



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS CAMPO MAIOR
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

VANESSA PEREIRA SIMEÃO

AQUECIMENTO GLOBAL UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO DE FÍSICA

CAMPO MAIOR – PI
2023

VANESSA PEREIRA SIMEÃO

AQUECIMENTO GLOBAL UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO DE FÍSICA.

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Campo Maior. Orientadora: Prof. Dr. Francisco Ronan Viana Araújo.

CAMPO MAIOR – PI

2023

AQUECIMENTO GLOBAL UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO DE FÍSICA.

Vanessa Pereira Simeão ¹

Francisco Ronan Viana Araújo ²

RESUMO

A humanidade ultimamente vem vivendo novos tempos, permeados pela preservação e conscientização. O aquecimento global por sua vez, faz referência ao elevado aumento da temperatura média da Terra. Mesmo sendo um assunto que não configura um consenso na comunidade científica, vários pesquisadores creem que referido fenômeno foi agravado nos últimos tempos. As consequências principais do aquecimento global são o aumento do nível dos oceanos, derretimento das calotas, polares, redução dos recursos hídricos e várias anomalias climáticas, como é o caso de furacões e El Niño. Diante dessa realidade, o presente artigo científico tem o objetivo geral apresentar uma abordagem didática acerca das mudanças climáticas, o aquecimento global. Trata-se de um problema sério digno de muitas discussões em prol de esclarecer diversas dúvidas que permeiam o assunto e consequentemente gera preocupação para as autoridades competentes. A pesquisa exploratória aqui realizada adotou procedimento documental e bibliográfico, com embasamento em enciclopédias virtuais, artigos eletrônicos, livros, publicações, jornais, documentos virtuais, revistas, regulamentos e legislações específicas. E no que se refere à abordagem foi a qualitativa.

Palavras-chave: Aquecimento Global. Ensino de Física.

ABSTRACT

Humanity has been living in new times lately, permeated by preservation and awareness. Global warming, in turn, refers to the high increase in the Earth's average temperature. Even though it is a subject that does not configure a consensus in the scientific community, several researchers believe that this phenomenon has been aggravated in recent times. The main consequences of global warming are rising sea levels, melting polar ice caps, reduction of water resources, and various climatic anomalies, such as hurricanes and El Niño. Faced with this reality, this scientific article has the general objective of presenting a didactic approach to climate change, global warming. This is a serious problem worthy of many discussions in order to clarify several doubts that permeate the subject and consequently generate concern for the competent authorities. The exploratory research carried out here adopted a documental and bibliographic procedure, based on virtual encyclopedias, electronic articles, books, publications, newspapers, virtual documents, magazines, regulations, and specific legislation. And as far as the approach is concerned, it was qualitative.

Keywords: Global Warming. Physics Teaching.

Data da aprovação: ____/____/____.

1 INTRODUÇÃO

Na atual conjectura mundial, O aquecimento global compromete o desenvolvimento do planeta atualmente consiste em um dos assuntos mais abordados na atualidade em várias áreas do conhecimento. Onde trata-se de um tema de debate não apenas entre os cientistas, porém entre governantes, políticos e público em geral.

Diante destas mudanças climáticas: qual a influência do aquecimento global no clima e nos fenômenos naturais do planeta? Quais as consequências de tais alterações? Conforme os especialistas que tratam dessa matéria, tais perguntas ainda não possuem respostas precisas, pois apenas hipóteses e estimativas são possíveis de serem formuladas.

Dentre os temas principais da educação ambiental para o século XXI encontra-se a problemática das mudanças de clima e o aquecimento global.” A relevância de preparação dos alunos de distintos níveis de ensino para as mudanças globais que o planeta irá se deparar no futuro é frisada em vários documentos tanto nacionais quanto internacionais, (IALEI, 2009; JACOBI, et. al. 2011).”

Todavia, a matéria é ainda pouco discutida em salas de aula, inclusive de ciências no ensino fundamental. Sendo assim, o presente estudo busca colaborar para a aprendizagem da articulação do tema. Para isso, elaborou-se uma abordagem do tema da perspectiva da ciência (Física) básica, debatendo os conceitos científicos principais imprescindíveis para o entendimento dos fenômenos do efeito estufa e do aquecimento global.

Em verdade, a temática do aquecimento global constitui um tema multidisciplinar e que tem uma abordagem completa que exige contribuições de várias disciplinas para o debate tanto dos aspectos sociais, políticos, éticos e econômicos envolvidos, como dos científicos.

Todavia, considera-se que antes da discussão das dimensões mais controversas e abrangentes, é relevante que um entendimento científico básico, de seus aspectos consensuais, seja devidamente fomentado entre os alunos.

Portanto, segundo “Iecionam Besson, De Ambrosis e Mascheretti (2010, p.376) quando observam que abordagens que dão ênfase somente aos aspectos sociocientíficos da temática em muitos casos perdem de vista, ou tratam de maneira superficial, a base física do fenômeno em comento”.

Referido aspecto é importante, tendo em vista que muitas pesquisas têm demonstrado que alunos e o público em geral têm ainda uma superficial compreensão da ciência básica do aquecimento global (LAMBERT, LINDGREN; BLEICHER, 2012; NIEBERT; GROPENGIESSER, 2014).

O termo “aquecimento global” faz referência ao aumento da temperatura do planeta provocado, especialmente, pelo aumento da concentração de determinados gases atmosféricos, tais qual o metano, o dióxido de carbono, óxido nítrico e clorofluorcarbonos.

Aludidos gases apresentam como característica principal a habilidade de “prender” a energia radiante do sol, recaiando a elevações de temperatura atmosférica, a qual por sua vez, pode ocasionar mudanças consideráveis no clima, modificar os padrões de tempestades e chuvas, alterar os padrões de correntes marinhas, e elevar a faixa máxima de alcance do nível do mar.

É relevante citar que o aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera da Terra é atribuído, sobretudo, a queima de combustíveis fósseis e madeira. Enfatiza-se ainda que, sem dúvida alguma, o aumento dos níveis de CFCs atmosféricos está relacionado diretamente à atividade antrópica, tendo em vista que referido gás consiste numa invenção do ser humano e é usado nos sistemas de ar refrigerado.

Para agravar o problema, está o desmatamento das florestas no mundo como um todo. A vegetação achada em florestas colabora como uma das principais fontes dissipadoras e de absorção do excesso de dióxido de carbono depositado na atmosfera. Ressaltando que outra fonte de suma importância também para dissipar a absorção do dióxido de carbono são os oceanos.

Diante dessa realidade, o presente artigo científico tem o objetivo geral de investigar, por meio de uma pesquisa exploratória, as mudanças climáticas

como o aquecimento global. Trata-se de um problema sério digno de muitas discussões em prol de esclarecer diversas dúvidas que permeiam o assunto e consequentemente gera preocupação para as autoridades competentes.

A pesquisa exploratória aqui realizada adotou procedimento documental e bibliográfico, com embasamento em enciclopédias virtuais, artigos eletrônicos, livros, publicações, jornais, documentos virtuais, revistas, regulamentos e legislações específicas. E no que se refere à abordagem foi a qualitativa (GIL, 2017).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A ATMOSFERA TERRESTRE E O EFEITO ESTUFA

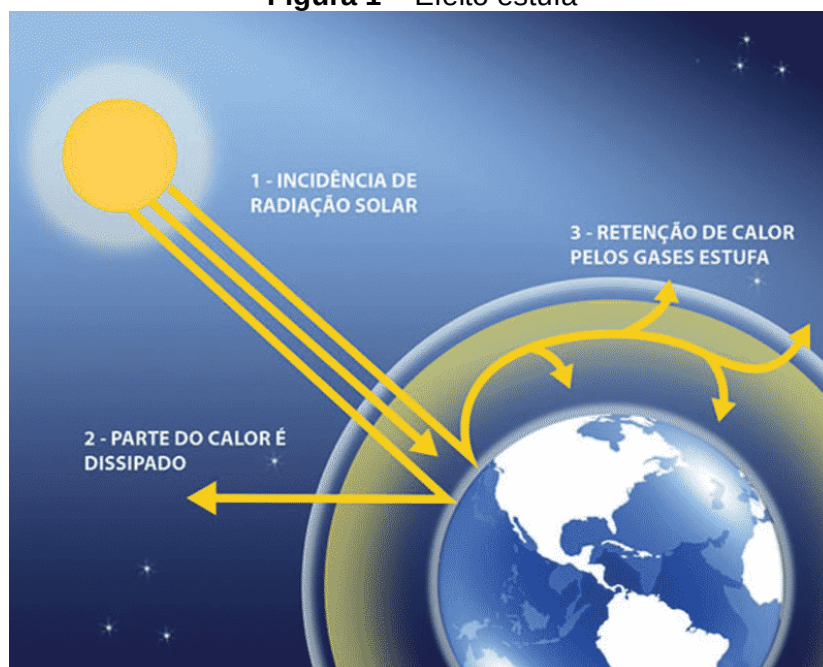
Segundo o documentário de Hamilton (2018), no ano de 1824, o físico Joseph Fourier foi o 1º a deduzir o que é a composição da atmosfera que controla a temperatura da superfície terrestre. Por meio de experimentos, em 1859, já o físico John Tyndall foi responsável pela descoberta que não é o oxigênio (gases principais que formam a atmosfera) que mantêm o calor no planeta, porém sim o dióxido de carbono (CO_2), resquícios de alguns outros gases e o vapor de água. Conforme o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2020) é a incidência desses gases na atmosfera que tornam a Terra passível de ser habitada, em uma temperatura média global de 14°C na superfície.

A temperatura média da superfície terrestre é em média de 15°C . Isso se explica pelo fato de existir naturalmente esses gases acima citados que dão formato a uma barreira na atmosfera, o que aprisiona parte do calor do sol que incide no planeta. Aludido fenômeno, o efeito estufa, é responsável por mantê-lo aquecido. Se não existisse o efeito estufa, a Terra seria um planeta gelado de escassa diversidade, com uma temperatura por volta de -17°C .

Todavia, quando a concentração dos Gases de Efeito Estufa (GEE) é excessiva, um volume maior de calor do que o necessário para a sobrevivência da espécie humana seria retido na atmosfera, o que causaria um extremo aumento da temperatura média do globo.

A luz solar atravessa a atmosfera em formato de radiação, luz infravermelha, na qual uma parte é refletida de volta para o espaço enquanto outra parte será absorvida em formato de calor, em razão do bloqueio da reflexão completa pela presença de tais gases na atmosfera. Os mesmos contribuem para o aquecimento da Terra, como uma estufa em seu sentido literal (HAMILTON, 2018).

Figura 1 – Efeito estufa



Fonte: Silva et al., 2006.

Simplificadamente, o efeito estufa pode ser discriminado como um fenômeno que engloba processos de absorção e emissão das distintas formas de energia eletromagnética, na qual uma radiação mais energética pode ser absorvida por um corpo e, ao ser emitida, se transforma em outra espécie de radiação, com energia mais baixa (SILVA et al., 2006), (Figura 1).

Conforme o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007) efeito estufa consiste na retenção, pela atmosfera, de radiação emitida pela superfície da Terra, impedindo-a de ser liberada para o espaço. A primária origem desta radiação é o sol, que de forma contínua emite para o espaço consideráveis volumes de radiação em diversos comprimentos de onda, inserindo a luz visível, porém ainda comprimentos não passíveis de

observação pelo ser humano sem o auxílio de instrumentos, como a ultravioleta.

Também conforme a organização, uma média de 1/3 da radiação que atinge o planeta oriundo do sol é refletida de volta para o espaço logo que alcança a atmosfera, porém 2/3 penetram na atmosfera e chegam à superfície da Terra (oceanos e continentes). Por causa disso, a superfície é aquecida. Uma parte pequena dessa radiação decorrente do sol aquece também de forma direta a atmosfera.

O WMO (2013) prevê que em prol de que seja mantido o seu equilíbrio energético, a Terra deve irradiar de volta para o espaço considerável parte da energia que chega à superfície. Entretanto, a radiação que devolve ao espaço está em diferentes comprimentos de onda, e é especialmente composta de radiação térmica, que se encontra na faixa do infravermelho.

A radiação que as massas continentais e os oceanos devolveram ao espaço, todavia, a própria atmosfera a retém, mecanismo ao qual recebe o nome de efeito estufa. O WMO complementa, informando que aludido efeito mantém a temperatura do planeta em níveis estáveis e é necessário e natural para manter a vida sobre a Terra.

Caso o efeito estufa não existisse, o planeta seria aproximadamente 30° C mais frio do que é atualmente. Sendo assim, provavelmente poderia ainda abrigar vida, porém seria bem diferente da que se conhece e bem hostil para a espécie humana viver.

Num primeiro momento, é preciso levar em conta que o efeito estufa é tido como um fenômeno natural do planeta Terra. Trata-se de um resultado da incidência de certos gases na atmosfera terrestre que permitem que o planeta apresente uma temperatura média estável relativamente (uma média de 15° C) no decorrer do tempo. Sem a incidência de tais gases atmosféricos, a temperatura média da Terra seria por volta de -18° C (D'AMELIO, 2006).

A atmosfera terrestre contém centenas de quilômetros de extensão, mas, a maior parte desta atmosfera (99 %) está situada nos primeiros 30 km a partir da superfície da Terra. Os gases oxigênio e nitrogênio são os que se mostram em concentrações maiores (AHRENS, 2000).

Os gases principais que naturalmente são envolvidos no efeito estufa são Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), hexafluoreto de enxofre (SF_6), clorofluorcarbonos (CFCs), Ozônio (O_3), óxido nitroso (N_2O), vapor de água (H_2O) entre outros (D'AMELIO, 2006).

O Dióxido de Carbono, conhecido ainda como gás carbônico, é o composto químico principal responsável pelo efeito estufa, sendo o mesmo liberado por intermédio da respiração de organismos vivos, vegetais (processo de fotossíntese) e animais, decomposição de seres vivos e materiais orgânicos, atividade humana (agricultura, indústria e agropecuária, erupções vulcânicas, queimadas, desmatamentos e, para finalizar, a queima de combustíveis fósseis petróleo e carvão) (BRITANNICA, 2020).

Mesmo o CO_2 não sendo um gás relacionado naturalmente ao efeito estufa, ele consiste em um relevante traçador de queimadas de florestas e outros combustíveis fósseis e ainda mostra-se como um componente importante da química atmosférica, haja vista que com base nele torna-se possível a caracterização de atmosferas oxidantes (D'AMELIO, 2006).

Esses gases de modo geral se comportam de forma distinta na atmosfera, em razão da sua estrutura molecular peculiar que influencia no processo de absorção da radiação infravermelha bem como na retenção de calor. O tempo que tais gases se mantêm na atmosfera também é variável (FOLEY, 2019).

Sendo assim, para a comparação e quantificação das emissões de GEE, em geral são usadas unidades de carbono equivalentes ou unidades de dióxido de carbono equivalente (CO_2e), tendo como base a média de seu “potencial de aquecimento global” em cem anos, isto é, O Global Warming Potential (GWP), conforme valores demonstrados na 2ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL ANAC, 2015).

Apesar de o efeito estufa ser um mecanismo necessário e natural à vida, como dito anteriormente, em recentes tempos ele tem sido desequilibrado pelo ser humano, o que tem ocasionado sérias consequências para o equilíbrio dos ecossistemas e, conseqüentemente, para a sociedade humana.

Referido desequilíbrio justifica-se pelo aumento da concentração de gases estufa na atmosfera, gerados de forma contínua em consideráveis quantidades por determinadas atividades do homem. Por cauda dessa aumentada concentração, a temperatura da Terra tem se elevando, fenômeno que recebe o nome de aquecimento global (IPCC, 2007).

Dessa forma, várias atividades associadas com aspectos industriais e econômicos apresentam, conseqüentemente, modificações na composição-padrão dos gases na atmosfera terrestre. Acerca desse assunto, Suarez (2000) entende que na crise contemporânea que vem enfrentando a sociedade, a mudança ambiental da Terra tem se expressado com preponderância. Para compreender essa mudança, é necessário concentrar-se nas interações entre os sistemas ambientais (que inserem biosfera, atmosfera, hidrosfera e geosfera) e os sistemas humanos (inserindo os políticos, econômicos, tecnológicos e socioculturais).

Tais sistemas situam-se em dois pontos, tais quais: no primeiro estão as ações humanas que provocam mudanças ambientais modificando de forma direta sistemas ecológicos, e no segundo estão aqueles onde as mudanças ambientais atingem diretamente aspectos que os seres humanos valorizam. Por consequência desses eventos, no lapso temporal de 1750 a 1998, a concentração dos GEE, como por exemplo, o gás carbônico, o óxido nitroso e o metano, praticamente dobraram.

Conforme o IPCC (2021) cada uma das últimas décadas tem sucessivamente sido mais quente que a precedente desde o ano de 1850. A temperatura média da superfície terrestre nos primeiros vinte anos do século 21 (2001 - 2020) foi 0,99 [0,84 - 1,10] °C mais elevada do que em 1850 - 1909. Já no período de 2011 a 2020, foram 1,09 [0,95 to 1,20] °C mais elevada do que entre os anos 1850 e 1900, com aquecimento maior em terra (1.59 [1,34 - 1,83] °C) do quando comparado aos oceanos (0.88 [0,68 - 1,01] °C).

Fora isso, com base no relatório de abril de 2021 da resseguradora Swiss Re, estudos de cunho científico recente apontam que a trajetória atual almejada de aumento na temperatura terrestre levaria a um aquecimento entre 2.0° C e 2.6° C até a metade do século. Conseqüentemente, existiria uma diminuição entre 11 % e 14 % no Produto Interno Bruto (PIB) global, quando

comparado a um cenário de 0 aquecimento global. Sob essa mesma visão de comparação, se fossem atingidos, no mínimo, as metas determinadas no Acordo de Paris, o impacto no PIB global seria de 4,2 %.

O relatório considera ainda um cenário severo, no qual a sociedade não adota quaisquer atitudes para o combate do problema e a temperatura global aumentará 3.2 °C até o ano de 2050. Nesse cenário, o PIB global seria 18 % menor do que em um cenário de aquecimento global 0.

Fora os desdobramentos de caráter econômico, o aquecimento global configura sérios riscos para as condições básicas para a vida do ser humano. Conforme Stern (2006) haverá em potencial impactos abrangendo a degradação do meio ambiente e o acesso à água, alimento e saúde. Reforça que centenas de milhões de indivíduos poderão passar fome, ausência de água e inundações costeiras à medida que o mundo aquece.

2.2 IMPACTOS DOS GEE E O AQUECIMENTO GLOBAL

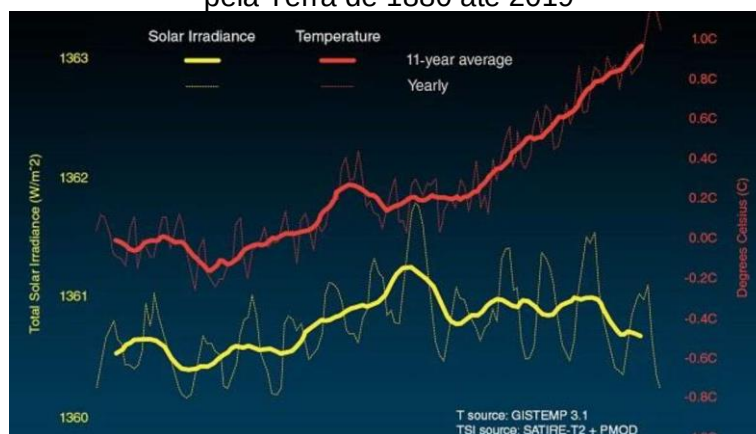
A partir da Revolução Industrial foi intensificada a emissão de gases de efeito estufa por atividades antrópicas (GOLDEMBERG; LUCON, 2008). A temperatura está passando por mudanças climáticas e extremos efeitos climáticos, como enchentes, tempestades, derretimento das calotas polares, furacões e a elevação do nível dos mares. “A evidência científica para o aquecimento do sistema climático é inequívoca” (IPCC, 2020).

Recebeu o nome de aquecimento global (aquecimento terrestre) o aumento da temperatura média da superfície da Terra, em razão da elevada concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, emitidos pelas atividades antrópicas por todos os setores da economia, como por exemplo, nas indústrias, pelos processos produtivos, como alumínio, cimento, aço e ferro, na agricultura nos processos de preparação da terra para o plantio como para a aplicação dos fertilizantes; na pecuária pela fermentação entérica do gado bem como pelo tratamento de dejetos de animais, no transporte pela queima de combustíveis fósseis; no tratamento do lixo e no descarte de materiais; e ainda por meio das queimadas e do desmatamento (BRASIL, 2020).

Um estudo de Carlos Nobre (2004) apresentou que modelos climáticos referenciados pelo IPCC projetaram que as temperaturas globais de superfície aumentarão, provavelmente, no intervalo entre 1,1 e 6,4 °C no período entre 1990 e 2100. A variação de valores justifica-se pela utilização de distintos cenários de emissão futura de gases estufa pelo ser humano e os resultados de modelos com distinções na sensibilidade climática a tais emissões.

Mesmo a maior parte dos estudos terem foco no período de até 2100, almeja-se que o aquecimento bem como o aumento no nível do mar continue por mais de um milênio, mesmo que haja estabilização dos GEE na atmosfera. Isso acontece porque alguns dos GEE possuem vida bem longa na atmosfera, isto é, gases vestigiais. Por exemplo, o CO₂, tem uma vida média superior a 100 anos, sendo que 15 % desse gás ficam na atmosfera por até 5.000 anos. Portanto, se o atual teor de CO₂ na atmosfera for “congelado”, é estimado que um aquecimento entre 0,6°C e 0,8°C aconteceria até o fim do milênio (NOBRE, 2004).

Figura 1 - Variação da temperatura da superfície global e da energia solar recebida pela Terra de 1880 até 2019



Fonte: NASA (2020).

O gráfico mencionado acima faz a comparação das mudanças de temperatura da superfície global representadas pela linha vermelha e a energia recebida pela Terra representa pela linha amarela em watt (W) que é uma unidade de potência. As linhas mais finas apresentam os níveis anuais ao tempo que as linhas mais espessas expressam as tendências médias de onze anos (NASA, 2020).

Por intermédio do gráfico também é possível a identificação de um gradativo aumento da temperatura global a partir do ano de 1960, que não segue a variação da radiação solar. Referido aquecimento, tanto na superfície terrestre quanto nos oceanos, vem provocando em todos os sistemas químico, biológico e físico da Terra.

Ele ocasiona o derretimento das geleiras, e por consequência, gera a elevação dos níveis, dos mares além de interferir no ritmo bem como na intensidade das estações e modifica os ciclos naturais de nitrogênio, água e carbono. Os ventos, as precipitações e as correntes marítimas passam a ser irregulares, o que aumenta a frequência de tempestades, secas intensas e enchentes.

Tais modificações nos ecossistemas provocam um declínio populacional de várias espécies e ainda uma redistribuição geográfica da biodiversidade (NASA, 2020), que poderão ocasionar prejuízos para as futuras gerações, como escassez de alimentos, escassez de água potável e a necessidade de migração.

Antes da era industrial, as concentrações de dióxido de carbono na atmosfera eram de uma média de 280 partes por milhão (ppm). No ano de 2018, subiram para 406 ppm e, caso os combustíveis fósseis continuassem sendo queimados nas taxas da atualidade, elas deveriam chegar a 550 ppm por volta do século 21 (MANN; SELIN, 2020).

Conforme dados disponibilizados pela NASA (2020), a derradeira medição feita no mês de fevereiro de 2020, mensurou 413 ppm. É claro que uma considerável diminuição das emissões não irá acontecer de imediato. Sendo assim, a necessidade de adaptação às consequências inevitáveis do aquecimento é indiscutível, sem contar a adesão a meios de mitigação.

Em razão das consequências se agravarem pelo aumento da concentração dos poluentes na atmosfera, é basilar que comece a redução na emissão destes o mais rápido possível, em prol de minimizar os impactos sobre a produção atual e às futuras.

A conversão dos gases de efeito estufa em CO₂e (CO₂ equivalente) é realizada conforme valores demonstrados na 2ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima. Os

fatores GWP Global Warming Potential são: 1 para CO², 21 para CH₄ e 310 para N₂O (ANAC, 2015). Por fim, no ano de 2018, o Brasil ficou em 7º no ranking global de emissões de GEE, responsável pela emissão de 1,41 bilhão de toneladas de CO₂e.

2.3 CONSEQUÊNCIAS DO AQUECIMENTO GLOBAL

Os oceanos colaboram para equilibrar o clima, tendo em vista que eles são capazes de absorver o excesso de produzido pelos gases do efeito estufa. No lapso temporal entre 1971 a 2010, os oceanos absorveram 93 % do excesso de energia térmica que ficou presa na terra em razão da mudança climática antropogênica (NELLES; SERRER, 2020).

Esta absorção de energia eleva a temperatura dos oceanos e ocasiona a acidificação da água que põe em risco todos os seres vivos marinhos (NELLES; SERRER, 2020). Os oceanos, além de colaborar para a desaceleração do aquecimento do globo, constituem uma fonte de alimento para os seres humanos.

Para Segundo David Wallace Wells (2019, p.119) “(...) os pescados representam mundialmente quase um quinto de toda proteína animal da dieta humana, e em áreas costeiras a proporção pode ser maior”, dado mencionado anteriormente, pelos seres humanos aos oceanos, tal qual, o fato de terem recursos alimentares que os servem. O aumento da temperatura interfere nas condições de vida dos animais e plantas.

A adaptação das plantas e dos animais num ambiente mais quente é algo possível. Entretanto, “(...) quanto mais rápidas às mudanças climáticas, maior o perigo de que animais e plantas não consigam se adaptar e não sobrevivam” (NELLES; SERRER, 2020, p.96). Um dos animais que se encontra sob ameaça dos efeitos do aquecimento global é o urso polar.

O derretimento das calotas polares diminui a área habitada pelos ursos. Conforme Nelles e Serrer (2020), o fato de o aquecimento global reduzir a área habitada pelos ursos polares pode acabar dificultando a caça de focas, animais estes fundamentais para sua dieta. Sendo assim, referido acesso diminuído

para a alimentação pode apresentar um impacto insatisfatório sobre a quantidade de filhotes e o sucesso de sua criação.

Para David Wallace Wells (2019), o aquecimento terrestre propicia um efeito cascata, isto é, pode ocasionar efeitos e estes efeitos podem constituir causa de outros efeitos, configurando uma interligação de causas e efeitos. Para explicar melhor o efeito estufa, pode-se fazer uso como exemplo a interligação de causas e efeitos do parágrafo anterior, no qual o aquecimento global é responsável por derreter as calotas polares e o derretimento do gelo acaba prejudicando a caça às focas realizada pelos ursos polares.

A dificuldade na captura o alimento principal pode modificar a dieta dos ursos, o que afeta a qualidade de vida de tais animais e consequentemente dificulta a perpetuação da sua espécie. O jornalista David Wallace-Wells, em seu livro intitulado “A Terra Inabitável: uma história do futuro” apresenta, com o auxílio de vários cientistas do clima, possíveis cenários futuros com o aumento da temperatura na terra.

Os seres humanos serão, como as plantas e os animais, altamente afetados, conforme uma representação. Wallace-Wells indica que, com 2 % de aquecimento, a seca poderá chegar ao Mediterrâneo e parte da Índia, atingindo a produção de sorgo e milho e, por consequência, comprometendo o fornecimento de tais cereais em todo o mundo (WALLACE-WELLS, 2019).

Além das secas, o que por meio dos sentidos pode aparecer algo contraditório, uma parte da humanidade irá sofrer com as enchentes por causa do aquecimento terrestre. Wallace-Wells escreve acerca da possibilidade de Jacarta, a capital da Indonésia, submergir até 2050 (WALLACE-WELLS, 2019). Wallace-Wells enfatiza o cunho hipotético das suas previsões e deixa evidente que o prognóstico realizado por ele deve ser lido pela concepção da possibilidade.

Todavia, entende que, quando se fala das mudanças climáticas, inexistem efeitos binários, ficando a terra mais quente ao tempo que são emitidos mais gases do efeito estufa e se a população continuar nessa direção a tendência é que as consequências de um planeta mais quente tenham uma dimensão cada vez mais caótica (WALLACE-WELLS, 2019).

Além das consequências mencionadas acima, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), o aumento na quantidade de mortos, desabrigados e previstas perdas econômicas, em razão do clima severo atribuído ao aquecimento terrestre pode piorar por causa das crescentes densidades populacionais em áreas afetadas, mesmo estando previsto que as regiões temperadas possuam alguns benefícios, tais quais poucos óbitos, devido à exposição ao frio.

Um sumário dos efeitos prováveis e atuais conhecimentos pode ser achado no documento produzido para o “Terceiro Relatório de Balanço do IPCC” pelo Grupo de Trabalho 2 enquanto que o resumo do mais recente, intitulado “Quarto Relatório de Balanço do IPCC”, prevê que existem evidências passíveis de serem observadas de um aumento na quantidade de ciclones tropicais no Atlântico Norte desde meados de 1970, associado ao aumento da temperatura na superfície do mar, porém que a detecção de tendências a longo prazo mostra-se difícil por causa da qualidade dos registros antes das observações cotidianas dos satélites. O resumo ainda informa inexistir uma tendência evidente do número de ciclones tropicais no mundo (MONTEIRO, 2000).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aquecimento global traz consequências negativas para a vida das espécies do planeta em sua totalidade. As estações, por sua vez, têm chegado fora da época correta, os solos e a vegetação ficam secos mais cedo, o nível do mar está subindo e várias espécies vêm correndo risco de extinção, o que promove uma significativa redução da biodiversidade.

Para finalizar o presente estudo, ressalta-se que conforme o 6º relatório do IPCC da ONU, divulgado no dia 20 de março de 2023, há um prazo bem curto para a contenção do aquecimento terrestre e dirimir série de desastres no futuro, o que fomenta mais ainda a necessidade de discussão da matéria por parte de todas as camadas sociais, sobretudo o Estado.

REFERÊNCIAS

AHRENS, C. D. **Essentials of meteorology**: an invitation to the atmosphere. Canadá: Brooks/Cole Thompson Learning. 2000

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. **Plano de Ação para a Redução de Gases de Efeito Estufa da Aviação Civil Brasileira**. 2ª Edição. Ano Base 2015.

BESSON, U., DE AMBROSIS, A. & MASCHERETTI, P. (2010). Studying the physical basis of global warming: thermal effects of the interaction **between radiation and matter and greenhouse effect**. *European Journal of Physics*, 31(2), 375-388.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Petróleo, **Gás Natural e Biocombustíveis. Percentual obrigatório de biodiesel sobe para 12%**. 2020.

BRITANNICA, Encyclopaedia. **The Editors of Encyclopaedia Britannica**. Carbon dioxide. 2020.

D'AMÉLIO, M.T.S. **Estudo de gases de efeito estufa na Amazônia**. Dissertação. (Mestrado em Ciências) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleare.

FOLEY, Jonathan. **Os três gráficos mais importantes da mudança climática**. 2019.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 3 ed. São Paulo: Edusp, 2008. 400 p.

HAMILTON, Doug. **Decoding the Weather Machine**, 2018. Documentário.

JACOBI, P. R., GUERRA, A. F., SULAIMAN, S. N., & NEPOMUCENO, T. (2011). **Mudanças climáticas globais**: a resposta da educação. *Revista Brasileira de Educação*, 16(46), 135-148.

IALEI – International Alliance of Leading Education Institutes. **Climate Change and Sustainable Development**: The Response from Education: a cross-national report from International Alliance of Leading Education Institutes. Denmark: IALEI, dec. 2009.

IPCC. Climate Change 2007: **The Physical Science Basis**. Assessment Report, Nova Iorque, v. 4, p. 1007, 2007.

IPCC. **AR6 Climate Change 2021**: The Physical Science Basis. Assessment Report, [s. l.], 2021.

LAMBERT, J., LINDGREN, J. & BLEICHER, R. (2012). Assessing elementary science methods students' **understanding about global climate change**. **International Journal of Science Education**, 34(8), 1167- 118

MANN, Michael; SELIN, Henrik. Encyclopaedia Britannica, Global warming. 16 de Mar de 2020.

MONTEIRO, C. A. de F. **A dinâmica climática e o aquecimento global**. 2. Ed. Rio Claro: AGETEO, 2000 (b). 1 CD ROM.

NASA. Global Climate Change. **Is the sun causing global warming**. Editor do Site: Holly Shaftel, Gerente do Site: Randal Jackson, Editor Científico: Susan Callery. 2020.

NELLES, David e SERRER, Christian. **Mudança Climática: os fatos como você nunca viram**. Tradução Vanessa Rabel. Rio de Janeiro: Sextante, 2020.

NIBERT, K., & GROPENGIESSER, H. (2014). **Understanding the greenhouse effect by embodiment** – Analysing and using students' and scientists' conceptual resources. **International Journal of Science Education**, 36(2), 277-303.

NOBRE, Carlos A. O aquecimento global e o papel do Brasil. **Ciência Hoje**: São Paulo, v. 36, n. 211, p. 39, dez. 2004.

SILVA, V. de P. R. da; SOUSA, F. A. S.; CAVALCANTI, E. P.; SOUZA, E. P.; SILVA, B. B. da. Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in northeast Brazil. **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, v.68, n.1, p.781-792, 2006

STERN, N. H. (2006). **The economics of climate change**: the Stern review. Cambridge, UK, Cambridge University Press.

WALLACE- WELLS, David. **A terra inabitável: uma história do futuro**. Tradução Cássio de Arantes Leite- 1 ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

WMO. **WMO statement on the status of the global climate in 2013**