



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO- UFMA
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA-CCCh
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

LOURENILDE DA SILVA SANTANA

**EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA NAS MAIORES ECONOMIAS DA
EUROPA COM BASE NOS REGISTROS OBTIDOS NA BASE DE DADOS DO
BANCO MUNDIAL DE 1990 A 2019**

CHAPADINHA

2023

LOURENILDE DA SILVA SANTANA

**EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA NAS MAIORES ECONOMIAS
DA EUROPA COM BASE NOS REGISTROS OBTIDOS NA BASE DE DADOS DO
BANCO MUNDIAL DE 1990 A 2019**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas do Centro de Ciências de Chapadinha (CCCh) da Universidade Federal do Maranhão, como pré-requisito para obtenção de título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof^o. Dr. Jivanildo Pinheiro Miranda

CHAPADINHA

2023

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Da Silva Santana, Lourenilde. Emissões de Gases o Efeito Estufa nas maiores economias da Europa a partir dos registros obtidos na Base De Dados Do Banco Mundial de 1990 a 2020 / Lourenilde Da Silva Santana. - 2023.
36 p.

Orientador(a): Jivanildo Pinheiro Miranda. Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha-MA, 2023.

1. Aquecimento. 2. Europa. 3. GEE. 4. Mitigação. 5. Mudanças Climáticas. I. Pinheiro Miranda, Jivanildo. II. Título.

LOURENILDE DA SILVA SANTANA

**EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA NAS MAIORES ECONOMIAS
DA EUROPA COM BASE NOS REGISTROS OBTIDOS NA BASE DE DADOS DO
BANCO MUNDIAL DE 1990 A 2019**

Aprovada em : ____ / ____ / ____

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas do Centro de Ciências de Chapadinha (CCCh) da Universidade Federal do Maranhão, como pré-requisito para obtenção de título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof^o. Dr. Jivanildo Pinheiro Miranda

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jivanildo Pinheiro Miranda (Orientador)

Doutorado em Ecologia

(Professor /CCCh-Biologia-UFMA)

Prof. Dr. Fredgardson Costa Martins

Doutorado em Agronomia (Ciência do Solo)

(Professor /CCCh-Biologia-UFMA)

Profa. Dra. Andréa Martins Cantanhede

Doutorado em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva

(Professora /CCBS-Biologia-UFMA)

CHAPADINHA

2023

“Tudo tem seu tempo determinado, e há tempo para todo propósito em baixo da terra.”

Bíblia Sagrada

“Nunca foi sorte, sempre foi Deus!”

A.D

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me guiar, sustentar, proteger e me dar estrutura e forças para chegar até aqui, não foi fácil essa jornada, mas sempre Ele esteve/estar cuidando de cada detalhe da minha vida, sem Ele eu já teria desistido, sem Ele nada disso seria possível ou teria sentido.

À minha família por todo apoio, especialmente a minha mãe, Ana Zilda, que foi a primeira a me incentivar a correr atrás dos meus sonhos (a licenciatura), e que se desdobrava em 1000 acordando de madrugada para trabalhar e me sustentar na universidade. É em você digníssima, que penso todos os dias e tiro forças para seguir em frente, é por você que lutarei até minhas últimas forças.

Aos meus irmãos, Adriana, Fernando e Alessandro, que sempre acreditaram em mim e me apoiaram da forma que podiam, aos meus sobrinhos Hércules Rodrigo, Douglas e Miguel, que me motiva muito em me ter como exemplo, e que nos momento de tristeza sempre me faziam rir com suas “palhaçadas” de criança.

Ao meu companheiro, noivo e amigo, Eduardo Santos, por acreditar em mim até mesmo quando nem eu acreditava, por sempre estar comigo, por fazer de tudo para me ajudar, por me dar sempre o seu melhor, e por ter passado madrugadas enxugando minhas lágrimas nos momentos de tristezas.

À minha vizinha e amiga Júlia Pessoa, que foi uma mãe para mim, um anjo que Deus colocou em minha vida em Chapadinha, agradeço imensamente pelo apoio, conselhos, os bolos, ah! Os bolos para tomar aquele cafezinho quando eu chegasse da Universidade.

À minha melhor amiga Grazyele Alves, que mesmo morando longe se fez presente, através das vídeos chamadas me proporcionou momentos de diversão e descontração, chorava comigo quando eu estava triste, dávamos boas risadas e sempre esteve ao meu lado me apoiando, foi com ela que compartilhei meus medos mais sombrios e foi ela quem me ajudou a enfrenta-los.

As minhas companheiras de república, Andressa, Mayara, Geise, Antônio, Hermeson e Mikael. Ao meu amigo Carlos Augusto que me ajudou muito neste trabalho, com dicas e orientações fundamentais e a todos de uma forma geral.

Ao meu orientador Dr. Jivanildo Miranda por toda orientação, cuidado, paciência e conhecimento transmitido, muito obrigada por tudo, lhe admiro muito.

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), a qual fui bolsista por dezoito meses e tive experiências incríveis.

À Universidade Federal do Maranhão pela oportunidade, em nome de todos seus docentes, técnicos, vigilantes, zeladores e todos que fazem parte desta renomada instituição e que foram fundamentais para realização deste sonho. Quero destacar o professor Dr. Edison Fernandes, por toda dedicação, paciência e excelência na arte de ensinar.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Emissões de CO₂ (kt) dos países: Suíça (SUI), Suécia (SUE), Noruega (NOR), Finlândia (FIN), Reino Unido (REU), Islândia (ISL), Holanda (HOL), Alemanha (ALE), Dinamarca (DIN) e Irlanda (IRL). 14
- Figura 2 - Emissões de metano (kt de CO₂) dos países: Suíça (SUI), Suécia (SUE), Noruega (NOR), Finlândia (FIN), Reino Unido (REU), Islândia (ISL), Holanda (HOL), Alemanha (ALE), Dinamarca (DIN) e Irlanda (IRL). 16
- Figura 3 - Emissões de óxido nitroso (kt) dos países: Suíça (SUI), Suécia (SUE), Noruega (NOR), Finlândia (FIN), Reino Unido (REU), Islândia (ISL), Holanda (HOL), Alemanha (ALE), Dinamarca (DIN) e Irlanda (IRL). 20
- Figura 4 - Países com maiores reduções nas emissões Totais (kt): Reino Unido (REU), Holanda (HOL), Alemanha (ALE). 22
- Figura 5- Emissões totais de GEE pela Alemanha 23
- Figura 6 – Emissões totais de GEE pelo Reino Unido. 24
- Figura 7 - Países com menores reduções nas emissões Totais (kt) dos países: Suíça (SUI), Suécia (SUE), Noruega (NOR), Finlândia (FIN), Islândia (ISL), Dinamarca (DIN) e Irlanda (IRL). 26
- Figura 8 - Emissões totais da Dinamarca. 26
- Figura 9 - PIB dos diferentes países da Europa e suas reduções nas emissões de gases do efeito estufa entre 1990 a 2018. 28
- Figura 10 - PIB dos diferentes países da Europa que tiveram aumento nas emissões de gases do efeito estufa entre 1990 a 2018. 29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVO GERAL	11
3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4	METODOLOGIA	11
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
6	CONCLUSÕES	31
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
8	Anexo	36

Observação: a partir desta página, as normas técnicas baseiam-se nas diretrizes da Revista Brasileira de Meio Ambiente & Sustentabilidade, periódico escolhido para submissão do artigo científico resultante do Trabalho de Conclusão de Curso. As normas encontram-se em anexo, após o tópico de Referências.

EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA NAS MAIORES ECONOMIAS DA EUROPA COM BASE NOS REGISTROS OBTIDOS NA BASE DE DADOS DO BANCO MUNDIAL DE 1990 A 2020

Lourenilde da Silva Santana

RESUMO

Nos últimos anos, a temática das mudanças climáticas tem ganhado bastante destaque nos debates científicos e na sociedade em geral, a preocupação com a mudança do clima e suas consequências tem crescido, com isso, governantes de todos os países tem discutido e implementado ações mitigatórias para reduzir os gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera e minimizar os impactos causados por esses gases. Com base no exposto, o presente trabalho objetivou estudar as emissões de gases do efeito estufa dos países europeus como as maiores economias em 2018 (Alemanha, Irlanda, Suíça, Noruega, Dinamarca, Islândia, Suécia, Holanda, Finlândia e Reino Unido), num recorte de 1990 a 2019 usando a base de dados do Banco Mundial, com vistas a examinar se há tendências de redução nas emissões dos principais gases do efeito estufa. A pesquisa foi realizada por meio da plataforma *open data do Banco Mundial*, onde foram coletados os dados de dez países da Europa e foram convertidos em gráficos para observação visual dos padrões gerais por meio do Microsoft Excel. Conjuntos de dados que mostraram as mais interessantes tendências de redução foram analisados como série temporal. Os países analisados conseguiram de modo geral reduzir a emissão de gases do efeito estufa no período observado. Das dez nações estudadas, duas destas tiveram resultados mais expressivos no que se refere às ações mitigatórias e a redução dos gases GEE, sendo elas, Reino Unido e Alemanha.

Palavras-Chaves: GEE. Mitigação. Europa. Mudanças climáticas. Aquecimento.

GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN EUROPE'S LARGEST ECONOMIES BASED ON RECORDS OBTAINED FROM THE WORLD BANK OPEN DATA FROM 1990 TO 2019

ABSTRACT

In recent years, the theme of climate change has gained a lot of prominence in scientific debates and in society in general, the concern with climate change and its consequences has grown, with this, governments of all countries have discussed and implemented mitigating actions to reduce greenhouse gases (GHG) in the atmosphere and minimize the impacts caused by these gases. Based on the above, the present work aimed to study the greenhouse gas emissions of European countries as the largest economies in 2018 (Germany, Ireland, Switzerland, Norway, Denmark, Iceland, Sweden, the Netherlands, Finland and the United Kingdom), in a cut from 1990 to 2019 using the World Bank database, with a view to examining whether there are trends of reduction in emissions of the main greenhouse gases. The research was conducted through the World Bank's open data platform, where data from ten European countries were collected and converted into graphs for visual observation of general patterns using Microsoft Excel. Data sets that showed the most interesting reduction trends were analyzed as time series. The countries analyzed were generally successful in reducing greenhouse gas emissions over the observed period. Of the ten nations studied, two had the most significant results in terms of mitigation actions and GHG reduction, namely the United Kingdom and Germany.

Keywords: GHG. Mitigation. Europe. Climate change. Warming.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm adquirido grande destaque na comunidade científica e na sociedade em geral (BORGES; PORTO, 2017). Neste tema as emissões dos gases do efeito estufa (GEE) são um assunto de grande relevância e várias estratégias de controle dessas emissões tem sido estudada e aplicada pela comunidade científica e pelos governos de várias nações.

Os principais gases de efeito estufa da atmosfera terrestre são: vapor d'água (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), CFCs, Hexafluoreto de enxofre (SF₆) e ozônio (O₃) (BARRY; CHORLEY, 2013). Como consequência das atividades do homem na biosfera, o nível de concentração de alguns desses gases, como CO₂, CH₄ e N₂O, vem aumentando na atmosfera (ASSAD et al., 2019).

Segundo Estrela e Pott (2017) as mudanças climáticas ocorridas no planeta advém do final do século XVIII durante a Revolução Industrial, o aumento das atividades econômicas, uso de combustíveis fósseis, urbanização, e a intensificação da produção agrícola gerou um grande aumento de emissões de GEE na atmosfera.

Com a Revolução Industrial ocorreu a substituição do trabalho manual pela indústria mecanizada gerando um crescimento produtivo, e conseqüentemente uma acentuação das ações humanas em relação ao meio ambiente. Mendes (2014) salienta que os níveis de CO₂ na atmosfera aumentaram em volume de menos de 280 partes por milhão(ppm), antes da Revolução Industrial, para quase 391 ppm em 2011.

Todo esse desenvolvimento tecnológico e a produção desenfreada, causou danos e crises ambientais, devido a fatores como o consumismo de bens e serviços. Parte desses bens e serviços são utilizados para construção dos produtos ofertados, como a matéria prima, que são retiradas do meio ambiente, conhecidas com recursos naturais esgotáveis (SANCHEZ, 2013). Entender o que foi como ocorreu e a Revolução industrial torna-se indispensável para a compreensão de como o aquecimento global e as mudanças climáticas tornaram-se temas importantes e presentes na agenda internacional.

Conforme Barcellos et al. (2009), outro aspecto importante a se pensar é que a alteração climática do planeta tem gerado uma preocupação sobre doenças que são causadas por variáveis ambientais como, temperatura, umidade, padrões de uso do

solo e de vegetação. Ainda é importante salientar que fatores como migrações e densidade populacional, que podem ou não ser causados por refugiados climáticos, também influenciam na dinâmica das doenças transmitidas por vetores.

O estudo da variabilidade climática e suas consequências é de extrema importância para entender o impacto das anomalias climáticas e encontrar estratégias para minimizar os efeitos causados na população e consequentemente evitar as perdas econômicas.

As estratégias de redução das emissões de GEE envolvem mudanças na utilização de recursos naturais; de combustíveis fósseis; o uso de energias alternativas, eficiência energética e modificações em direção a um padrão de produção menos intensa de carbono (MAGALHÃES, 2013).

A fim de reduzir as emissões de GEE a Europa firmou o *pacto ecológico Europeu*, que consiste na produção de energia eólica, solar, construção de edifícios renovados e energeticamente eficientes, proibição de itens plásticos, e transportes sustentáveis para todos (CONSELHO EUROPEU, 2022).

Conforme o consenso científico vigente a principal causa dos eventos climáticos extremos vivenciados nos últimos tempos é o aquecimento global decorrente das emissões antropogênicas de gases de efeito estufa (NABESHIMA, 2015).

Segundo o IPCC (2014) a temperatura média do planeta aumentou 0,85°C, principalmente após o ano 1990. Diante disto, o Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima juntamente com cerca de 200 países se reúne anualmente, desde 1994, para discutir os assuntos relacionados ao clima, o objetivo é manter a temperatura do planeta bem abaixo de 2° C, limitando o aquecimento global a 1,5° acima das temperaturas pré-industriais.

Embora ainda existam céticos, os impactos das ações antrópicas estão cada vez mais evidentes tais como: aumento do número de inundações, tufões e furacões; perdas de safras; diminuição de áreas agricultáveis; extinção de espécies animais (MAI; CARNEIRO, 2007).

Questões relacionadas à preservação do meio ambiente, devem ser responsabilidade das nações. Porém nem todas as nações contribuem equivalentemente para a produção dos GEEs. Assim sendo, neste estudo iremos

focar nos países mais ricos da Europa, onde se iniciou a revolução industrial e examinar suas produções relativas, além de avaliar se já existe uma tendência de redução observável em termos de GEEs.

2 OBJETIVO GERAL

Estudar as emissões de gases do efeito estufa dos países europeus como as dez maiores economias em 2018 (Alemanha, Irlanda, Suíça, Noruega, Dinamarca, Islândia, Suécia, Holanda, Finlândia e Reino Unido), num recorte de 1990 a 2019 usando a base de dados do Banco Mundial, com vistas a examinar se há tendências de redução nas emissões dos principais gases do efeito estufa.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a. Analisar a emissão de Metano, Dióxido de Carbono e Óxido Nitroso em dez países mais desenvolvidos economicamente da Europa entre os anos de 1990 a 2019;

b. Identificar a relação entre as emissões desses gases com o desenvolvimento do produto interno bruto de cada país ao longo desses anos.

4 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada por meio da plataforma *open data do Banco Mundial*, a partir do link <https://data.worldbank.org/indicador>, onde foram coletados os dados de dez países da Europa. Os dados contidos nesta plataforma são públicos, onde qualquer pessoa pode ter acesso às informações disponíveis.

Os dados foram então convertidos em gráficos para observação visual dos padrões gerais por meio do Microsoft Excel. Os conjuntos de dados que mostraram as mais interessantes tendências de redução foram analisados como série temporal. O programa utilizado para estas análises foi a plataforma online *nzgrapher*, a partir do link <https://grapher.nz/>. Em acréscimo, foram feitas pesquisas utilizando o Google Acadêmico, Scielo, of science, e no portal de periódicos da capes para o encontro de artigos que se referiam aos gases do efeito estufa, também das práticas mitigatórias dos países europeus.

Outros meios de pesquisa que foram importantes para a visualização das práticas mitigatórias foram os sites do governo: Portal da Embaixada e Consulados da Alemanha no Brasil, CONSELHO EUROPEU, CETESB (Companhia Ambiental do

Estado de São Paulo), CBI (Confederação das Indústrias Britânicas), UNFCCC (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima).

O critério para selecionar os países abrangidos neste estudo foi o tamanho de suas economias, observando o PIB de 2018 para verificar quais estratégias e ações esses países têm tomado para controlar as mudanças climáticas. Os países escolhidos foram: Alemanha, Irlanda, Suíça, Noruega, Dinamarca, Islândia, Suécia, Holanda, Finlândia e Reino Unido.

No presente trabalho foram analisadas as emissões de Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4) e Óxido Nitroso (N_2O), de cada país em um recorte temporal de 1990 a 2021, comparando visualmente os gráficos das emissões desses gases com o Produto Interno Bruto (PIB), observando a variação desses fatores ao longo dos anos e sua influência potencial do PIB para o aumento/redução dos gases do efeito estufa.

Foram montados gráficos com dados dispostos na plataforma do banco mundial, com os filtros acima descritos. As emissões de metano (CH_4) e de óxido nitroso (N_2O), são medidas em toneladas equivalentes de dióxido de carbono (CO_2) e com base num valor potencial de aquecimento global de 100 anos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os países analisados conseguiram de modo geral reduzir a emissão de gases do efeito estufa no período observado, que foi de 1990 a 2019. Cabe ressaltar que das dez nações estudadas, duas destas tiveram resultados mais expressivos no que se refere às ações mitigatórias e a redução dos gases GEE, sendo elas, Reino Unido e Alemanha.

Na Figura 1, encontram-se os valores de emissões de CO_2 dos países Suíça, Suécia, Noruega, Finlândia, Reino Unido, Islândia, Holanda, Alemanha, Dinamarca e Irlanda, no período de 1990 a 2019.

Observa-se que dentre os países analisados a Alemanha e o Reino Unido foram os que mais reduziram suas emissões de CO_2 em 29 anos (Figura 1). A Alemanha, por exemplo, conseguiu reduzir de forma considerável sua emissão, partindo de 955310 Kt no ano de 1990 para 655400 em 2019, obtendo uma redução de 299910

kt, o que representa um percentual de 31,39% a menos de dióxido de carbono lançados à atmosfera.

Bernardo (2015) salienta que desde o início da década dos anos 1990, a Alemanha está realizando uma mudança radical em sua matriz energética, incentivando o uso cada vez maior de fontes renováveis para a geração de energia. Visando reformular o suprimento energético, a Alemanha traçou caminhos em busca de fontes renováveis que conseguissem manter o nível ideal de abastecimento e ganhos ambientais. Isto explica a redução acentuada no período estudado.

Dentre as principais metas do governo alemão, se destacam o aumento da eficiência energética, a redução da emissão de gases do efeito estufa, retirada gradual da energia nuclear como uma das fontes de abastecimento (BERNARDO, 2015), desenvolvimento e expansão de tecnologias de energia solar e eólica (JACOBSSON; LAUBER, 2006), utilização de transportes que emitem menos GEE, como trens e veículos elétricos (EMBAIXADA DA ALEMANHA, 2015).

Essas são algumas das estratégias adotadas pela Alemanha para mitigar as emissões de gases de efeito estufa. O país tem demonstrado um compromisso significativo com a sustentabilidade ambiental e tem estabelecido metas ambiciosas para reduzir as emissões e promover a transição para uma economia de baixo carbono.

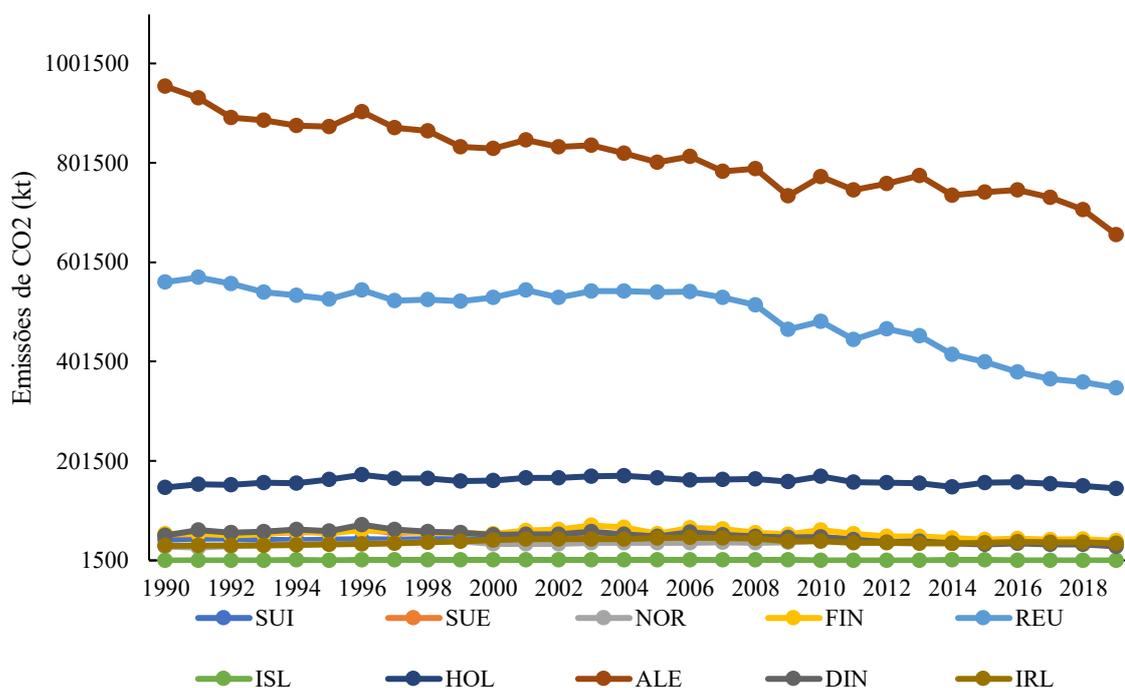
Um país que tem tido abordagens semelhantes à da Alemanha é a França que também tem investido em energias renováveis e a promoção do transporte sustentável, no entanto difere da Alemanha pela notável dependência em energia nuclear. A França tem uma alta dependência da energia nuclear para a geração de eletricidade, cerca de 70% da eletricidade consumida no país é produzida em usinas nucleares (EDF, 2022). A França é, atualmente, o maior país produtor de energia nuclear da União Europeia e o segundo em escala mundial (EUROSTAT, 2022).

De acordo com dados da Agência Internacional de Energia (2020) a Alemanha tinha preços da eletricidade mais altos em comparação com a França, o preço médio da eletricidade para os consumidores finais na Alemanha foi de cerca de 0,34 euros por quilowatt-hora (kWh), enquanto na França foi de aproximadamente 0,18 euros por kWh.

A eletricidade da França é cerca de 41% mais barata para seus cidadãos do que a da Alemanha, como afirma Silva (2022) essa fonte de energia tem um grande potencial de crescimento mundial apesar de todos os riscos ambientais associados.

A abordagem francesa tem se baseado na utilização da energia nuclear como uma alternativa de baixa emissão de carbono, visando reduzir a dependência de combustíveis fósseis, ambos os países estão comprometidos com a redução das emissões e a transição para uma economia de baixo carbono.

Figura 1 - Emissões de CO₂ (kt) dos países: Suíça (SUI), Suécia (SUE), Noruega (NOR), Finlândia (FIN), Reino Unido (REU), Islândia (ISL), Holanda (HOL), Alemanha (ALE), Dinamarca (DIN) e Irlanda (IRL).



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da *open data do Banco Mundial*, 2022.

Já o Reino Unido reduziu suas emissões de 561770 Kt em 1990 para 348920 Kt em 2019, conseguindo reduzir 212850 Kt de CO₂ emitidos, redução esta que representa 37,88 %. Segundo Filho (2014), essas reduções de emissões são o resultado da implementação de conjunto amplo de medidas de redução de emissão desde o final da década de 1980.

Em 2008 o Reino Unido criou a lei *Climate Change Act*, tornando-se o primeiro país no mundo a criar suas próprias metas de redução das emissões e a se preparar

para o impacto das mudanças climáticas. Em 2013 houve a implementação do Carbon Price Floor, que consiste na aplicação de um preço sobre a emissão de CO₂ (BREDEMANN, et al., 2020).

A lei Climate Change Act estabelece uma meta de emissão de longo prazo e exige a identificação de metas intermediárias, estes são expressos em orçamentos de carbono de cinco anos, que o governo é legalmente obrigado a cumprir. A lei também exige que o governo publique uma avaliação de risco de mudança climática a cada cinco anos e desenvolva um programa nacional de adaptação para responder à avaliação de risco (OECD, 2022)

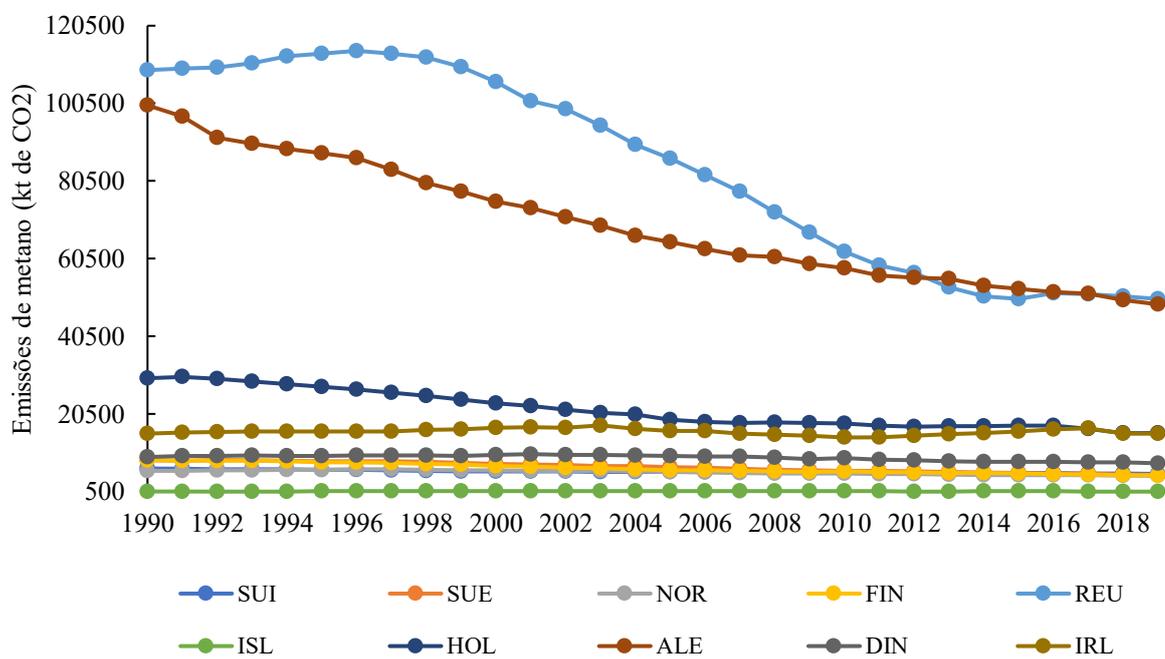
Além disso, o governo britânico estabeleceu a *Climate Change Levy*, um imposto sobre a energia, baseado na intensidade de CO₂, cobrado pelo governo para incentivar a redução nas emissões de gases e maior eficiência da energia utilizada para fins comerciais ou não domésticos (EDF ENERGY, 2018).

Uma outra estratégia foi a construção de três parques eólicos *offshore* na Costa do Reino Unido (RIBEIRO, 2019). Além disso, o governo instituiu obrigatoriedade de uso de combustíveis renováveis para o transporte, subsídios para carros elétricos, programa para recarga de carros plug-in, subsídios para a troca dos aquecedores domésticos a gás, imposto sobre aterros sanitários, *display energy certificates* em edifícios (GAULT, 2013). Essas estratégias de mitigação representam um alto potencial na redução de CO₂.

Os demais países representados na Figura 1, reduziram a emissão de CO₂, no entanto, os valores foram menos expressivos, comparado com a Alemanha e o Reino Unido. Em alguns países houve o aumento de emissão de CO₂, como foi o caso da Irlanda e Noruega. A Irlanda, por exemplo, partiu de 30960 Kt de CO₂ emitido em 1990 para 35750 em 2019, aumento este que representa 15,47% a mais de CO₂ lançados na atmosfera. Já a Noruega partiu de 29320 Kt de CO₂ emitidos em 1990 para 35950 Kt em 2019, obtendo um aumento de 22,6% de CO₂ emitidos.

Referente a emissão de gás metano, como representado na Figura 2, novamente a Alemanha e o Reino Unido são referências no que diz respeito à diminuição. A Alemanha, no ano de 1990, emitiu cerca de 100000 Kt de CO₂ equivalente de CH₄, enquanto em 2019 essa quantidade foi reduzida para 48710 kt, conseguindo reduzir suas emissões em 51,29%.

Figura 2 - Emissões de metano (kt de CO₂) dos países: Suíça (SUI), Suécia (SUE), Noruega (NOR), Finlândia (FIN), Reino Unido (REU), Islândia (ISL), Holanda (HOL), Alemanha (ALE), Dinamarca (DIN) e Irlanda (IRL).



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da *open data do Banco Mundial*, 2022.

A Alemanha é reconhecida pelas melhores práticas de mitigação do metano (CH₄), utiliza o processo de incineração na gestão dos resíduos sólidos urbanos e industriais, antes da disposição nos aterros (GOMES, 2013), ocupa o primeiro lugar em reciclagem e reaproveitamento de resíduos, (ABREN, 2020).

A legislação alemã adotou a lei de Economia de Ciclo Integral e Gestão de Resíduos, que ampliou a responsabilidade do fabricante a todo o ciclo de vida do seu produto, desde a fabricação até a eliminação. Conforme a legislação, primordialmente deve-se evitar a geração de resíduos, mas, os resíduos não evitáveis têm que ser reciclados ou usados para produção de energia, além disso, os fabricantes e distribuidores de embalagens devem aceitar a devolução de vasilhames e embalagens, e a conduzi-los à recuperação material independente do sistema público de eliminação de resíduos (JARDIM, 2012). Outra estratégia adotada pela Alemanha

para diminuição de emissões de gás metano, é utilização de biogás para geração de energia, e no transporte urbano (STERN, 2017).

O Reino Unido apresentou números semelhantes na redução de emissão de gás metano, de forma que entre 1990 e 2019, o país conseguiu reduzir de 109010 Kt de CO₂ equivalente de metano, para 50110 Kt, valor este que representa uma redução de 54% nas emissões de CH₄.

Uma das possibilidades para ajudar a compreender a redução acentuada nas emissões de gás metano é o crescimento da produção de biogás no Reino Unido. O país tem se empenhado em desenvolver estratégias de incentivo para promover cada vez mais a produção de biogás.

Dentre as medidas adotadas pelo governo está o incentivo de construções de usinas para produção de biogás, subsídio às vendas da eletricidade produzida a partir do biogás, financiamento de pesquisas que contribuam para tornar as unidades de biogás mais eficientes, baratas e financeiramente rentáveis (BIRKMOSE et al., 2007).

O biogás pode ser gerado a partir da decomposição de matéria orgânica e resíduos agrícolas ou de animais, ele pode substituir gases derivados do petróleo tais como, gás de cozinha e gás natural, contribui significativamente com a diminuição da poluição do solo e dos rios e conseqüentemente com a redução dos GEE. A maior parte do biogás obtido no Reino Unido é proveniente de aterros sanitários (EUROSERVER, 2012).

Cabe ressaltar também que referente a emissão de metano, a Holanda conseguiu uma significativa redução, algo em torno de 14170 Kt a menos de CO₂ equivalente foram emitidas, de 1990 a 2019 (Figura 2), valor este que representa uma diminuição nas suas emissões em torno de 47,69%.

O país criou um plano de ação para reduzir as emissões de metano advindo dos resíduos sólidos. Segundo Oliveira et al. (2017) Os supermercados distribuem de forma gratuita sacos plásticos, para estimular a população a fazer coleta seletiva, o governo cede contêineres para colocar próximo aos shoppings e supermercados, para que o cidadão deposite seus resíduos.

Para minimizar a necessidade de utilização de gás para aquecimento, no inverno, o governo financia a juros baixíssimos reparos e isolamentos de casa contra

o frio. Para que no verão a casa não aqueça demais, requerendo o uso de ar-condicionado e/ou ventiladores, o governo facilita a instalação do teto verde e de energia solar (GEMEENTE NIJMEGEN, 2016)

Dos países aqui abordados, no que se refere ao gás metano, apenas a Islândia não conseguiu reduzir suas emissões, apresentando um aumento de 20 Kt de CO₂ equivalente, na emissão de metano, este valor representa um aumento de 3,9%. Os demais países conseguiram reduzir suas emissões, mas não de forma significativa como os demais países citados anteriormente.

Na Figura 3, está representada a emissão de óxido nitroso no período de 1990 a 2019, e assim como ocorreu para a emissão de gás metano, observa-se que os países que mais diminuíram suas emissões foram Alemanha, Reino Unido e Holanda. A Alemanha conseguiu diminuir suas emissões no período referenciado, de 65350 Kt de CO₂ equivalente em 1990 para 34120 em 2019, conseguindo reduzir em 47,78%.

Dentre as medidas para mitigar as emissões de óxido nitroso, a Alemanha tem investido em eficiência agrícola, visto que, como afirma Ravishankara et al. (2009) cerca de 70% das emissões N₂O de fontes antropogênicas no mundo são provenientes da agropecuária.

A Alemanha tem investido em plantas energéticas a fim de produzir biocombustíveis para gerar energia renováveis e diminuir as emissões de GEE, sendo o milho e o sorgo, as principais culturas energéticas utilizada pelo país, das áreas destinadas a fontes renováveis, 90% são culturas energéticas (SERON, 2013).

No entanto, devido a preparação do solo e o uso de fertilizantes, ocorre liberação de N₂O, para resolver esse problema, estudiosos alemães estão desenvolvendo fertilizantes que não liberam quantidades significativas desses gases na atmosfera de forma que não prejudique o meio ambiente e o efeito estufa (SERON, 2013).

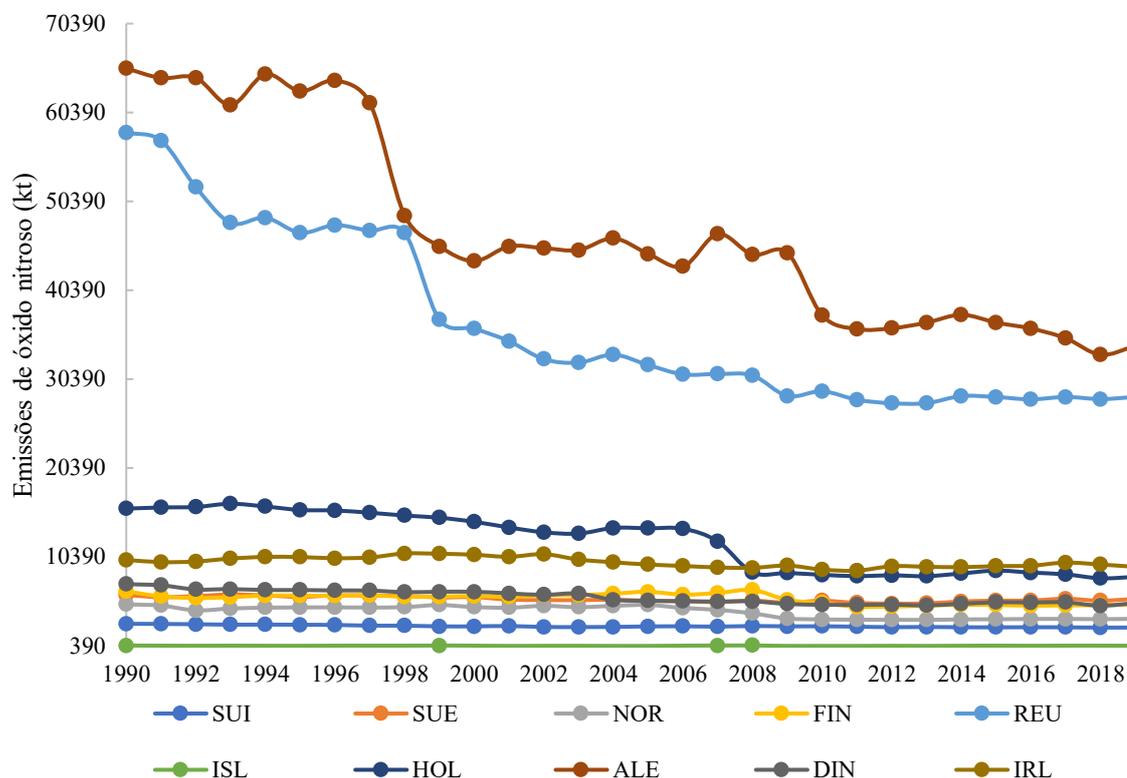
Já o Reino Unido partiu de 58120 Kt em 1990 para 28370 em 2019, conseguindo uma redução em torno de 51,18%, valor ainda mais expressivo que os observados na Alemanha, resultados obtidos a partir de uma série de medidas que o Reino Unido tem implementado para mitigar as emissões de gases de efeito estufa, incluindo o óxido nitroso.

Algumas das estratégias adotadas pelo país consiste na conservação e reflorestamento, O Reino Unido tem implementado programas de conservação e reflorestamento, visando aumentar a cobertura florestal e proteger ecossistemas naturais (VERÍSSIMO; NUSSBAUM, 2011). O plantio de árvores ajuda a capturar dióxido de carbono da atmosfera e reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

O Reino Unido tem buscado promover o transporte sustentável, incentivando o uso de transportes públicos, ciclovias e caminhadas. Além disso, o país está gradualmente eliminando a venda de veículos movidos a combustíveis fósseis, com o objetivo de banir a venda de novos carros a gasolina e diesel até 2030 (GAULT, 2013), esses veículos liberam pelo escapamento gases prejudiciais a atmosfera, dentre eles, o óxido nitroso.

Essas são apenas algumas das estratégias adotadas pelo Reino Unido para mitigar as emissões de gases de efeito estufa. O país tem estabelecido metas ambiciosas de redução de emissões e implementado políticas para alcançá-las, demonstrando um compromisso significativo com a sustentabilidade ambiental e o combate às mudanças climáticas.

Figura 3- Emissões de óxido nitroso (kt) dos países: Suíça (SUI), Suécia (SUE), Noruega (NOR), Finlândia (FIN), Reino Unido (REU), Islândia (ISL), Holanda (HOL), Alemanha (ALE), Dinamarca (DIN) e Irlanda (IRL).



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da *open data do Banco Mundial*, 2022.

A Holanda também conseguiu uma redução tão expressiva quanto os dois países citados anteriormente, partindo de 15800 Kt de CO2 equivalente em 1990, para 8120 em 2019, reduzindo suas emissões em 48,6%.

Essa redução tão expressiva nas emissões de óxido nitroso se deve ao fato de que várias legislações estão envolvidas para combater as mudanças climáticas, dentre elas destaca-se, o Programa de Redução de Emissões de Amônia e Óxido Nitroso na Agricultura (Programma Aanpak Stikstof - PAS), como descreve Leneman et al. (2012), esse programa visa reduzir as emissões de NH3 e N2O na agricultura por meio de medidas como o manejo adequado de fertilizantes, controle de emissões de esterco animal e melhorias na infraestrutura agrícola. O PAS foi implementado para cumprir as diretrizes e regulamentos da União Europeia sobre qualidade do ar e proteção do meio ambiente.

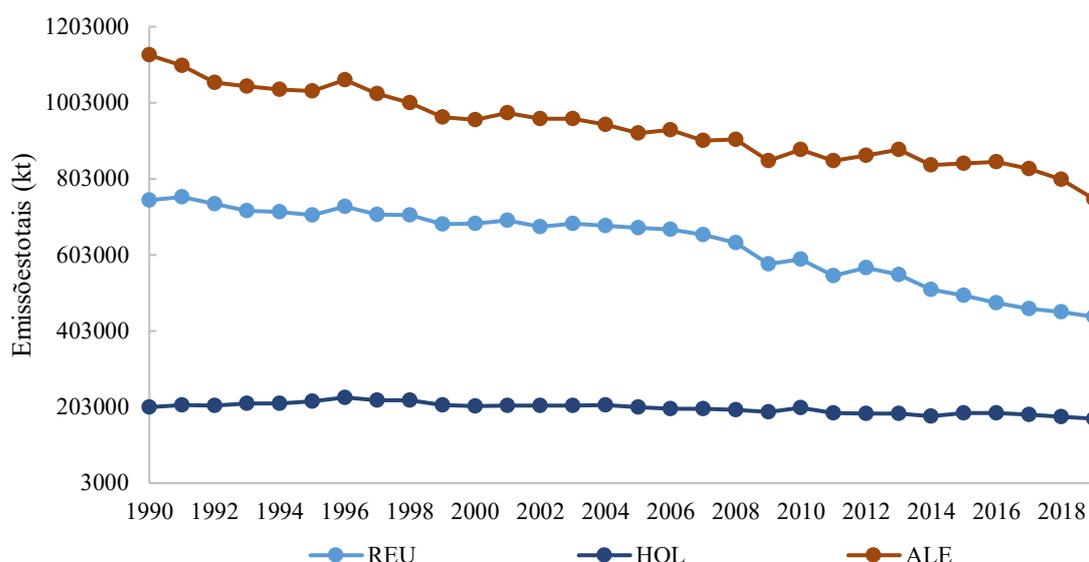
Além do exposto, na Holanda, foi criada a Lei de Proteção Ambiental (Wet milieubeheer) que aborda a gestão ambiental e inclui disposições relacionadas ao controle de emissões de gases de efeito estufa, incluindo o óxido nitroso. Ela estabelece limites e requisitos para a emissão de poluentes, exigindo que as instalações industriais monitorem e relatem suas emissões e estipula que 74% da área sensível ao nitrogênio das áreas Natura 2000 (N2000) deve ser trazida abaixo do Valor Crítico de Deposição (KDW) até 2035 (NOTA TÉCNICA, 2022).

Essas são apenas algumas das principais legislações e políticas relacionadas à redução das emissões de óxido nitroso na Holanda. O país tem adotado uma abordagem abrangente que envolve várias leis, regulamentos e políticas para enfrentar as mudanças climáticas e promover a sustentabilidade ambiental.

Referente à emissão de óxido nitroso, nenhum país aumentou suas emissões, sendo a Islândia o país que apresentou a menor redução, conseguindo reduzir em apenas 20 Kt de CO₂ equivalentes a emissão deste gás, algo que representa apenas 5,12% de redução.

Quanto às emissões totais dos gases do efeito estufa, Alemanha e Reino Unido continuam ocupando as primeiras posições, conforme representado na Figura 4. Os valores totais de emissão de CO₂ equivalente, ocasionadas pelos gases: CO₂, CH₄ e N₂O, emitidos pela Alemanha, partiram de 1128090 kt em 1990, para 749710,022 kt em 2019, provocando uma redução de 378379,78 kt de CO₂ equivalente, redução esta de 33,54% de emissão destes gases à atmosfera, no período referido.

Figura 4 - Países com maiores reduções nas emissões Totais (kt): Reino Unido (REU), Holanda (HOL), Alemanha (ALE).

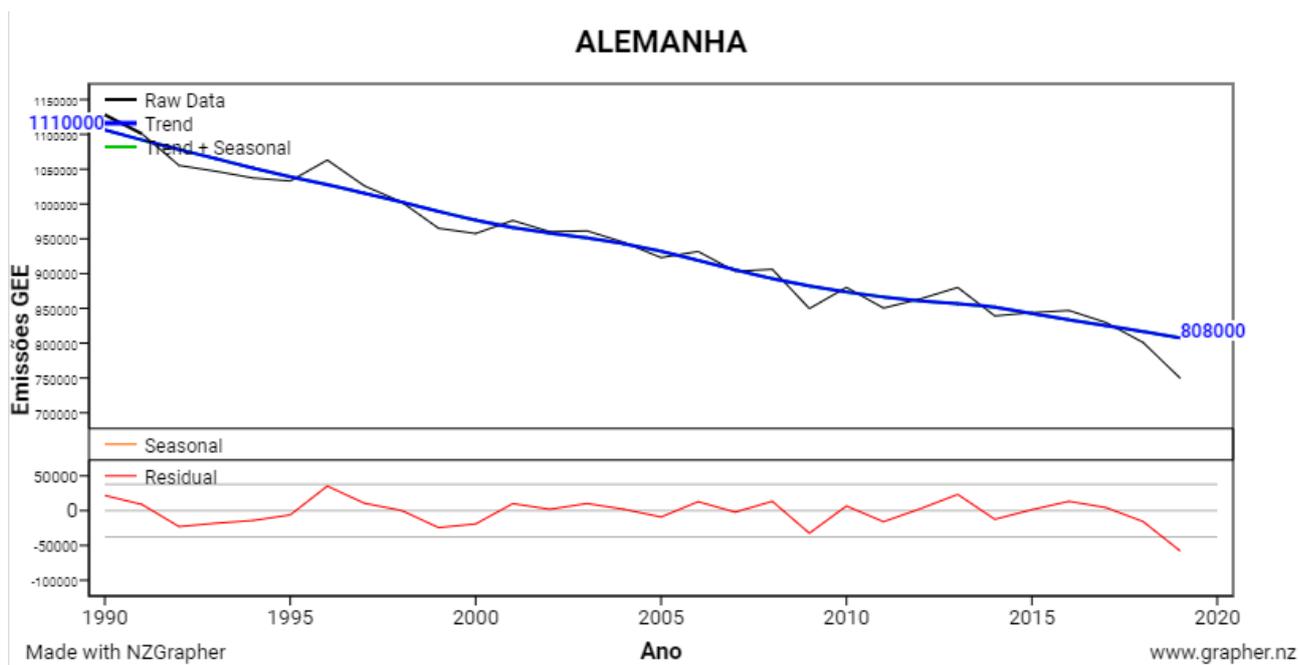


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da *open data do Banco Mundial*, 2022.

Essa redução na emissão de GEE é devido em partes as políticas públicas, segundo Bernardo (2015) a Alemanha iniciou sua trajetória de redução com a implementação de tarifas *feed-in*, que consiste no incentivo ao investimento financeiro em novas tecnologias para geração de energia renovável, na qual garante ao investidor o retorno em um período de tempo previamente determinado a partir do pagamento pela eletricidade gerada através de fontes de energia renováveis.

Como podemos observar na figura 5, a Alemanha conseguiu ótimos resultados em suas emissões totais, isto reflete o alto investimento em medidas mitigatórias adotadas por ela. Como podemos observar, suas emissões totais estavam na casa de 1.100.000 Kt de GEE em 1991, caindo para casa dos 800.000 kt em 2019.

Figura 5- Emissões totais de GEE pela Alemanha



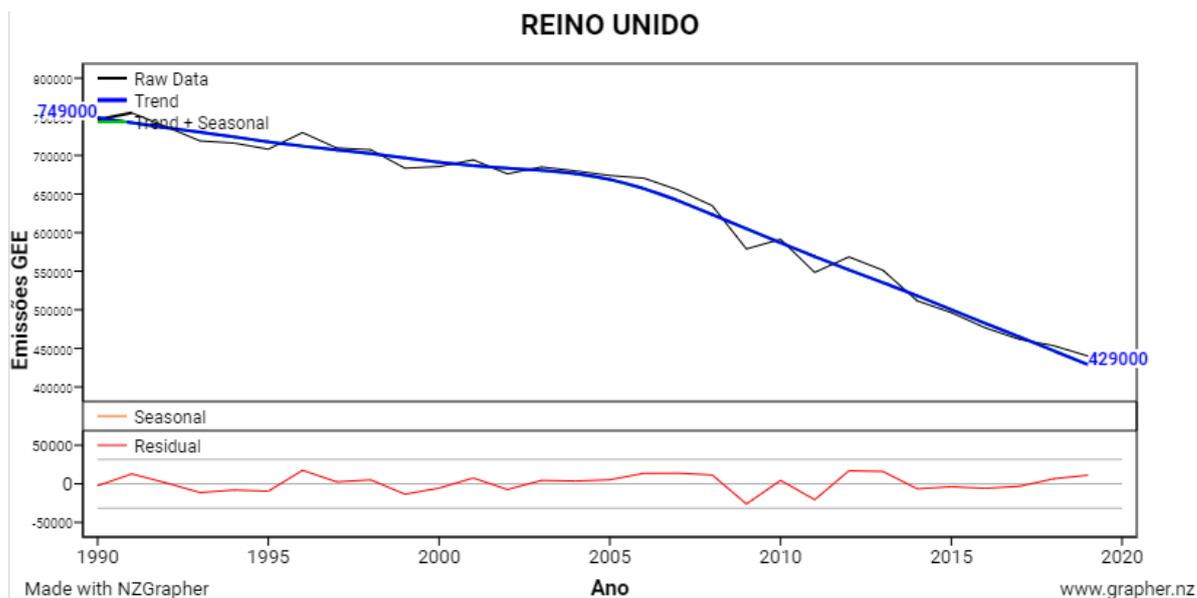
Fonte: Elaborado pelo autor a partir da plataforma grapher.nz, 2022.

O governo alemão aprovou leis e atos administrativos, como a lei Erneuerbare-Energien- Wärmegesetz (Energia Renovável para o aquecimento) no início da década de 2000, que obriga os proprietários de novos edifícios a usar certa porcentagem de energia renovável para aquecer as edificações (FUDER; ELSPAß & WILCOCK, 2018).

Em dezembro de 2008 foi aprovada a lei que torna obrigatório que todas as casas e edifícios construídos a partir dessa data, possua uma parcela de energia usada para calefação proveniente de fontes renováveis, tais como biomassa, solar ou geotérmica, e as empresas fornecedoras de energia elétrica também são obrigadas (a partir de 2010) a oferecer tarifas diferenciadas para diferentes horários.

Como podemos observar na figura 6, o Reino Unido também conseguiu reduzir suas emissões de todos os gases causadores do efeito estufa considerados neste trabalho, partindo de 746350 kt de CO2 equivalente, em 1990, para 440080 kt, em 2019, conseguindo uma redução de 306270 kt de CO2 equivalente, o que representa 41% a menos em suas emissões.

Figura 6- Emissões totais de GEE pelo Reino Unido



Fonte: Elaborado pelo autor a partir da plataforma grapher.nz, 2022.

Uma das medidas do governo britânico é trabalhar na conscientização da população, incentivando e dando oportunidade para fazerem escolhas de baixo impacto ao meio ambiente, como descrito no relatório da CBI (2007), é necessário divulgar informações confiáveis e coerentes a respeito das consequências de suas ações e facilitar o acesso aos produtos e serviços de baixa emissão de GEE.

Segundo Unfccc (2022), o Reino Unido investiu cerca de 1,6 bilhões em energia limpa aplicada em energia eólica, se comprometeu em acabar com a venda de novos veículos a gasolina e diesel até 2030, e para todos novos os carros e vans serem totalmente zero emissões no tubo de escape até 2035.

O governo britânico tem políticas concretas de mitigação dos gases do efeito estufa e é possível notar que seu plano de ação tem dado uma resposta positiva, visto que, até 2019 conseguiram reduzir cerca de 41% de suas emissões, segundo Gault (2013) a meta era conseguir reduzir 20% até 2020 em relação ao ano base de 1990.

No ano de 1990, a Holanda emitia cerca de 202340 kt de CO₂ equivalente diminuindo suas emissões para 172230 kt, em 2019, uma redução de 30110 kt de CO₂ equivalente (Figura 4), valor este que representa uma diminuição nas suas emissões em torno de 14,9%.

Desde que se comprometeu em reduzir 50% de suas emissões de CO₂ e N₂O em relação ao ano base de 1990, a Holanda tem elaborado políticas públicas para alcançar essa meta, dentre suas ações podemos destacar, incentivos financeiros, mecanismos e acordos voluntários através de redução de taxas de impostos as indústrias que conseguem reduzir a emissão de N₂O (UNITED NATIONS, 2015).

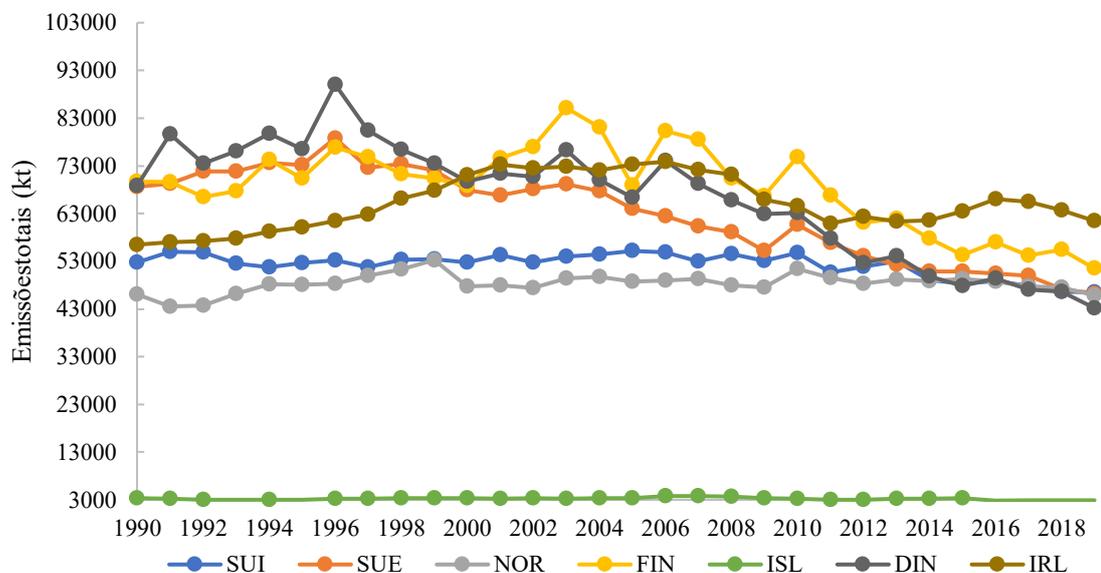
Foi criado um programa chamado *Lean and Green*, pela empresa Connekt, que consiste na utilização de logística, mobilidade inteligente e sustentável no transporte terrestre na cadeia de abastecimento de contêineres. As empresas que conseguem desenvolver um plano de ação eficaz para reduzir as emissões de CO₂ são premiadas, em 2015 houve a redução de 400 mil toneladas de CO₂ (OLIVEIRA, et al., 2017).

Outra iniciativa que, apesar de simples tem contribuído bastante para a redução dos GEE, é o incentivo ao uso de bicicletas. O governo holandês tem criado novas ciclovias iluminadas e sinalizadas, editou e regulamentou leis de segurança no transporte, a fim de impor respeito ao ciclista por parte de motoristas de automóveis (UNITED NATIONS, 2015).

O setor energético está entre os que mais libera CO₂ na atmosfera, estimular projetos de redução nesse setor é uma estratégia eficaz no combate aos GEE. Oliveira, et al. (2017) enfatiza que para incentivar o uso de energia sustentável, o governo financia projetos de utilização de energia eólica e solar.

Além de todas essas iniciativas, o governo holandês também criou a Operação Steenbreak (GEMEENTE NIJMEGEN, 2016) que oferece de forma gratuita aconselhamentos sobre jardins, a fim de influenciar que os moradores criem jardins em suas residências, as cidades holandesas são repletas de jardins em seus espaços públicos.

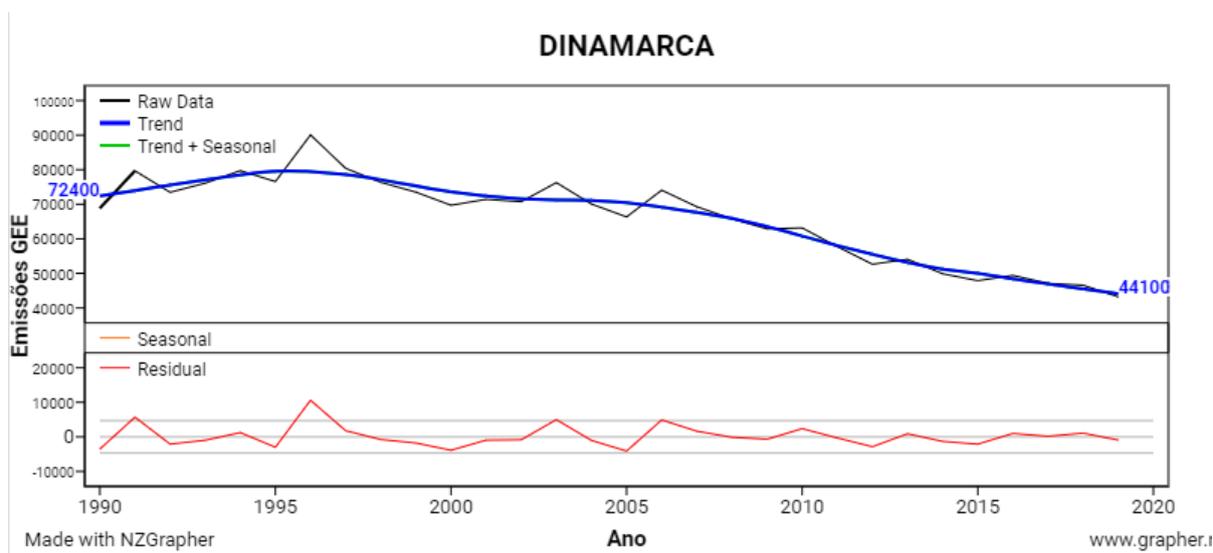
Figura 7 - Países com menores reduções nas emissões Totais (kt) dos países: Suíça (SUI), Suécia (SUE), Noruega (NOR), Finlândia (FIN), Islândia (ISL), Dinamarca (DIN) e Irlanda (IRL).



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da *open data do Banco Mundial*, 2022.

Como está destacado na figura 7, um país que merece destaque pela redução significativa na emissão de CO2 Equivalente, é a Dinamarca, que conseguiu reduzir de 68840 kt, em 1990, para 43200 kt de CO2 equivalente em 2019, conseguindo atingir uma redução de 25640 quilo toneladas de emissão de CO2 equivalente.

Figura 8- Emissões totais de GEE pela Dinamarca

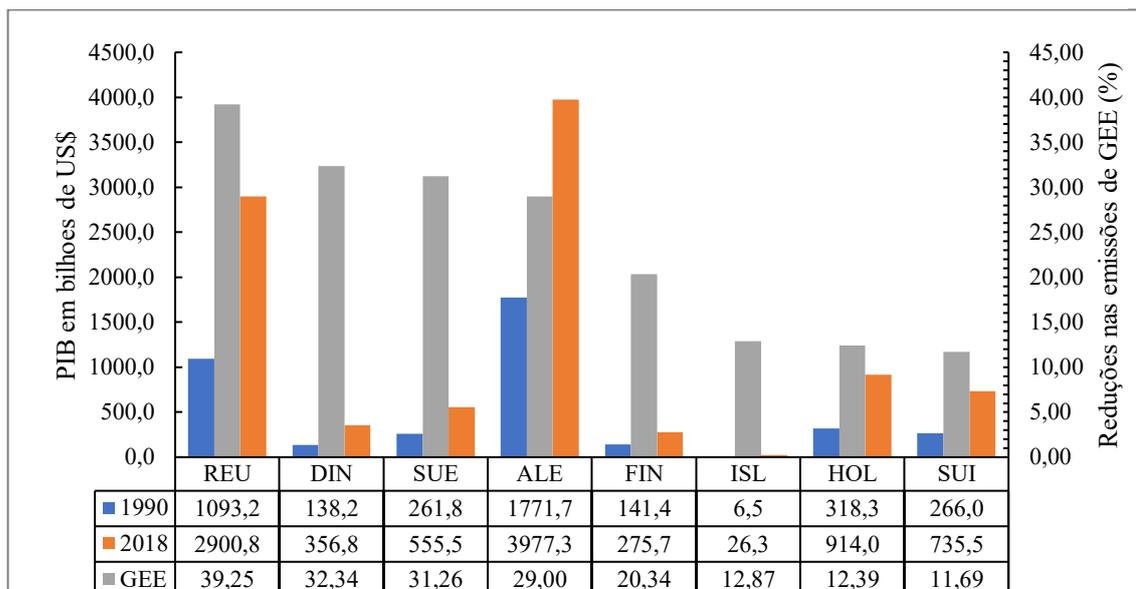


A Dinamarca está mudando completamente a sua fonte de produção de energia, trocando os combustíveis fósseis por energia renovável, conforme Unfccc, (2022) a ilha de Samsø tornou-se a primeira ilha de energia renovável do mundo, Samsø conseguiu reduzir suas emissões anuais de CO₂ para perto de zero.

O que possibilitou a ilha atingir essa meta, foi uma série de investimentos, o que contou com a instalação de onze turbinas eólicas on-shore e dez off-shore, quatro usinas locais de aquecimento distrital movidas a biomassa, painéis solares e veículos elétricos. Foi criada ainda a, Samsø Energy Academy, que visa inspirar outras comunidades através de projetos, fornecendo consultoria sobre desenvolvimento comunitário sustentável e organizando visitas de estudo e workshops UNFCCC (2022).

Na Figura 9, encontram-se os valores do PIB nos anos 1990 e 2018, assim como os valores percentuais de redução de GEE estudado. Em termos percentuais os países de maior redução de GEE, foram: Reino Unido, conseguindo redução em torno de 39,25%, Dinamarca que reduziu em 32,34%, Suécia 31,26 e Alemanha que obteve redução em torno de 29%. Países como Finlândia, Islândia, Holanda e Suíça conseguiram redução em torno de 20,34%, 12,87%, 12,39% e 11,69%, respectivamente.

Figura 9 - PIB dos diferentes países da Europa e suas reduções nas emissões de gases do efeito estufa entre 1990 a 2018.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da *open data do Banco Mundial*, 2022.

Nota-se que os países estudado, quando comparado ao ano de 1990, no ano de 2018 as suas emissões de gases do efeito estufa diminuíram mesmo em um contexto em que o PIB destes países, obtiveram aumentos significativos, apontando desta forma que estes, não só se preocuparam com o aumento econômico, mas também deram importância para as questões ambientais.

O crescimento econômico de países desenvolvidos tende a gerar uma diminuição das emissões de CO₂, por se supor que tais países tenham uma maior quantidade de recursos e empreguem tecnologias de produção menos poluidoras, o que lhes permite ter um processo de crescimento econômico mais limpo (BRUFÃO, 2013).

Cabe ressaltar que dentre os países analisados, a Islândia que conseguiu o maior aumento proporcional de PIB, algo em torno de 19,8 bilhões de dólares, correspondente a um aumento de 304,61%, acompanhado da Holanda que aumentou 595,7 bilhões de dólares, correspondente a 187,15%, em seguida vem a Suíça que teve 469,5 bilhões de dólares de aumento, 176,5%.

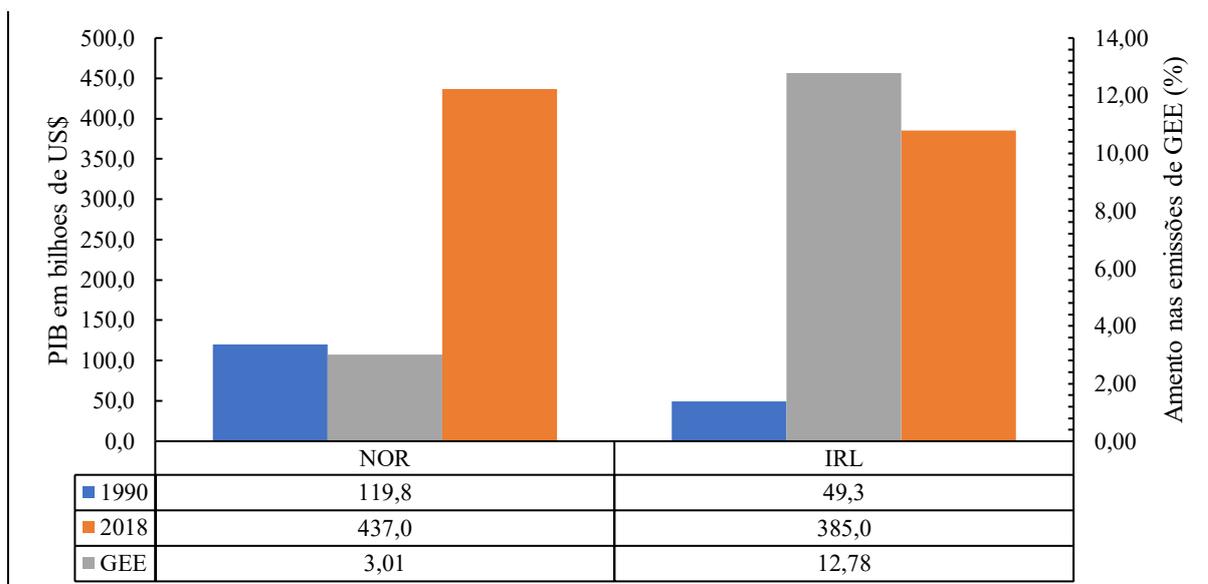
Reino Unido e Alemanha, os líderes em redução nas emissões, também conseguiram aumentos expressivos de seus PIBs, sendo que em 1990 o PIB do Reino Unido era de US\$ 1093,2 e em 2018 US\$ 2900,8, aumentou algo em torno de 1807,6

Bilhões de dólares, que corresponde a 165,34% de aumento, diminuindo 39,25% suas emissões de GEE no período referido. O PIB da Alemanha em 1990 correspondia a US\$ 1771,7 e em 2018, US\$ 3977,3 elevando seu PIB em 2206,6 Bilhões de dólares, o que corresponde a 124,49% de aumento. Esse decréscimo nas emissões de GEE pode ser explicado pelos conjuntos de medidas adotadas para refrear o uso dos combustíveis fósseis e diminuir as emissões de gases do efeito estufa.

Verifica-se que há uma relação positiva entre o crescimento econômico e as reduções nas emissões dos GEE. Segundo Arouri et al. (2012) os países continuam a crescer enquanto as emissões de CO2 diminuem, resultado que vai te encontro a hipótese Environmental Kuznets Curve (EKC), a teoria afirma que ao atingir um certo grau de desenvolvimento econômico, os países conseguem continuar crescendo economicamente enquanto diminuem seu nível de poluição, apresentando uma espécie de U invertido.

Assim, os resultados obtidos demonstram que os diversos esforços empreendidos pelos países foram significativos, pois conseguiram crescer economicamente e desacelerar as emissões de GEE.

Figura 10 - PIB dos diferentes países da Europa que tiveram aumento nas emissões de gases do efeito estufa entre 1990 a 2018.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da *open data do Banco Mundial*, 2022

Segundo o que se observa na figura 10, apenas 2 países não conseguiram reduzir suas emissões entre 1990 a 2018, sendo eles, Noruega e Irlanda. O primeiro

aumentou suas emissões em 3,01%, enquanto que o segundo país teve um aumento de suas emissões bem mais significativo, algo por volta de 12,78%.

Paralelo a isto, cabe ressaltar o salto que o PIB destes países deu no referido período, sendo mais notório o aumento da Irlanda que partiu de 49,3 bilhões de dólares em 1990, para 385 bilhões em 2018, um expressivo aumento de 680,93%. Já a Noruega teve um aumento um pouco menor, porém bastante expressivo, saindo de 119,8 bilhões de dólares em 1990, para 437 bilhões em 2019, o que corresponde a 264,77%. Dos países que conseguiram reduzir suas emissões, apenas a Islândia teve um aumento de PIB superior ao da Irlanda, em termos percentuais.

Embora os países estejam se empenhando para reduzir as emissões de GEE e tenham obtidos bons resultados, suas preocupações e motivações vão além de simplesmente reduzir e combater o aquecimento global. As mudanças no clima podem ocasionar grandes impactos na atividade econômica, visto que, o clima afeta a saúde, agricultura, energia e muitos outros aspectos da natureza e sociedade.

Segundo Akerlof et al. (2010) um dos principais motivos dos países estarem desenvolvendo medidas adaptativas para redução das emissões de GEE, é devido aos riscos que as mudanças climáticas causam à saúde e ao bem-estar das pessoas.

Os impactos na saúde humana devido às alterações no clima, podem ocorrer por diversas vias, de forma direta, através de ondas de calor, ou mortes causadas por eventos extremos como furacões e inundações, e de forma indireta através de mudanças no ambiente como as alterações de ecossistema e ciclo biogeoquímico, que aumentam a incidências de doenças infecciosas (BARCELOS et al, 2009).

Sendo assim, numa visão a longo prazo, o principal objetivo destes países, uma vez que, se tais medidas adaptativas não forem tomadas agora, os danos posteriores poderão ser bem mais graves e custosos à economia, tendo que fazer altos investimentos para controle de doenças advindas destas condições e também investirem em reconstrução de suas infraestruturas que podem ser afetadas por catástrofes ambientais.

A exemplo do que ocorreu em santa fé na Argentina onde uma inundações, além de ocasionar mortes e doenças infecciosas (leptospirose e hepatite) também causou graves perdas econômicas cerca de US\$ 1 bilhão: US\$ 752.000.000 de perdas na agricultura – pecuária, indústria e comércio; US\$ 180.000.000 em

infraestrutura e US\$ 91.000.000 no setor social. Os autores afirmam ainda que as perdas reais foram muito maiores do que isso, mas difíceis de mensurar, por exemplo, dias de trabalho e de escola perdidos e a impossibilidade de realizar atividades informais para gerar renda (PANDIELLA e HARDOY, 2009).

6 CONCLUSÕES

Os gases do efeito estufa representam uma grande ameaça urgente para o planeta, seus efeitos na atmosfera trazem consequências quase que irreversíveis no planeta e nas sociedades humanas. O plano de ação adotado pelos países europeus tem se mostrado eficaz, podendo servir de exemplo para os demais países do mundo.

O setor que mais emite GEE, conforme descreve Demétrio (2014), é o setor energético. Desenvolver um plano de ação que diminuía as emissões de gases de efeito estufa é o principal desafio que confronta o setor energético atualmente, no entanto, Países como Alemanha, Reino Unido, Dinamarca e Holanda, tem se destacado, criando políticas públicas efetivas de descarbonização de todos os setores, especificamente, renovando sua matriz energética.

Uma das maiores preocupações dos governantes é saber se a troca dos combustíveis fósseis por fontes renováveis acarretaria problemas na economia, devido ao alto custo financeiro em tecnologias para geração de fontes renováveis, segundo Brufão (2013), o PIB e as emissões de CO₂ da Alemanha, tem se mostrado opostas uma à outra, ou seja, enquanto o PIB cresce as emissões de GEE diminuem. O que demonstra que é possível se desenvolver economicamente sem trazer maiores impactos ao meio ambiente.

Com o presente estudo buscou observar de forma técnica a emissão de gases do efeito estufa de cada país estudado, podendo relacionar estas emissões com o Produto Interno Bruto (PIB) de cada um deles, e identificar as ações de mitigação que estes países estão adotando, no sentido de minimizar os impactos ambientais que a emissão destes gases acarreta ao planeta, uma vez que, se nada for feito, o futuro das próximas gerações e do próprio planeta estarão seriamente comprometidos.

Pesquisas no âmbito científico que abordam a temática de mudanças climáticas são necessárias para desenvolver estratégias mitigatórias eficazes, os países analisados neste estudo, que mostraram resultados positivos em seu plano de ação podem servir de exemplo para os demais países.

As políticas governamentais, tais como a lei de incentivo que proporciona a geração de energia por meio de fontes renováveis, taxaço e imposto sobre o carbono, subsídio para geração de energia eólica e solar e as políticas de transportes sustentáveis adotadas pelos países europeus, são estratégias que podem ser introduzidas no Brasil a fim de minimizar as emissões de GEE.

O Brasil tem tido iniciativas importantes para combater o uso intensivo dos combustíveis fósseis, embora seja pioneiro mundial em uso de biocombustíveis em sua matriz energética, ainda está longe de atingir suas metas de redução de carbono, como afirma Oliveira (2022) o Brasil está entre os países que mais emitiram dióxido de carbono entre 1990 a 2020. Para mudar esse cenário é necessário a criação de novas políticas internas e medidas de mitigação eficientes.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREN -Associação Brasileira De Recuperação Energética De Resíduos. 2º Webinar ABREN: **Biogás, Biometano e WTE**. Disponível em: <<https://abren.org.br/page/2>> acesso em: 16 out. 2022.

AIE -Agência Internacional da Energia. **World International Outlook**, 2020. Disponível em: < <https://www.iea.org/countries/france>>.

AROURI, M. E. H.; YOUSSEF, A. B.; M'HENNI, H.; RAULT, C. Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions in Middle East and North African Countries. *Energy Policy*, v. 45, p. 342-349, 2012. Disponível em: < <https://docs.iza.org/dp6412.pdf>>. Acesso em: 10 de jul. 2023

BARRY, Roger G.; CHORLEY, Richard J. Atmosfera, tempo e clima. Porto Alegre: Bookman, 2013. xvi, 512 p. ISBN 9788565837101. 2013.

BIRKMOSE, T.; FOGED, H. L.; Hinge, J. State of biogas plants in European agriculture. **Danish Agricultural Advisory Service**, 2007. Disponível em: < <https://policycommons.net/artifacts/1338244/state-of-biogas-plants-in-european-agriculture/1946634/>>. Acesso em: 04 de dez. 2022.

BREDEMANN, H. H.; FATHEAZAM, S. M.; SHAYANI, R. A. Custos Da Energia Termelétrica A Gás Natural Ou Fotovoltaica Incluindo As Externalidades Ambientais No Setor Residencial Do Distrito Federal. In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS 2018. **Anais**, Fortaleza, 2020.

BRUFAO, C. A. **A relação entre crescimento econômico e as emissões de CO2: uma análise da Curva de Kuznets Ambiental para países associados e em desenvolvimento**. 2013. 61f. Dissertação (Mestre em economia e desenvolvimento) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2013.

CBI- Confederação das Indústrias Britânicas. **Mudanças Climáticas: um assunto de todos**. Disponível: < <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp>>. Acesso em: 03 dez 2022.

CE- CONSELHO EUROPEU. **Ação climática e o Green Deal, 2022**. Disponível em:> https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/climate-action-and-green-deal_en/>. Acesso em 20 set. 2022.

de Oliveira, M. A. S., de Oliveira Alves, E., & da Silva, M. M. P. Gestão Municipal De Resíduos Sólidos Em Campina Grande, Na Paraíba, Brasil, E Em Nijmegen Na Holanda: Legislação X Prática. IN: XXVII Congresso Internacional de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais**, Fortaleza, 2017. Disponível em:< <https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento36/>>. Acesso em: 10 nov 2022.

EDF -Électricité de France. **Le thermique à flamme em chiffres**, 2022. Disponível em: < <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/le-thermique-a-flamme-en-chiffres>>. Acesso em: 04 de jul. 2023.

EDF ENERGY. **How to prepare for changes to Climate Change Levy**, 2018. Disponível em: <https://www.edfenergy.com/large-business/talk-power/blogs/how-prepare-changes-climate-change-levy>>. Acesso em: 03 dez 2022.

ESTRELA, Carina Costa;POTT, Crisla Maciel. **Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento**. ESTUDOS AVANÇADOS 31, p 271-283, 2017.

EUROSERVER. The State of Renewable Energies in Europe – 12th EurObserv'ER Report. **Observ'ER**, Paris, 2012.

EUROSTAT. **25% of EU electricity production from nuclear sources** ,2022. Disponível em: <<https://ec.europa.eu/eurostat/fr/web/products-eurostat-news/-/ddn20220111-1>>. Acesso em: 04 de jul. 2023.

FUDER, A.; ELSPAß, M.; WILCOCK, M. Environmental law and practice in Germany: overview. **Clifford Chance**, 2018 Disponível em:<https://ca.practicallaw.thomsonreuters.com>> Acesso em: 03 dez. 2022.

GAULT, A. GHG Mitigation in the United Kingdom: An Overview of the Current Policy Landscape. **World Resources Institute**, Washington, 2013. Disponível em:< <https://www.wri.org/research/greenhouse-gas-mitigation-united-kingdom>>. Acesso em: 10 de nov. 2022.

GEMEENTE NIJMEGEN. **Energiezuinig wonen**. 2016. Disponível em: <http://www2.nijmegen.nl/wonen/milieuenafval/klimaat/energiezuinig_wonen>. Acesso em: 03 dez. 2022.

GEMEENTE NIJMEGEN. **Green Capital Award**. 2016. Disponível em: <http://www2.nijmegen.nl/content/1520589/green_capital_award>. Acesso em 03 dez. 2022.

GENTY, A., ARTO, I. AND NEUWAHL, F. Final database of environmental satellite accounts: technical report on their compilation. **WIOD Documentation**, v.4, 2012.

GOMES, M. B. M. **A Otimização Da Produção De Energia Elétrica Em Aterros Sanitários: O Caso Aterro Bandeirantes**. 2013. 149 f. Tese de doutorado (Doutor em Engenharia de Produção) – Universidade Paulista- UNIP, São Paulo, 2013.

GUIMARÃES, C. M. M.; GALVÃO, V. Produção e uso do biogás. In: **8 Congresso Internacional de Bioenergia São Paulo–SP–05 a**. 2013. Disponível em: < <https://www.researchgate.net/profile/Viviane-Galvao-2>>. Acesso em: 04 de dez. 2022.

JACOBSSON, S.; LAUBER, V. The politics and policy of energy system transformation— explaining the German diffusion of renewable energy technology. **Energy Policy**, v. 34, n. 3, p. 256–276, 2006.

JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; MACHADO F. J. V. Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Editora Manole, Barueri, SP, 2012.

LAMEIRA, V. Mudanças Climáticas: estratégias de litigância e o papel do judiciário no combate as causas e efeitos do aquecimento global no contexto brasileiro. **Revista do Ministério Público do Rio de Janeiro**. v. 64, p. 197, 2017.

Leneman, H.; Michels, R.; van der Wielen, P.; Oudendag, D. A.; Helming, J. F. M.; van Deursen, W.; Reinhard, A. J. **Economisch perspectief van de PAS. Baten en kosten van de Programmatische Aanpak Stikstof in Natura 2000-gebieden**. LEI, onderdeel van Wageningen UR, 2012.

Magalhaes, A. S. **Economia de baixo carbono no Brasil: alternativas de políticas e custos de redução de emissões de gases de efeito estufa**. 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/AMSA-9GXQ2U>>. Acesso em: 05 de jun. 2022.

MAI, L. A., & CARNEIRO, A. L. Sustentabilidade: uma questão de redefinição de valores. 2007.

MARTINS, A. R. P.; FERRAZ, F. T.; COSTA, M. M. Sustentabilidade ambiental como nova dimensão do Índice de Desenvolvimento Humano dos países. 2006.

MENDES, Thiago de Araújo. **Desenvolvimento Sustentável, Política e Gestão da Mudança Global do Clima: sinergias e contradições brasileiras**. 2014. 672 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável. 2014.

NABESHIMA, F. K. Contribuições da Noruega para a Redução das Emissões Globais de Gases de Efeito Estufa. 2015.

OECD- Organisation for Economic Cooperration and Development. **A pioneira Lei de Mudanças Climáticas do Reino Unido**. Disponível em: ><https://www.oecd.org/>>. Acesso em: 03 dez. 2022.

OLIVEIRA, N. M. **Comparativo Das Emissões De Gases Do Efeito Estufa Nas Principais Economias Da América Latina Com Base Nos Registros Obtidos Na Base De Dados Do Banco Mundial de 1990 A 2020**. 2022, 31f. monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão- UFMA, 2022.

Portal da Embaixada e Consulados da Alemanha no Brasil. Disponível em: <http://www.brasil.diplo.de/Vertretung/brasilien/pt/>>. Acesso em 03 de dez. de 2022.

RAVISHANKARA, A. R.; DANIEL, J. S.; PORTMANN, R. W. Nitrous oxide (N₂O): the dominant ozone-depleting substance emitted in the 21st century. *Science*, v. 326, n. Issue 5949, p. 123–125, 2009. Disponível em: <<https://www.science.org/doi>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

RIBEIRO, A. F. **Avaliação do impacto da geração de energia eólica offshore no Reino Unido**. 2019. 130f. Dissertação (Mestrado em Energia para Sustentabilidade) - Universidade de Coimbra, 2019.

SÁNCHEZ, L. H. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2ed., p. 24-526, 2013.

Silva, P. D. C. **Mudanças climáticas e guerra na Ucrânia: uma possível retomada da energia nuclear**. 2022. 50f. monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, 2022.

STERN, J. The future of gas in decarbonising European energy markets: the need for a new approach. **Oxford Institute for Energy Studies**, 2017. Disponível em: <<https://ora.ox.ac.uk/objects>>. Acesso em: 16 nov. 2022.

UN - UNITED NATIONS. **Policy Options: 10. Framework Convention of Climate Change**. Disponível em: <<http://climateaction2020.unfccc.int/tep/policy-options/>> . Acesso em: 02 dez. 2022.

UNFCC- Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima. Samsø: uma comunidade insular apontando para o futuro | Dinamarca. Disponível em: <<https://unfccc.int/climate-action/un-global-climate-action-awards/climate-leaders/samsø>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

UNFCC- Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima. Clima Neutro. Disponível em: <<https://unfccc.int/climate-neutral-now>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

VERÍSSIMO, Adalberto; NUSSBAUM, Ruth. Um resumo do status das florestas em países selecionados: nota técnica. **Belém: Imazon, The Proforest Initiative**, 2011. Disponível em: <<http://www.lerf.eco.br/img/>>. Acesso em: 05 de dez. 2022.

VITAL, M. H. F. Aquecimento global: acordos internacionais, emissões de CO2 e o surgimento dos mercados de carbono no mundo. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/16043/2/PRArt214085_Aquecimento%20global_compl_P.pdf. Acesso em: 04 de nov. 2022.

8 Anexo

Normas da Revista Brasileira de Meio Ambiente & Sustentabilidade

Diretrizes de formatação:

Tamanho: 10 a 35 páginas. Fonte Arial Nova.

1. O Texto deve estar redigido na Fonte Arial Nova tamanho 12, com espaçamento entre linhas normais de 1,5, e em citações integrais em espaçamento simples, com fonte tamanho 10 e parágrafo recuado, em citações maiores que 3 linhas.

2. O Artigo ou Estudo de Caso deverá ter entre 10 e 25 páginas, permitido um acréscimo com autorização do Editor.

3. TÍTULO (s)...Fonte Arial Nova 12, em negrito, letras maiúsculas. >>>TITLE - Em inglês (Idem).

4. RESUMO...Até 250 palavras....ABSTRACT...resumo em inglês...idem (espaçamento 1.15) Fonte 12.

5. PALAVRAS-CHAVE: 4-5 palavras que são importantes no texto e serão elementos de busca do artigo.

6. CONTEÚDO - Sugestão: 1 INTRODUÇÃO; 2 REVISÃO TEÓRICA; 3METODOLOGIA; 4 DESENVOLVIMENTO ; 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES; 6 CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS; (Ordem opcional) REFERÊNCIAS.

7. Exemplo de formatação de títulos e subtítulos /negritado ou não.

1 TÍTULO (Negrito)

1.1 SUBTÍTULO

1.1.1 Subsubtítulo(Negrito)

8. CITAÇÕES DIRETAS/INDIRETAS

(Citar as fontes no texto -Diretas ou Indiretas - e colocar nas referências)

Exemplo de Citação direta: fim de frase << (HENKES, 2021, p. 34). >> >>Meio ou início de frase<< Henkes (2021, p. 34), >>(texto integral).

Exemplo de Citação indireta: fim de frase << (HENKES, 2021). >> >>Meio ou início de frase<< Henkes (2021), >>(Texto seu com base em dados de alguma fonte).

9. Títulos de Figuras, Gráficos, Tabelas, Quadros....Numerados Fonte 12 acima das mesmas, sem negrito, espaçamento de 1.15 entre linhas, caixa baixa..ex: Figura 1 - Demonstração de emissões de gases

10. As Fontes das Figuras, Quadros, Gráficos e Tabelas, devem ser colocadas abaixo destas, em Fonte 10, sem negrito, contendo Nome do autor/Veículo de publicação, Ano.

ex: Fonte: UNICAMP, 2019. ou Fonte: Freitas, 2017.

11. Referências: Dados completos da fonte dos dados e informações, imagens, tabelas, gráficos, textos, etc.... inclusive links de internet e outras, estes links não devem estar no texto, só nas referências.

12. Os conteúdos tanto de Artigos, Estudos de Caso, Resenhas e Pesquisas de Campo devem ser apresentados respeitando o padrão culto da Língua portuguesa e de acordo com as normas de informação e documentação da Associação de Normas Técnicas (ABNT) tais como:

NBR 6022 – Artigo em publicação periódica científica impressa;

NBR 6023 – Referências;

NBR 6024 – Numeração progressiva das seções de um documento escrito;

NBR 6026 – Legenda Bibliográfica;

NBR 6028 – Resumo;

NBR 10520 – Citações em documentos;

NBR 10525 – Numeração internacional para publicações seriadas (ISSN), além da norma de apresentação tabular do IBGE.

13. O IDIOMA da Revista será o Português, com permissões para publicação em Inglês e Espanhol;

14. As Figuras, Gráficos e Tabelas devem ter seu título numerado e escrito em fonte tamanho 12 na parte superior destas, sendo que a Fonte destas deve ser escrita em tamanho 10 na parte inferior delas.

15. Nos metadados dos autores, é necessária a inclusão de mini biografia, contendo formação, titulação, instituição onde atua, trabalha ou estuda, e e-mail de contato de todos os autores.

16. Entre os itens de verificação estão a consistência e relevância do conteúdo e a pertinência do tema para sua publicação na Revista.

17. LEMBRETE: Os artigos e outras submissões devem ser postados na plataforma sem o nome dos autores ou qualquer outra identificação, que devem ser inclusas e compor os Metadados, com os Títulos em Caixa Alta e os nomes e outros dados dos autores em caixa baixa.