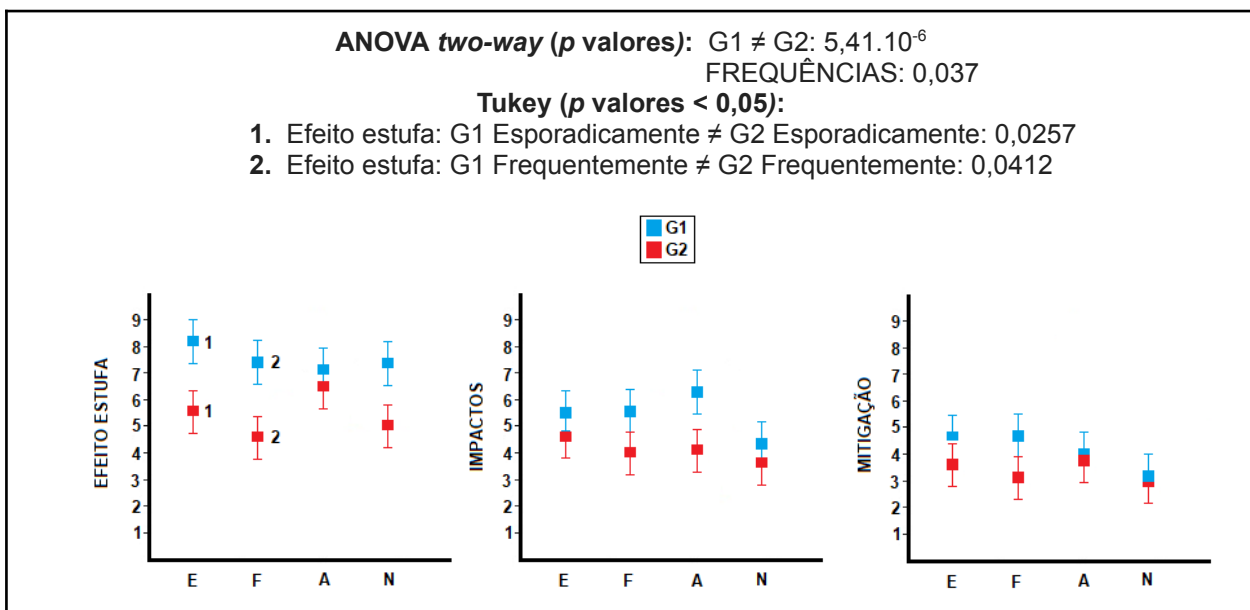
### Quanto às diferentes frequências de trabalho com o tema no cotidiano escolar

Conforme apresentado na Figura 10, os docentes em G1 são os que mais declaram trabalhar o tema das MCG em seu cotidiano escolar, cerca de 37% do total apontaram a frequência *Frequentemente* e 34% *Anualmente*. Cerca de 5% dos docentes de G1 declaram nunca trabalhar com o tema, enquanto para G2, essa frequência chegou a cerca de 41%. Ainda para G2, cerca de 33% declarou trabalhar *Esporadicamente*.



**Figura 10.** Prancha referente a porcentagem referentes à frequência de trabalho com o tema MCG no cotidiano escolar declarados pelos professores de G1 e G2.

A análise ANOVA *two-way* das notas por categoria sobre MCG em acordo com as diferentes frequências de trabalho declarados indicou diferenças significativas para cada um dos grupos de professores e entre as frequências de trabalho declaradas conforme Figura 11.

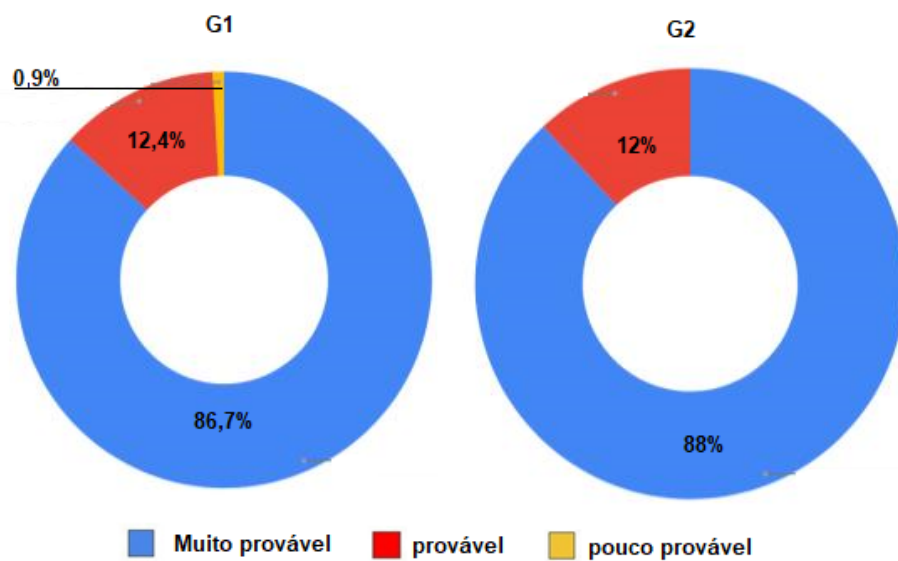


**Figura 11.** Prancha da distribuição média com intervalo de confiança de 95% (IC = 0,05) referente às notas de conhecimento sobre MCG por categoria (efeito estufa, impactos e mitigação) em um intervalo de 0 a 10, em função das diferentes frequências de trabalho com o tema no cotidiano escolar (E: Esporadicamente, F: Frequentemente, A: Anualmente e N: Nunca), declarados pelos professores de G1 (em azul) e G2 (em vermelho). O números 1 e 2 em destaque, indicam as diferenças significativas encontradas nas interações: na categoria efeito estufa, 1: G1 Esporadicamente  $\neq$  G2 Esporadicamente; 2: G1 Frequentemente  $\neq$  G2 Frequentemente. Sobre o gráfico,  $p$  valores significativos dos testes ANOVA two-way e Tukey.

Houve diferenças significativas apenas para a categoria de conhecimento “efeito estufa”, no qual docentes de G1 diferem de G2 quando ambos declaram a frequência de trabalho *esporadicamente* (diferença significativa 1), em que G1 apresenta média de nota significativamente superior (8,2) do que G2 (5,7). O mesmo ocorre para a frequência *frequentemente*, (diferença significativa 2), no qual G1 apresenta média de nota significativamente superior (7,5) do que G2 (4,7).

### Em relação da participação humana na indução das MCG

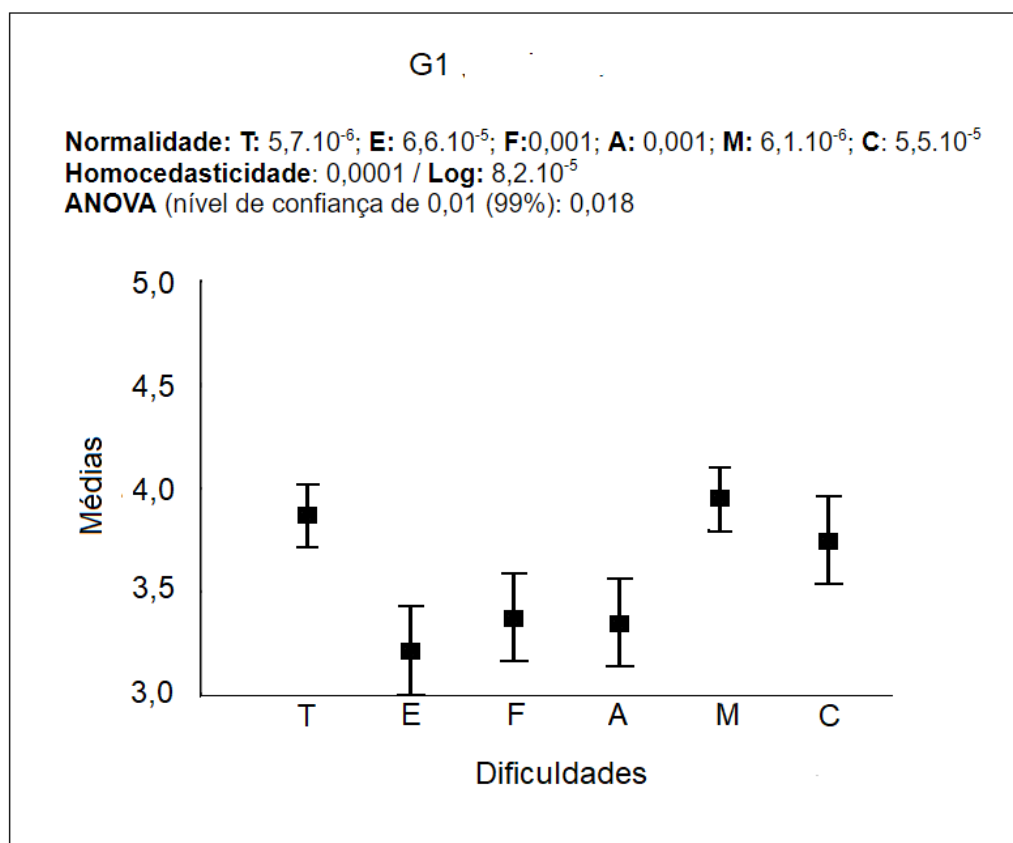
Quando perguntados qual a probabilidade de que atividades humanas estão induzindo MCG, tanto G1 quanto G2 apresentaram percepções muito próximas, conforme Figura 12, abaixo. Quase 90% dos docentes, tanto de G1 quanto de G2 declararam ser *muito provável*, e cerca de 12% declaram *provável*. Apenas um professor pertencente ao grupo 1 declarou a resposta *pouco provável*, o que pode indicar uma ideia negacionista (cética) sobre o fenômeno.



**Figura 12.** Prancha referente a porcentagem das percepção da probabilidade de que atividades humanas estão induzindo MCG declaradas pelos professores de G1 e G2.

### 4.3.3 Pergunta III: Há diferenças significativas entre as percepções das dificuldades em se trabalhar o tema no cotidiano escolar declaradas pelos docentes?

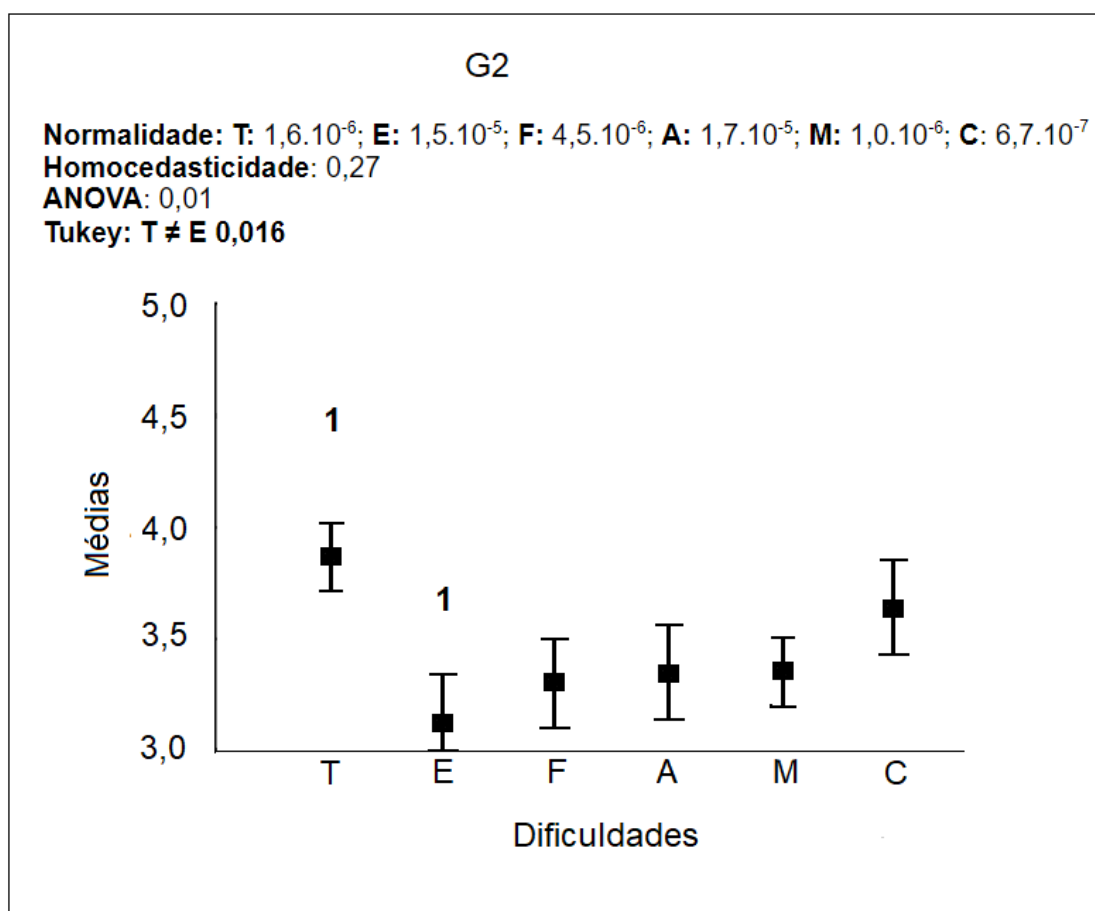
Os resultados para o G1 estão apresentados na Figura 14, abaixo:



**Figura 14.** Distribuição média com intervalo de confiança de 95% (IC = 0,05, barras verticais) referente às percepções dos professores de G1 para cada uma das dificuldades mais citadas pela literatura indicadas no eixo X (T: transposição didática, E: eletividade da área de estudo, F: falta de preparo docente para o trabalho interdisciplinar que o tema exige, A: abordagem comportamentalista com pouca valorização dos potenciais do âmbito ético em uma perspectiva crítica, M: materiais didáticos inadequados e C: alto grau de complexidade e incertezas associadas a interesses políticos e econômicos, condição que dificulta o ensino/ aprendizagem desse tema). Sobre o gráfico, *p* valores referentes aos testes estatísticos realizados.

Em acordo com a Figura 13, para G1, a natureza dos dados apontou para uma distribuição não-paramétrica ( $p < 0,05$  para todas as dificuldades) e heterocedástica. A partir disso, os dados foram logaritmizados e mesmo assim manteve-se a heterocedasticidade. A partir disso, aplicou-se o teste ANOVA com maior rigor de probabilidade ( $p < 0,01$ ). O valor médio de todas as análises se situou entre 3,2 e 3,9, mas as diferenças entre as percepções não foram significativas.

Os resultados para o G2 estão apresentados na Figura 15, abaixo:



**Figura 15.** Distribuição média com intervalo de confiança de 95% (IC = 0,05, barras verticais) referente às percepções dos professores de G2 para cada uma das dificuldades mais citadas pela literatura indicadas no eixo X (T: transposição didática, E: eletividade da área de estudo, F: falta de preparo docente para o trabalho interdisciplinar que o tema exige, A: abordagem comportamentalista com pouca valorização dos potenciais do âmbito ético em uma perspectiva crítica, M: materiais didáticos inadequados e C: alto grau de complexidade e incertezas associadas a interesses políticos e econômicos, condição que dificulta o ensino/ aprendizagem desse tema). O número 1 apresentado no gráfico indica a diferença significativa encontradas entre as percepções. Sobre o gráfico,  $p$  valores referentes aos testes estatísticos realizados.

Conforme Figura 15, para G2, a natureza dos dados também apontou para uma distribuição não-paramétricas ( $p < 0,05$  para todas as dificuldades), porém, homocedástica. O teste ANOVA apontou diferenças entre as percepções, e a partir do teste pareado de Tukey, encontramos tal diferença na interação entre as dificuldades *transposição didática* e *eletividade da área de estudo*. Considera-se então que, para os docentes de G2, a percepção da dificuldade *transposição didática* é superior que a dificuldade *eletividade da área de estudo*.

## 5. DISCUSSÃO

---

A partir da análise dos resultados apresentamos algumas considerações a respeito do conhecimento científico sobre MCG dos docentes a partir da interlocução com a literatura pertinente e propondo caminhos para a melhoria desse ensino.

Referente à pergunta I, nossos resultados sugerem que os professores possuem lacunas e erros conceituais relevantes, pois, em intervalos entre 0 e 10, as médias das notas mantiveram-se entre 6,1 (categoria *efeito estufa*) e 3,6 (categoria *mitigação*). Encontramos diferenças significativas entre as notas por categoria de conhecimento, sendo maior para *efeito estufa*, seguida de *impactos* e *mitigação*, corroborando com Anyanwu (2015) que, de forma geral, descreveu em seu estudo níveis de alfabetização climática menores nas categorias *impactos* e *mitigação*. Borgerding e Dagistan (2018) esclarecem que o conhecimento e procedimentos sobre impactos e mitigação são considerados mais complexos pelos docentes. Dessa maneira, consideramos importante desconstruir essa visão equivocada dos professores, uma vez que podem implicar negativamente em sua prática docente, favorecendo a disseminação de equívocos que podem divergir dos sentidos básicos dos conceitos científicos sobre MCG, comprometendo todo ensino-aprendizagem desse tema.

Apesar dos resultados destacados no parágrafo anterior, detectamos que, para as categorias de conhecimento *efeito estufa* e *mitigação*, 73% dos docentes reconhecem que o processo de fotossíntese retira CO<sub>2</sub> do ar e que, portanto, o reflorestamento é uma potente ação mitigadora das MCG. Tais resultados se aproximam da pesquisa de Michail *et al.* (2006), dado que 62% dos professores entrevistados pelos pesquisadores sabiam que o plantio de árvores contribui para a mitigação da intensificação do efeito estufa. A esse respeito, vários estudos apontam a importância da abordagem do tema fotossíntese nas salas de aula (ZOMPERO e LABURU, 2011; SOUZA e ALMEIDA, 2002). Ursi (2020) aponta caminhos de modo a incentivar o professor a estabelecer um vínculo entre as MCG e a fotossíntese, partindo, por exemplo, do ensino-aprendizagem da fisiologia das plantas. Sendo assim, tal tema é considerado por muitos pesquisadores como capaz de promover um ensino contextualizado, abrangendo as diferentes áreas do conhecimento, sendo um caminho para a abordagem das MCG.

A respeito do *efeito estufa*, identificamos erros conceituais dos professores investigados, muitos dos quais considerados comuns na literatura (Arslan *et al.*, 2012). Em nossa investigação, 48% dos docentes não reconhecem o papel benéfico do efeito estufa para a manutenção da vida no planeta Terra, considerando-o totalmente prejudicial, fato também identificado por Michail *et al.* (2006). Para esses autores, essa visão errônea dos docentes deve-se ao considerá-lo um distúrbio exclusivamente induzido pelo homem.

Outro resultado frequentemente encontrado, 71% dos docentes acreditam que exista uma relação direta entre mudanças climáticas globais e o buraco na camada de ozônio, associando a diminuição do uso de sprays que emitem CFC como forma de mitigação das MCG. Resultados análogos foram encontrados em trabalhos tais como Dove (1996), Papadimitriou (2004), Michail *et al.* (2006), Arslan *et al.* (2012), Marchezini e Londe (2020) e Nyarko e Petcovic (2021).

Sobre as emissões de gás carbônico em escala global, cerca de 60% dos docentes não reconhecem as termelétricas como principais fontes de CO<sub>2</sub>, corroborando o encontrado por Marchezini e Londe (2020), no qual apenas 27,3% dos docentes investigados acreditam que o uso do carvão para geração de energia elétrica é apenas o segundo maior emissor. Em Perúibe, 58% dos professores não reconhecem a relação entre consumo, aumento das emissões de CO<sub>2</sub> e MCG. Esses dados são preocupantes, pois são considerados conhecimentos-chave para o enfrentamento da crise climática, tanto para o cenário brasileiro, quanto global (IPCC, 2017). Para Anderson (2012), é fundamental no enfrentamento da crise climática a inclusão, no debate sobre MCG, de questões sobre consumo consciente e estilo de vida sustentáveis.

Para a categoria *impactos*, 66% dos docentes reconhecem as enchentes e deslizamentos de terra como um impacto local das MCG, corroborando o estudo realizado por Rocha *et al.* (2020). Quando questionados sobre os efeitos negativos das mudanças climáticas no seu dia a dia, os docentes pesquisados pelos referidos autores enfatizaram as experiências locais como impactantes. No caso de nossa investigação, enchentes em Perúibe, fato evidenciado na notícia disponível no Portal G1<sup>1</sup>, a seguir:

---

<sup>1</sup> Disponível em

<https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2021/01/20/estrada-do-guarau-e-liberada-apos-deslizam>



Estrada do Guaraú é liberada após deslizamentos e mais de 100 pessoas seguem desabrigadas em Peruíbe, SP. Segundo a prefeitura, 35 famílias continuam abrigadas em uma escola da cidade. A Defesa Civil do Estado informou que, em 24 horas, houve uma chuva muito intensa em Peruíbe, com acumulados de 255 milímetros. Segundo a Secretaria Municipal de Defesa Social, o acumulado de chuvas representa quase o dobro da média dos últimos dois anos no mês de janeiro.

As comunidades costeiras, caso de Peruíbe, são altamente suscetíveis aos impactos das mudanças climáticas, incluindo aumento do nível do mar, ou a intensificação de eventos climáticos extremos como tempestades que, conseqüentemente, elevam o número de vítimas devido às enchentes e deslizamentos de terra (IPCC, 2007). Logo, uma abordagem em sala de aula que visa promover a percepção desses impactos abre possibilidades de discussão e o início de processo catalisador de ações voltadas ao meio ambiente (MESQUITA *et al.*, 2019). Nesse sentido, acreditamos que parcerias entre universidade, escolas, UCs, agentes da defesa civil e polícia ambiental podem promover o ensino contextualizado (BERCHEZ *et al.*, 2019; RIBEIRO *et al.*, 2021), visando ao desenvolvimento de ações educativas de adaptação de modo a minimizar os impactos locais de eventos extremos, por exemplo, aqueles relacionados às enchentes e deslizamentos de terra.

Em contraste, impactos futuros que poderão ocorrer no Brasil, como ondas de calor letais, não são reconhecidos por 45% dos docentes. Fato preocupante, uma vez que Nobre (2016) alerta que, ondas de calor letais poderão aumentar em 7,5 vezes a mortalidade de idosos.

Na categoria *mitigação*, 50% dos professores não reconhecem a fiscalização da atividade agropecuária no Brasil, principal motivo das queimadas na Região Amazônica, como uma importante forma de mitigação das MCG. Também não reconhecem a função climática da Amazônia responsável, por exemplo, pela ocorrência e regulação de chuvas na região Sudeste. A partir desses resultados, podemos inferir que o cenário é preocupante, pois, segundo Seroussi *et al.* (2019), existe uma correlação positiva entre o conhecimento sobre as conseqüências das mudanças climáticas e a prontidão para agir no sentido da mitigação. Ficou claro, no

---

[entos-e-mais-de-100-pessoas-seguem-desabrigadas-em-peruibe-sp.ghtml](#) Acesso em 25 de janeiro de 2021.

caso de Peruíbe, que os docentes não tem o conhecimento das ações fundamentais (mesmo que individuais) de mitigação no Brasil, como por exemplo, consumo consciente de carne bovina.

Para Michael *et al.* (2006) equívocos e lacunas de conhecimento docente devem-se, em sua maioria, à utilização de meios de comunicação de massa (TV e internet) como principais fontes de informação ambiental, ou seja, os professores estão sendo educados ambientalmente como leigos e não em termos científicos. Fatos reforçados pelos resultados de Nyarko e Petcovic (2021), no qual a maioria dos professores de formação inicial indicaram a mídia (62%) como a principal fonte de seu conhecimento sobre mudanças climáticas. Dessa forma, identificamos a importância da formação inicial e continuada docente embasada em dados científicos. Um caminho interessante seria a construção de um alicerce a partir dos três eixos estruturantes da Alfabetização Científica (AC) (SASSERON, 2015) habilitando os docentes a reconhecer a natureza da ciência, compreender os conceitos sobre o tema e estabelecer relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. A autora esclarece que a AC promove a construção de uma análise e avaliação de questões complexas, como o caso das MCG, à luz dos conhecimentos científicos, capacitando o indivíduo a desenvolver um posicionamento crítico, analítico e propositivo de modo a mitigar problemas que afligem a sociedade.

Referente à pergunta II, quanto ao desempenho dos docentes de acordo com sua área de formação (G1 e G2), encontramos diferenças significativas entre as notas em todas as categorias de conhecimento. Docentes do G1, formados em Geografia e Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química), no qual o tema MCG está previsto no currículo, apresentaram melhor desempenho do que os docentes do G2, que engloba as demais áreas de formação, em todas as categorias de conhecimento, sendo *efeito estufa* superior, seguido de *impactos* e *mitigação*. Por ser previsto no currículo, já era esperado um melhor desempenho do G1 em relação a G2. Entretanto, pode-se compreender melhor sobre o porquê dessa diferença de desempenho a partir dos dados de perfil de modos de formação, frequência de trabalho do tema, e a percepção da relação da participação humana na indução das MCG, discutidos a seguir.

Sobre a formação específica sobre MCG, quanto à instrução formal sobre o tema, mesmo previsto no currículo, apenas 40% de G1 e 13% de G2 declararam ter

formação formal sobre o tema. Marchezini e Londe (2020), também apontam uma defasagem na formação inicial dos docentes, no qual 60,3% dos professores não tiveram aulas sobre mudanças climáticas durante o curso superior de graduação. Também corroboramos com os resultados de Mesquita *et al.* (2019), que, em resposta à lei 9795/99 que institui o PNEA (BRASIL, 1999), sugere que a educação formal deve incorporar a dimensão ambiental na formação de profissionais de todas as áreas do conhecimento com a inserção desses temas nos currículos de todos os níveis de ensino. Pelo contrário, de acordo com os resultados, o que se observa é que essa diretriz não se aplica à realidade da formação docente. Na prática, em nossa pesquisa, para G2, quase 40% dos docentes declararam não ter formação alguma sobre o tema. Para Molthan-Hill *et al.*, (2019) explica-se tal defasagem dado que os programas de formação docente, em geral, são especializados e apresentam módulos eletivos para temas ambientais, embora isso devesse ser básico para todos os cursos. Por consequência, o que se observa são abordagens limitadas, fragmentadas e frequentemente focadas em algumas disciplinas, no caso do cenário brasileiro, as formações em Geografia e Ciências da Natureza. Em acordo com esse quadro, Marchezini e Londe (2020), descobriram que 50% dos professores acreditam que as disciplinas de Geografia e Ciências devem ser responsáveis pelo tema MCG nas escolas, o que deveria ser de todas as disciplinas.

Partindo da ideia de currículo como um instrumento que define a formação de uma geração, desenvolvendo um projeto de nação (ARROYO, 2011), incentivamos a elaboração e implementação de currículos de sustentabilidade (KRYSTAL *et al.*, 2018) com abrangência multidisciplinar, de modo que eles possam incorporar a natureza da ciência, bem como as dimensões sociais, econômicas e políticas das MCG (HERMAN *et al.*, 2017). Tal currículo deverá alcançar todas as áreas acadêmicas que permeiam a educação básica, desde a educação infantil ao ensino superior, com destaque para os cursos de licenciatura e pedagogia, com o objetivo de além de desenvolver o pensamento crítico, preencher lacunas de conhecimento e retificar a potencial disseminação de desinformação (MCNEAL *et al.*, 2014).

Nesse contexto, Molthan-hill *et al.* (2019), declaram que o papel do ensino superior é proporcionar vivências que levem os futuros professores a desenvolverem habilidades de solucionar problemas, capacitando-os a: 1) Aprender a conhecer: entender as causas e consequências das MCG, bem como suas estratégias de mitigação e adaptação, e 2) Aprender a fazer: o desenvolver habilidades

transversais, como, por exemplo, ser capaz de adaptar-se rapidamente a diferentes situações e contextos de aprendizagem e compreender os fenômenos de forma sistêmica e visualizar diferentes soluções e cenários futuros.

Para Mesquita *et al.* (2019), as universidades podem ser consideradas laboratórios de práticas de sustentabilidade, onde os espaços físicos poderiam ser entendidos como núcleos educadores integrados, repletos de possibilidades de aprendizagens, constituindo-se como um modelo para a sociedade, trazendo para a realidade do graduando uma vivência de gestão ambiental em sentido amplo.

Como proposição, em teoria, a educação sobre mudanças climáticas, por apresentar uma natureza abrangente e multidisciplinar no currículo, não se deve apenas priorizar o conhecimento de conteúdo científico, mas também incluir questões sociais, como a redução do risco de desastres e consumo e estilos de vida sustentáveis (ANDERSON, 2012).

Referente à pergunta III, quanto à percepção dos docentes sobre as dificuldades de se trabalhar o tema das MCG no cotidiano escolar, em geral, identificamos, dentre os participantes dessa investigação, a co-ocorrência de dificuldades para o ensino das MCG, como apresentado por Jacobi *et al.* (2011).

Entre docentes do G1, verificou-se a dificuldade *material didático inadequado* estar mais presente, o que era esperado, uma vez que o tema é previsto no currículo para G1, logo, apresenta-se nos livros didáticos. Acreditamos que a escolha de usar o livro didático como guia pode trazer vantagens e desvantagens para a prática docente. Tal recurso é uma ferramenta amplamente utilizada, especialmente no Brasil. No entanto, concordamos com Custódio e Petrocola (2004) ao destacarem que o conhecimento contido nesse instrumento está descolado do contexto dos alunos e não exercita a construção do conhecimento científico, fato esse crucial no debate, principalmente no que se refere aos conhecimentos sobre mitigação e adaptação das MCG, fazendo-se necessária a formação dos professores para o desenvolvimento desse método de contextualização.

Dentre os materiais didáticos já existentes, algumas organizações, dentre elas a UNESCO, promovem a formação de professores em mudança climática e desenvolvimento sustentável de forma gratuita, disponibilizando cursos *online*, como, por exemplo, o *Mudança Climática em Sala de Aula* (introdução à mudança climática e materiais pedagógicos com uma versão adaptada para o contexto

brasileiro). Outro exemplo similar é material finlandês *Teacher's climate guide*<sup>2</sup> pacote educativo que explica as alterações climáticas no contexto de cada disciplina e fornece exercícios, material visual e dicas para educação multidisciplinar sobre o clima. Para o público brasileiro, destaca-se a obra *Temas atuais em mudanças climáticas: para os ensinamentos fundamental e médio* (organizadores Pedro Roberto Jacobi, Edson Grandisoli, Sonia Maria Viggiani Coutinho, Roberta de Assis Maia e Renata Ferraz de Toledo, São Paulo: IEE – USP, 2015.112p.). Em complemento, o *Projeto Ecossistemas Costeiros*, um programa do Instituto de Biociências e Parque CienTec da USP, apresenta como uma de suas frentes de trabalho a atividade *Trilha das Mudanças Climáticas Globais*. Focado na educação básica pública, o projeto tem como objetivo o desenvolvimento, aplicação e avaliação de modelos de educação transdisciplinar sobre MCG com base em fenômenos, utilizando ambientes naturais como sala de aula.

Docentes de G2 percebem como maior dificuldade a *transposição didática*, sendo significativamente maior que a dificuldade *eletividade da área de estudo*. Para esse contexto, Oversby (2015) explica que a educação sobre as MCG enfrenta sérios desafios por ser caracterizada por uma aprendizagem multifacetada e muitas vezes além do conjunto de habilidades de muitos professores. A complexidade está no centro da ciência do clima, enquanto os professores são obrigados a simplificar, promovendo pedagogias que garantam que as simplificações permaneçam fiéis à ciência, sem sobrecarregar os alunos. Nesse caso, acreditamos que investir em formações que oportunizem aos docentes desenvolver práticas de transposição didática e argumentação contribuiria para melhoria desse ensino.

Para G2, a maior percepção da dificuldade é *alto grau de complexidade e incertezas*, agravado pelo fato que 40% dos professores declararam não possuir formação sobre o tema, e admitiram nunca trabalhar o tema no ano cotidiano escolar (41%) ou apenas esporadicamente (33%). Diante desses resultados, Chang e Pascua (2017) destacam ser fácil descartar a relevância do ensino quando o discurso sobre as MCG é caracterizado por conceitos complexos e considerados inconstantes. Além disso, os professores enfrentam a barreira da preocupação sobre os aspectos controversos do ensino desse tópico (BORGARDING e DAGISTAN, 2018). Corroborando com esses autores, Skamp *et al.* (2012), Krystal *et al.* (2018); e

---

<sup>2</sup> Disponível em <https://teachers-climate-guide.fi/>  
Acesso em 11/10/2021.

Oversby (2015) apontam caminhos que possibilitem o docente a construir sequências didáticas a partir do uso de metodologias ativas de aprendizagem, consideradas ferramentas eficientes no empoderamento dos estudantes, de forma que o aluno reconheça a seriedade do tema e, ao mesmo tempo, capacite-os a agir sobre ele. Exemplificando, evidências mostram que as estratégias didáticas para a construção ativa do conhecimento por parte do aluno, bem como de comportamentos pró-ambientais são mais bem-sucedidas quando se concentram em aspectos locais e tangíveis das MCG (ANDERSON, 2012, CARMAN *et al.*, 2020). Outro fator mobilizador para a construção de atitudes e valores é possibilitar vivências educacionais que envolvam o domínio afetivo (SKAMP *et al.*, 2012).

Oversby (2015) sugere estratégias interessantes que podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem ativo, tais como:

- Discussões abertas para identificação de concepções alternativas.
- Elaboração de perguntas: Nesta prática, os alunos recebem uma resposta parcial a uma pergunta desconhecida e são solicitados a criar as perguntas que podem ter sido feitas. Além de ser divergente e aberto, essa prática fornece um contexto autêntico para o trabalho colaborativo em grupo. Também é muito útil para discussões de consequências das MCG.
- Investigações por meio de gráficos. Nesta pedagogia, é fornecido um gráfico no qual é solicitado ao estudante que construam perguntas para o professor responder sobre o gráfico.
- Jogos colaborativos. Utilização de jogos no qual os alunos devem explicar suas escolhas.

Devido a seu aspecto controverso, uma particularidade interessante da educação sobre MCG destacada por Borgerding e Dagistan (2018), é que os docentes devem se ater aos fatos e evidências científicas e não é indicado a apresentação de visões errôneas, pois, além de serem inconsistentes com a realidade, poderiam atrair atitudes anti-MCG (negacionistas) nos alunos. Dessa forma, o ensino por investigação, pode ser uma alternativa, pois, possibilita desenvolvem habilidades como a observação, a interpretação, e a comunicação de ideias (PEDASTE *et al.* 2015), além da elaboração de conclusões a partir de dados previamente disponibilizados pelo professor, o que são atualmente, é considerado fundamental e recorrentes para ensino de ciências naturais (MORAIS, 2013)

Quanto ao ceticismo frente às MCG antropogênicas, caracterizados por sujeitos que rejeitam ativamente a ciência do clima e aqueles que não têm certeza sobre as mudanças climáticas, como caracterizado por Haltinner e Sarathchandra (2021), 99,1% dos docentes desta pesquisa acreditam ser provável que atividades humanas estão causando MCG, corroborando com os resultados de Liu e Roehrig (2017). Para esses autores, os professores expressaram sua certeza sobre as mudanças climáticas antropogênicas e revelaram uma confiança considerável nas evidências sobre as MCG, tanto local, quanto globalmente. Consideramos esse resultado importante, visto que, a visão do professor pode enviesar a construção do conhecimento dos estudantes sobre o tema.

Na presente pesquisa, apenas um professor não concorda que as atividades humanas estão interferindo no clima global, caracterizando uma visão aparentemente negacionista relacionada à ciência. Tal professor é formado em Geografia, tem 30 anos de docência e instruiu-se formalmente sobre o tema. Referente às notas sobre seu conhecimento atingiu notas: *efeito estufa* = 6,6, abaixo, *impactos*: 6,25, acima, e *mitigação*: 4,0, abaixo das médias de G1 para essas categorias. Em concordância, as pesquisas existentes mostram um quadro claro dos preditores do ceticismo climático são pessoas mais velhas, brancos, homens, politicamente e religiosamente conservadores e são menos propensos a confiar na ciência do que a população em geral (BARKER e BEARCE, 2012). Isso revela mais uma vez a importância da Alfabetização Científica dos professores, desde a formação inicial. Dessa maneira, concordamos com Borgerding e Dagistan (2018), que apontam que como escopo da EA, o avanço da alfabetização científica sobre o clima é promissor, visto que promove o pensamento crítico fornecendo um contexto interessante para o aprendizado.

Discorrendo um pouco sobre a EA nas escolas brasileiras que, em sua maioria, promove o ensino de conteúdos científicos e na transmissão de condutas ecologicamente corretas, a partir de mudanças de comportamento individual (AL GORE, 2007; LOUREIRO, 2007). Essa abordagem de EA, denominada conservadora (GUIMARÃES, 2004), gera resultados limitados, incapazes de provocar as mudanças urgentes e necessárias à sustentabilidade (CHAWLA e CUSHING, 2007). Nessa perspectiva, tal abordagem valida o PNEA, que promove um discurso reprodutivista das condições sociais atuais, estabelecendo uma visão naturalista de educação, com a omissão de conceitos como conflito, vulnerabilidade

e justiça ambiental (LAYARGUES, 2003). Nesse âmbito, o enfrentamento à crise climática iminente (IPCC, 2021) só poderá ser encarada a partir do diálogo e articulação dos interesses entre todas as esferas da sociedade (estado, escolas, academia, ONGs, empresas e grandes corporações), por meio do fomento de uma EA crítica que promova o desenvolvimento de atitudes coletivas, a partir, por exemplo, da elaboração e aplicação efetiva de políticas públicas estruturantes, radicalmente democráticas, participativas, dialógicas e comunicativas e que, portanto, deem conta de avançar nos rumos de sociedades sustentáveis (BIASOLI e SORRENTINO, 2018) e resilientes frente aos impactos das MCG.

Em síntese, Barbosa e Oliveira, (2020) sugerem que

(...) não bastam que as questões ambientais sejam somente citadas neste documento [BNCC], torna-se necessário que a Educação Ambiental [incluindo a educação sobre MCG] tenha significado na escola, integrando o Projeto Político-Pedagógico (...). Neste sentido, a Educação Ambiental, numa perspectiva crítica e transformadora, para além da concepção de práticas pedagógicas pautadas em princípios individualistas, imediatistas e que compreendem as soluções simplistas, deve estar incluída na formação inicial e continuada dos docentes (BARBOSA e OLIVEIRA, 2020)

Concordando com Barbosa e Oliveira (2020), Massoni (2019) declara que é preciso garantir: a inserção da EA no Projeto Político Pedagógico escolar (PPP), desde que o PPP seja construído de forma coletiva com a comunidade escolar; a realização da EA através de uma disciplina específica, o que garante tempo e espaço para a realização das atividades e não limita a sua abordagem complexa e interdisciplinar, visto que essa disciplina pode ser ministrada por vários professores alternadamente ou em conjunto; a superação das fronteiras dos muros da escola e articulação com a comunidade local; e a garantia da formação continuada dos professores.

Como alternativa, na tentativa de se estimular o desenvolvimento de uma EA comprometida com a realidade socioambiental local, as escolas do entorno de remanescentes de florestas, como é o caso de Peruíbe e a Mata Atlântica, possuem um grande potencial para o desenvolvimento de atividades pedagógicas que visem oportunizar experiências de contato direto com a natureza para promover transformações no âmbito da percepção ambiental e no estilo de vida e de relação com o ambiente é defendida por Mendonça (2019). Outra possibilidade de atuação é a inserção da comunidade escolar na gestão participativa das UCs, pois promovem



oportunidades de articulação política e ação educativa, de forma a estabelecer coletivamente as tomadas de decisão para gerenciar conflitos e promover a conservação da biodiversidade nas áreas protegidas (LOUREIRO e CUNHA, 2008)

Em conclusão, com base na amostra de Peruíbe, em relação à pergunta I e II, nossos dados evidenciam erros e lacunas relevantes no conhecimento docente sobre MCG, principalmente referente aos conhecimentos sobre mitigação. Podemos considerar que o conhecimento dos professores sobre MCG podem ser insuficientes, de modo que sua formação não garantiu que os docentes se apropriassem dos conteúdos científicos sobre o tema. Ao nosso ver, tal panorama configura-se como algo sério, pois, apesar das escolas serem incentivadas a trabalhar o tema MCG, em concordância com os instrumentos de governança, tais como, os ODS, o Acordo de Paris, PNMC, PNEA, PEMC, BNCC, ou o Currículo Estadual de SP, ainda se verificam obstáculos em sua implementação no cotidiano escolar. Esse fato já foi descrito por outros autores, como Molthan-Hill *et al.* (2019), Krystal *et al.* (2018), Oversby (2015) e Jacobi *et al.* (2011). Nesse cenário, fatores que podem influenciar negativamente a educação sobre MCG, como parte da EA crítica, podem estar relacionados à tendência de os instrumentos de governança apresentarem falta de aplicabilidade e envolvimento (OLIVEIRA e SANTOS, 2019) e à tendência desses instrumentos serem considerados pouco rígidos, com ausência de regulamentos (LÆSSØE e MOCHIZUKI, 2015). Para Anderson (2012), outro ponto relevante é que tais instrumentos de governança e os relatórios oficiais, como os do IPCC, são pouco palatáveis para o público leigo, dificultando sua apropriação pública e tomadas de decisão.

No cenário brasileiro, segundo Massoni (2019), a falta de valorização profissional dos professores marcada pelos baixos salários, fazendo-os aumentar sua jornada de trabalho, no qual os docentes se veem obrigados a trabalhar em mais de uma escola para complementar a sua renda, fato esse que os desmotiva a participar de atividades pedagógicas que vão além das aulas regulares comprometendo o trabalho interdisciplinar que o tema das MCG exige.

Outro ponto relevante é a indicação, pelo PNEA, para a realização da EA de forma interdisciplinar e como tema transversal, sem considerar a estrutura predominantemente disciplinar do currículo das escolas brasileiras e o despreparo dos professores para trabalhar dessa forma (LAYARGUES, 2007). Somados ao desinteresse da gestão pública pelo tema e o estresse no ambiente de trabalho, as

dificuldades de se aprender e ensinar sobre MCG no Brasil, são consequências da atual gestão no ensino básico (ROCHA, 2020). Assim, podemos citar a criação de políticas públicas como um caminho capaz de mitigar esses desafios, principalmente aquelas que visem mais oportunidades de formação e atualização, discussão e também recomendações de literatura científica e material didático adequado para o docente se apoiar — ademais de uma valorização ampla da carreira docente.

A seguir, compilamos as proposições citadas na presente discussão que podem colaborar para elaboração de políticas públicas que busquem a melhoria do ensino sobre o tema, e por consequência, na transformação para uma sociedade sustentável e resiliente frente às MCG:

1. promover a formação inicial e continuada docente alicerçada nos eixos estruturantes da Alfabetização Científica;
2. Formação docente em práticas de transposição didática, argumentação, contextualização, ensino por investigação e metodologias ativas de aprendizagem;
3. incluir ao debate questões sobre consumo consciente e estilo de vida sustentáveis;
4. estabelecer parcerias entre universidade, escolas, UCs, agentes da defesa civil e polícia ambiental de modo a promover o desenvolvimento de ações educativas de mitigação e adaptação de modo a minimizar os impactos locais das MCG e promover a conservação das áreas protegidas;
5. promover um currículo de sustentabilidade que alcance todas as formações acadêmicas;
6. inserir a universidade como laboratório de práticas de sustentabilidade;
7. inserir a EA no Projeto Político Pedagógico escolar, construído de forma coletiva;

Para finalizar, acreditamos que este estudo trouxe evidências importantes sobre os conhecimentos dos professores investigados sobre MCG, o que tem implicações relevantes especialmente para a área de formação docente. A partir de nossos resultados, reforçamos a importância de dar voz a esse importante protagonista, o docente. É importante salvaguardar uma limitação metodológica ao utilizar somente questionários fechados como meios para se compreender seu conhecimento, perfil docente de formação sobre o tema e as percepções de dificuldades, podem ser insuficientes — ressalva, essa, semelhante a de outras

pesquisas quantitativas com foco similar desse trabalho, citadas na introdução. Dito isso, sugere-se o uso de outros instrumentos, como por exemplo, entrevistas em estudos de caso, como forma de captar com maior profundidade a realidade docente sobre o ensino sobre MCG.

## 6. REFERÊNCIAS

---

ABELES, A. T.; HOWEB, L.C.; KROSNICK, J. A.; MACINNISA, B. **Perception of public opinion on global warming and the role of opinion deviance.** Journal of Environmental Psychology, Vol. 63, p. 118-129, 2019.

AINSWORTH, T.D.; HERON, S. F.; ORTIZ, J. C.; MUMBY, P. J.; GRECH, A.; OGAWA, D.; EAKIN, M.; LEGGAT, M. **Climate change disables coral bleaching protection on the Great Barrier Reef.** Science, Vol. 352, Issue 6283, p. 338-342, 2016.

ALBUQUERQUE, I. *et al.* **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil (1970-2019).**

Disponível em

[https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG\\_8/SEEG8\\_DO\\_C\\_ANALITICO\\_SINTESE\\_1990-2019.pdf](https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_8/SEEG8_DO_C_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf). Acesso em 23/06/2021.

ANDERSON, A. **Climate Change Education for Mitigation and Adaptation.** Journal of Education for Sustainable Development, 6:2 (2012): 191–206. 2012.

ANYANWU, R.; GRANGE, L.; BEETS, P. **Climate change science: The literacy of Geography teachers in the Western Cape Province, South Africa.** South African Journal of Education, Vol. 35, Number 3, August 2015.

ARROYO, M.G. **Currículo, território em disputa.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

ARSLAN, H.; CIGDEMOGLU, C.; MOSELEY, C. **A Three-Tier Diagnostic Test to Assess Pre-Service Teachers' Misconceptions about Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion, and Acid Rain.** International Journal of Science Education, Vol. 34, 2012.

BARBOSA, G. S.; OLIVEIRA, C. T. **Educação Ambiental na Base Nacional Comum Curricular.** Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, Rio Grande. v. 37, n. 1. Seção especial: XI EDEA - Encontro e Diálogos com a Educação Ambiental. p. 323-335. jan/abr. 2020.

BARBOSA, P. P. **Licenciatura EAD em Ciências e Biodiversidade Vegetal: bases de conhecimento docente, crenças de formadores, percepções e produções de estudantes.** Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, 341 f, 2019.

BARKER, D. C.; BEARCE, D. H. **End-Times Theology, the Shadow of the Future, and Public Resistance to Addressing Global Climate Change.** Political Research Quarterly, MAIO, 2012.

BENTON, G. **Dióxido de Carbono e seu Papel na Mudança Climática.** Simpósio sobre Aids e Ameaças da Tecnologia, 1970.

BERCHEZ, F. A. DE S.; GHILARDI-LOPES, N. P., RAIMUNDO, S. G., SARAIVA, A. M. **Integrating Emerging Pedagogies and Technologies in Environmental and Formal Basic Education**. Springer Nature. Ghilardi-Lopes, F. A. S. Berchez (eds.), Coastal and Marine Environmental Education, Brazilian Marine Biodiversity, 2019.

BIASOLI, S.; SORRENTINO, M. **Dimensões das políticas públicas de educação ambiental: a necessária inclusão da política do cotidiano**. Ambiente & Sociedade, Vol. 21, 2018.

BOON, H. J. **Pre-service teachers and climate change: A stalemate?** Australian Journal of Teacher Education, 41(4), 39–63. 2016.

BORGERDING, L.; DAGISTAN, M. **Preservice science teachers' concerns and approaches for teaching socioscientific and controversial issues**. Journal of Science Teacher Education, Vol. 29, 2018.

BOZDOĞAN, A. E. **An investigation on Turkish prospective primary school teachers' perceptions about global warming**. World Applied Sciences Journal, vol. 7, p. 43 - 28. 2009

BRASIL. **BNCC - Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. 2018. Disponível em [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acessado em 17 de outubro de 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Brasília, 1999.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Brasília, 2000.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Brasília, 2009.

BROECKER, W. S. **Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming?** Science, Vol. 189, 1975.

BRULLE, R.J., DUNLAP, R. E. **Sociologia e Mudanças Climáticas Globais**. In: DUNLAP, R.E; BRULLE, R.J. (eds) Mudanças climáticas e sociedade: perspectivas sociológicas. Oxford University Press, Nova York, pp 1-31, 2015.

BRUNDTLAND, GH. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. Nações Unidas. 1987.

BUSHELL, S.; BUISSON, G. S.; WORKMANN, M.; COLLEY, T. **Strategic narratives in climate change: towards a unifying narrative to address the action gap on climate change**. Energy Research & Social Science, Vol. 28, London, United Kingdom, p. 39 a 49. 2017.

CARMAN, J., ZINT, M., BURKETT, E. e IBÁÑEZ, I. **The role of interest in climate change instruction**. Science Education, Vol. 105:309–352, 2021.

CARLTON, J. S.; PERRY-HILL, R.; HUBER, M.; PROKOPY, L. S. **The climate change consensus extends beyond climate scientists**. Environmental Research Letters, Vol. 10, 2015.

CARSON, R. **Silent Spring**. EUA: Houghton Mifflin, 1962.

CHANG, C.; PASCUA, L. **The state of climate change education – reflections from a selection of studies around the world**. International Research in Geographical and Environmental Education, Vol. 26:3, p. 177-179, 2017.

CHARLSON, R. J.; SCHWARTZ, S. E.; HALES, J. M.; CESS, R. D.; COAKLEY, J. A.; HANSEN, J. E.; HOFMANN, D. J. **Climate Forcing by Anthropogenic Aerosols**. Science, Vol. 255, 1992.

COSTA, C. A. S.; LOUREIRO, C. F. B. **Interdisciplinaridade e educação ambiental crítica: questões epistemológicas a partir do materialismo histórico-dialético**. Ciência & Educação, Bauru, v. 21, n. 3, p. 693-708, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320150030011>.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Conama Nº 13/90, de 6 de dezembro de 1990**. Disponível em [https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/1990\\_Res\\_CONAMA\\_13.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/1990_Res_CONAMA_13.pdf). Acessado em 27/02/2021.

COUMOU, D.; RAHMSTORF, S. **A decade of weather extremes**. Nature Climate Change, March, 2012.

COX, P. **Global warming acceleration due to carbon cycle feedbacks in a coupled climate model**. Nature, October, 2000.

CRONBACH, L. J. (1951). **Coefficient Alpha and the internal structure of tests**. Psychometrika, 16(3), 297–334, 1951.

DAWSON, V. **Science Teachers' Perspectives about Climate Change**. Teaching Science, 58(3), 8-13, 2012.

DIAS, G. F. **Pegada Ecológica e sustentabilidade humana**. São Paulo: Editora Gaia, 2002.

FARIAS, E. N de F. F.; FARIAS, C. R. de O. **Discussões entre professores sobre a natureza disciplinar ou interdisciplinar da educação ambiental**. Pesquisa em Educação Ambiental, vol. 10, n. 2 – págs. 9-21, 2015.

FOLEY, J. **Solutions for a cultivated planet**. Nature, Vol. 478, 2011.

FOX, A. **Adding 1 billion hectares of forest could help check global warming**. Science, July 2019.

GASSER, T.; GUIVARCH, C.; TACHIIRI, K.; JONES, C.; CIAIS, P. **Negative emissions physically needed to keep global warming below 2C**. Nature, August 2015.

GORE, A. **Uma verdade inconveniente: : O que devemos saber (e fazer) sobre o aquecimento global**. 1ª Ed. Pensilvânia: Rodale Press, 2006.

GUZMÁN, C. A. F., AGUIRRE, A. A., ASTLE, B., BARROS, E., BAYLES, B., CHIMBARI, M., EL-ABBADI, N., EVERT, J., HACKETT, F., HOWARD, C., JENNINGS, J., KRZYZEK, A., LECLAIR, J., MARIC, F., MARTIN, O., OSANO, O., PATZ, J., POTTER, T., REDVERS, N., TRIENEKENS, N., WALPOLE, S., WILSON, L., XU, C., ZYLSTRA, M. **A framework to guide planetary health education**, The Lancet Planetary Health, Volume 5, Issue 5, 2021, Pages e253-e255.

GRUPO DE TRABALHO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DAS ORGANIZAÇÕES NÃO-GOVERNAMENTAIS DO FÓRUM GLOBAL. **Tratado de Educação Ambiental para Sociedade Sustentáveis e Responsabilidade Global**. Rio de Janeiro: Fórum Global, 1992.

HALTINNER, K.; SARATHCHANDRA, D. **Considering attitudinal uncertainty in the climate change skepticism continuum**. Global Environmental Change, Vol. 68, 102243, 2021.

HERMAN, B. C.; FELDMAN, A.; VERNAZA-HERNANDEZ, V. **Florida and Puerto Rico Secondary Science Teachers' Knowledge and Teaching of Climate Change Science**. Springer, International Journal of Science and Mathematics Education. vol. 15:451–471, 2017.

HESTNESS, E., MCGINNIS, J. R, BRESLYN, W, DREWES, A.; MOUZA, C. **Development of an Empirically-based Conditional Learning Progression for Climate Change**. Science Education International, Vol. 28, Issue 3, 2017.

HINDLEY, A.; WALL, T. **A unifying, boundary crossing approach to developing climate literacy**. In: LEAL FILHO, W. (Ed.), Implementing Sustainability in the Curriculum of Universities: Teaching Approaches, Methods, Examples and Case Studies. Springer, London, United Kingdom, pp. 263 - 278, 2017.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2007: Synthesis report**. Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: IPCC, 2007.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. In: Field C, Barros V, Mach K, Mastrandrea M, editors. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, 2014.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change: The IPCC Scientific Assessment.** In: Houghton JT, Jenkins GJ, Ephraums JJ, editors. Cambridge, Great Britain, New York, NY, USA and Melbourne, Australia, 1990.

IPCC. **Global warming of 1.5C, an IPCC special Report on the impacts of global warming of 1.5C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.** 2018. Available online at <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>. (Accessed 30/05/2019).

IPCC - MASSON-DELMOTTE, V., P. ZHAI, A. PIRANI, S.L. CONNORS, C. PÉAN, S. BERGER, N. CAUD, Y. CHEN, L. GOLDFARB, M.I. GOMIS, M. HUANG, K. LEITZELL, E. LONNOY, J.B.R. MATTHEWS, T.K. MAYCOCK, T. WATERFIELD, O. YELEKÇI, R. YU, AND B. ZHOU (EDS.). **Climate Change 2021: The Physical Science Basis.** Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. In Press, 2021. Available online at <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> (Accessed 20/08/2021).

JACOBI, P. R.; GUERRA, A. F. S.; SULAIMAN, S. N.; NEPOMUCENO, T. **Mudanças Climáticas Globais: a resposta da Educação.** Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, Vol. 16, n. 46, p. 135-268, 2011.

JACOBI, P. R.; SULAIMAN, S. N. **Governança ambiental urbana em face das mudanças climáticas.** Revista USP, São Paulo, n. 109, p. 133-142, abril/maio/junho de 2016.

JOHNSON, B.; MANOLI, C. C.; **Using Bogner and Wiseman's Model of Ecological Values to measure the impact of an earth education programme on children's environmental perceptions.** Environmental Education Research, Vol. 14, Issue 2, 2008.

KAGAWA, F., & SELBY, D. (2010). Introduction. In F. Kagawa & D. Selby (Eds.), **Education and climate change: Living and learning in interesting times.** New York: Routledge Taylor & Francis, 2010.

KAHAN, D. M.; PETERS, E.; WITTLIN, M.; SLOVI, P.; OUELLETTE, L. L.; BRAMAN, D.; MANDE, G. **The polarizing impact of science literacy and numeracy on perceived climate change risks.** Nature Climate Change, Vol. 2, October, 2012.

KARAMI, S.; SHOBEIRI, S. M.; JAFARI, H.; HENDI, G. N. **Assessment of knowledge, attitudes, and practices (KAP) towards climate change education (CCE) among lower secondary teachers in Tehran, Iran.** International Journal of Climate Change Strategies and Management. Vol. 9 No. 3, p. 402-415, 2017

KENDALL, A. **Deposing global warming potentials.** Nature Climate Change, Vol. 4, p. 331–332, 2014.



KHANDEKAR, M. **Weather extremes of summer 2010: Global warming or natural variability?** Energy & Environment, Vol. 21, No. 8, 2010.

KINTISCH, E. **Sea ice retreat said to accelerate Greenland melting.** Science, Vol. 352, June 2016.

KRENAK, A. **Ideais para adiar o fim do mundo.** São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

KRYSTAL, P.; MUNGUIA, N.; MOURE-ERASO, R.; DELAKOWITZ, B.; GIANNETTI, B.; LIU, G.; NURUNNABI, M.; WILL, M.; VELAZQUEZ, L. **International perspectives on the pedagogy of climate change.** Journal of Cleaner Production, Vol. 200, 2018.

LÆSSØE, J AND MOCHIZUKI, Y. **Recent Trends in National Policy on Education for Sustainable Development and Climate Change Education.** Journal of Education for Sustainable Development, Vol. 9:1. 27–43, 2015.

LAYARGUES, P. **O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental.** LOUREIRO, F.; LAYARGUES, P.; CASTRO, R. (Orgs.) Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 2002.

LEAL FILHO, W.; LEAL-ARCAS, R., **Universities Initiatives on Climate Change Mitigation and Adaptation.** Springer, Berlin, Vol. 23, 2019.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder.** Tradução Lúcia Mathilde. 11. Ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

LIU, S., ROEHRIG, G. **Exploring Science Teachers' Argumentation and Personal Epistemology About Global Climate Change.** Res Sci Educ 49, 173–189 (2019).

LOTZ-SISITKA, H. **Climate injustice: How should education respond?.** In F. Kagawa & D. Selby (Eds.), Education and climate change: Learning and living in interesting times. 71–88. New York: Routledge, 2010.

LOUREIRO, C. F. B.; CUNHA, C. C. **Educação ambiental e gestão participativa de unidades de conservação: elementos para se pensar a sustentabilidade democrática.** Campinas: Ambiente & Sociedade, v. XI, n. 2, p. 237-253, 2008.

MACDONALD, G. J. **The Impact of Carbon Dioxide on Climate.** Physics Teacher, Vol. 17, p.367-73, September 1979.

MARCHEZINI, V.; LONDE, L. R. **Looking to future perceptions about climate change in Brazil: What children's teachers think, learn and teach about?** Springer: Natural Hazards 104:2325–2337, 2020.

MASSONI, P. C. M. **Educação ambiental crítica, da teoria à prática escolar: análise da experiência de um projeto no contexto de uma escola pública do Rio de Janeiro.** Revbea, São Paulo, V. 14, No 2: 86-102, 2019.

MATTHIENSEN, A. **Uso do Coeficiente Alfa de Cronbach em Avaliações por Questionários**. Boa Vista: EMBRAPA, 2011.

MCNEAL, K. S.; WALKER, S. L.; RUTHERFORD, D. **Assessment of 6- to 20-Grade Educators' Climate Knowledge and Perceptions: Results From the Climate Stewardship Survey**. Journal Of Geoscience Education, Vol. 62, p. 645–654, 2014.

MENDONÇA, R. **Conservar e criar: Natureza, cultura e complexidade**. São Paulo: Editora Senac, 2019.

MESQUITA, P. S.; BRAZ, V. S.; MIDORI, M.; BURSZTYN, M. M. **Percepções de universitários sobre as mudanças climáticas e seus impactos: estudo de caso no Distrito Federal**. Ciência e Educação (Bauru), V. 25 (1), Jan-Mar, 2019. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190010012>

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B & KENT, J. . **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature Vol. 403: 853-845, 2000.

MICHAIL, S.; STAMOU, A.; STAMOU, G. **Greek primary school teachers' understanding of current environmental issues: An exploration of their environmental knowledge and images of nature**. Science Education, Vol. 91, 2006.

MOLTHAN-HILL, P.; WORSFOLD, N.; NAGY, G.; LEAL FILHO, W.; MIFSUD, M. **Climate change education for universities: A conceptual framework from an international study**. Journal of Cleaner Production, Vol. 226, July 2019.

MORAES, F.A.A. A formação de professores de biologia na educação à distância. In: GUIMARÃES, S. S. M.; PARANHOS, R. D.; SILVA, K. M. A. (Orgs.) **Formação de professores de biologia: os desafios da trama**. 1ed. Volume 1, páginas 133-147. São Carlos, 2013.

NYARKO, S.C.; PETCOVIC, H. L.; **Ghanaian preservice science teachers' knowledge of ozone depletion and climate change, and sources of their knowledge**. International Journal of Science Education, 43:10, 1554-1575, 2021.

NOBRE, C.; MARENCO, J.; SOARES, W.; ASSAD, E.; SCHAEFFER, R.; SCARANO, F.; HACON, S. **Riscos de mudanças climáticas no Brasil e limites à adaptação**. Embaixada do Reino Unido no Brasil, Brasil, 2016.

OBER, G.T., DIAZ-PULIDO, G. & THORNBER, C. **Ocean acidification influences the biomass and diversity of reef-associated turf algal communities**. Mar Biol 163, 204, 2016.

OCHIENG, M.; KOSKE, A. J. **The Level of Climate Change Awareness and Perception among Primary School Teachers in Kisumu Municipality, Kenya**.

International Journal of Humanities and Social Science, Vol. 3, No. 21, December 2013.

OLIVEIRA, R. R.; SANTOS, M. H. L. C. **Educação Ambiental na Perspectiva das Políticas Públicas**. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental. Rio Grande, Vol. 36, n. 1, p. 109-128, jan./abr. 2019.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Kyoto Protocol to the United Nations framework convention on climate change**. 1998. Disponível <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> Acessado em 19 de junho de 2020.

OTTO, I., EVANS, G. W.; MOON, M, J.; KAISER, F. G. **The development of children's environmental attitude and behavior**. Global Environmental Change, Vol. 58, 2019.

OVERSBY, J. **Teachers' Learning about Climate Change Education**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Vol. 167, p. 23 – 27, 2015.

OZDEM, Y., ERTEPINAR, H., CAKIROGLU, J., & ERDURAN, S. **A natureza da argumentação de professores de ciências em formação em contexto de laboratório orientado para a investigação**. International Journal of Science Education, 35 (15), 2559–2586, 2013.

PAN, Y.; BIRDSEY, R. A.; FANG, J. **A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests**. Science, Vol. 333, Issue 6045, pp. 988-993, August 2011.

PAPADIMITRIOU, V. **Prospective Primary Teachers' Understanding of Climate Change, Greenhouse Effect, and Ozone Layer Depletion**. Journal of Science Education and Technology, Vol. 13, No. 2, 2004.

PARMESAN, C.; YOHE G. **A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems**. Nature, Jan 2003.

PBMC - PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2014. **Base científica das mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Ambrizzi, T., Araújo, M. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 464 pp. 2014.

PBMC - PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2014. **Mitigação das mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 3 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Bustamante, M. M. C., Rovere E.L.L., (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 463 pp. 2014.

PEDASTE, M., MÄEOTS, M., SIIMAN, L. A., JONG, Y., RIESEN, S. A. N., KAMP, E. T., MANOLI, C.C., ZACHARIA, Z. C., TSOURLIDAKI, E. **Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle**. Educational Research Review, Volume 14, p. 47-61, 2015.

PREDECAN. **Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina. Estrategia Educativo-comunicacional de Predecán sobre Gestión del Riesgo en la Subregión Andina.** Secretaria Geral da Comunidade Andina/União Europeia, março/2006. Disponível em: <http://goo.gl/RoSTC4>. Acesso em: 23/5/2019.

RIBEIRO, J., VIEIRA, R., CORREIA, L. S. **Análise da socialização das experiências do projeto Agente Mirim de Defesa Civil de Blumenau / SC por meio da educação ambiental.** REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental, 38(1), 178–201, 2021.

REVELLE, R.; SUESS, H. **Carbon dioxide exchange between the atmosphere and Ocean and the question of an increase in atmospheric CO<sub>2</sub> over the last decades.** Institution of Oceanography. Telus, California, 1956.

YOUNG, S.; SCHOFIELD, E. **Pollen Evidence for Late Quaternary Climate Changes on Kerguelen Islands.** Nature, Vol. 245, October 1973.

ROCHA, V. T.; BRANDLI, L. L.; MAZUTTI, J.; MORO, L. D.; GASPERINA, L. D.; KALIL, R. M. L. **Teacher's Approach on Climate Change Education a Case Study.** In: Leal Filho W., Tortato U., Frankenberger F. (eds) Universities and Sustainable Communities: Meeting the Goals of the Agenda 2030. World Sustainability Series. Springer, 2020.

ROCHA, V. T., BRANDLI, LL e KALIL, R. M. L. **Climate change education in school: knowledge, behavior and attitude.** International Journal of Sustainability in Higher Education, vol. 21 No. 4, pp. 649-670, 2020.

RONA, P.; WISE, D. **Symposium: Global Sea Level and Plate Tectonics through Time.** Geology, March 1974.

ROOT, J.; PRICE, J.; HALL, K.; SCHNEIDER, S.; ROSENZWEIGK, C.; POUNDS, A. **Fingerprints of global warming on wild animals and plants.** Nature, Vol 421, January 2003.

RUSCHEINSKY, A. BORTOLOZZI, B. **EA e alguns aportes metodológicos da ecopedagogia para inovação de PPs urbanas.** In: Pedrini e Saito,.Paradigmas Metodológicos em EA, 2014.

SÃO PAULO **LEI Nº 14.982**, DE 08 DE ABRIL DE 2013.

SÃO PAULO (ESTADO) SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias / Secretaria da Educação;** coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Luis Carlos de Menezes. – 1. ed. atual. – São Paulo: SE, 2012.

SÃO PAULO (ESTADO) SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências Humanas e suas tecnologias / Secretaria da Educação;** coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Paulo Miceli . – 1. ed. atual. – São Paulo: SE, 2012.

SÃO PAULO. **Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC. Lei Estadual nº 13.798**, de 9 de novembro de 2009. SÃO PAULO, 2009.

SCHERNER, F.; PEREIRA, C. M.; DUARTE, G.; HORTA, P. A.; BARREIRA, C.; BARUFI, J. B.; PEREIRA, S. M. B. **Effects of Ocean Acidification and Temperature Increases on the Photosynthesis of Tropical Reef Calcified Macroalgae**. Plos One, 0154844, May 9, 2016.

SASSERON, M.L. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola**. Belo Horizonte: Revista Ensaio, v.17 n.especial, p. 49-67, 2015.

SEROUSSI, D.; ROTHSCHILD, N.; KURZBAUM, E.; YAFFE, Y.; HEMO, T. **Teachers' Knowledge, Beliefs, and Attitudes about Climate Change**. International Education Studies; Vol. 12, No. 8; 2019.

SHULMAN, L. S. **Knowledge and teaching: foundations for a new reform**. Harvard Educational Review. Vol. 57, n. 1, p. 1 - 22, 1987.

SOUZA, C. R. G. **Impactos das mudanças climáticas no litoral do estado de São Paulo (sudeste do Brasil)**. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física, Coimbra, 2010. Disponível em [https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/11/6celiar\\_mudancas\\_climaticas\\_impactos\\_zona\\_costeira\\_abes2011.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/11/6celiar_mudancas_climaticas_impactos_zona_costeira_abes2011.pdf) Acesso 12 de julho de 2020.

SOUZA, M. C. O e CORAZZA, R. I. **Do Protocolo Kyoto ao Acordo de Paris: uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa**. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente, vol. 42, p. 52-80, dezembro, 2017.

SOUZA, S. C., ALMEIDA, M. J. P. M. **A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos**. Ciência & Educação, v.8, nº1, p.97 - 111, 2002.

SCHULDT, J.; KONRATH, S.; SCHWARZ, N. **“Global Warming” or “Climate Change”? Whether the planet is warming depends on question wording**. Public Opinion Quarterly, vol. 75, No. 1, Spring, 2011.

SKAMP, K.; BOYES, E.; STANISSTREET, M. **Beliefs and Willingness to Act About Global Warming: Where to Focus Science Pedagogy?** Environmental Education Research Unit, Liverpool, November 2012.

STEFFEN, W.; RICHARDSON, K.; ROCKSTRÖM, J. **Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet**. Science, vol. 347, 2015.

STEFFEN, W.; ROCKSTRÖM, J.; RICHARDSON, K. **Trajectories of the Earth System in the Anthropocene**. PNAS, vol. 115, August, 2018.

STEVENSON, K. T., PETERSON, M.N., BRADSHAW. **How Climate Change Beliefs among U.S. Teachers Do and Do Not Translate to Students.** PLoS ONE 11 (9): e 0161462, 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161462>

STEVENSON, R. B; NICHOLLS, J.; WHITEHOUSE, H. **What Is Climate Change Education?** Springer, Curric Perspect , 37:67–71. DOI 10.1007/s41297-017-0015-9 2017.

STONE, M. K.; BARLOW, Z. **Introdução: Alfabetização Ecológica.** In: CAPRA, Fritjof *et al.* Alfabetização Ecológica. Educação das crianças para um mundo sustentável. São Paulo: Cultrix, 2006.

THOMAS, C. **Extinction risk from climate change.** Nature, Vol. 427, January 2004.

TRAJBER, R.; MOCHIZUKI, Y. **Climate Change Education for Sustainability in Brazil: A Status Report.** Journal of Education for Sustainable Development 9:1, p. 44–61, 2015.

TURETSKY, M. R.; ABBOTT, B. W.; JONES, M. C. **Permafrost collapse is accelerating carbon release.** Nature, April 2019.

TURRA A.; CRÓQUER A.; CARRANZA A.; MANSILLA, A.; ARECES, A.; WERLINGER, C. **Global environmental changes: setting priorities for Latin American coastal habitats.** Global Change Biology, June 2013.

UNESCO **Education for Sustainable Development Goals: learning objectives.** 2017. Disponível em <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002474/247444e.pdf>. Acesso em 2 de setembro de 2018.

UNESCO. **Mudança climática em sala de aula: curso da UNESCO para professores secundários (fundamental II e ensino médio) sobre educação em mudança climática e desenvolvimento sustentável (EMCDS).** SELBY, David e KAGAWA, Fumiyo. Brasília: UNESCO, 2014.

UNFCCC - UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **Paris Agreement,** 2015. Available online at <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement> (Acesso em 23/06/2019).

URSI, Suzana (2020) **Arte e Botânica: abordando a Fotossíntese.** Site Botânica Online. Acesso: 01/02/2022. Disponível em: <http://botanicaonline.com.br/site/14/pg7.asp>

VAN DER ZANDE, R. M., ACHLATIS, M., BENDER-CHAMP, D., KUBICEK, A., DOVE, S. E HOEGH-GULDBERG, O. **Paradise lost: End-of-century warming and acidification under business-as-usual emissions have severe consequences for symbiotic corals.** Global Change Biology, vol. 26:2203–2219, 2020.

VOWINCKEL, E.; SVENN, O. **Climate Change over the Polar Ocean III. The Energy Budget of an Atlantic Cyclone.** Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. B, 17, 147--174, 1969.

WESTERLING, A. L.; HIDALGO, H. G.; CAYAN, D. R.; SWETNAM, T. W. **Warming and Earlier Spring Increase Western U.S. Forest Wildfire Activity.** Science, 18 August, vol. 13, 2006.

WHITMEE *et al.* **Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health.** The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health, Vol. 386, November, 2015.

WILLIAMS, G. P. **Rivers and lakes as indicators of climate change. Long term historical series analysis of data on melting ice in Europe and Japan.** Journal Atmosphere, Vol. 8, 1970.

VERHELST, D.; VANHOOF, J.; PAUW, J. B.; PETEGEM, P. V. **Building a conceptual framework for an ESD-effective school organization.** The Journal of Environmental Education, Vol. 51. 2020.

ZOMPERO, A. F., LABURU, C. E. **Significados de fotossíntese apropriados por alunos do ensino fundamental a partir de uma atividade investigativa mediada por multimodos de representação.** Investigações em Ensino de Ciências – V16(2), pp. 179-199, 2011.

## 7. APÊNDICE

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (acima de 18 anos)

#### **ESTUDO: Conhecimento sobre mudanças climáticas globais de docentes de escolas públicas em área de amortecimento de unidade de conservação na Mata Atlântica**

*Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa acima citada. Este documento contém as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós.*

Eu,.....(Inserir nome e profissão), residente e domiciliado(a) na cidade de ....., inscrito(a) no CPF ....., RG ..... abaixo-assinado, concordo de livre e espontânea vontade em participar do estudo **Conhecimento sobre mudanças climáticas globais de professores de escolas públicas em zona de amortecimento do Parque Estadual Itinguçu, Peruíbe, São Paulo, Brasil** e esclareço que obtive todas as informações necessárias. Estou ciente que:

- I.O estudo se faz necessário, pois seus resultados visam embasar, contextualizar e contribuir para o aprimoramento da formação decente e por consequência do ensino público acerca das Mudanças Climáticas Globais;
- II.Como metodologia do estudo, será realizada a *aplicação de questionário fechado*.
- III.A participação nesta pesquisa não envolve riscos físicos;
- IV.Por haver possibilidade de constrangimento, tenho a liberdade de desistir ou interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação;
- V.Os resultados obtidos durante essa pesquisa serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que os dados pessoais que permitam minha identificação, não sejam mencionados;
- VI.Caso eu desejar, poderei tomar conhecimento dos resultados, ao final dessa pesquisa.
  - Desejo conhecer os resultados dessa pesquisa.

E-mail: \_\_\_\_\_

- Não desejo conhecer os resultados dessa pesquisa.
- VII) Caso tenham sido tiradas fotografias:
- Concordo que sejam incluídas em publicações científicas ou apresentações;
  - Concordo que sejam incluídas em publicações científicas ou apresentações, se meu rosto não aparecer ou estiver desfocado;
  - Não concordo que sejam incluídas em qualquer tipo de publicação ou apresentação.
- VIII) O material colhido será armazenado sob a responsabilidade do Instituto de Biociências – USP e sob a guarda de Flávio Augusto de Souza Berchez, orientador da pesquisa, pelo tempo necessário para a análise dos dados e adequado mapeamento e caracterização dos resultados e de sua influência para a área da pesquisa.

São Paulo, ..... de ..... de 20\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador Responsável pelo Projeto  
Grayce Helena Pereira de Souza - *Mestranda do programa de pós-graduação na área de ensino de Botânica do IBUSP*

No caso de haver dúvidas sobre aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:  
Pesquisadora Responsável: Grayce Helena Souza. R. do Matão, 277. sala 125 - Butantã, São Paulo - SP, 05508-090 (11) 3091-7515 / [graycehelena@usp.br](mailto:graycehelena@usp.br). Prof. Dr. Flávio Augusto de Souza Berchez (orientador) - R. do Matão, 277. sala 125 - Butantã, São Paulo - SP, 05508-090 (11) 3091-7515 / [fberchez@ib.usp.br](mailto:fberchez@ib.usp.br). Comitê de Ética em Pesquisa – Seres Humanos (CEP) do IB/USP. Rua do Matão – travessa 14, 321 – Cidade Universitária, CEP: 05508-090 – São Paulo – SP (11) 3091-8761 / [cepibusp@ib.usp.br](mailto:cepibusp@ib.usp.br)