IMPACTO NAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO SETOR DE ENERGIA EM SERGIPE

SANTOS, Marcos Felipe Sobral dos*[1,2]; SILVA, Isabelly Pereira[3]; SILVA, Gabriel Francisco[1,4]

[1] Rede Nordeste de Biotecnologia, Universidade Federal de Sergipe
[2] Sergipe Parque Tecnológico (SergipeTec)
[3] Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe
[4] Departamento de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal de Sergipe
* marcosfelipesobral@hotmail.com

Resumo: Este estudo aborda a análise das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no setor energético de Sergipe, destacando os impactos significativos dessas emissões no contexto regional. A pesquisa foi baseada em dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) e complementada por informações da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Identificou-se que, em 2021, o setor energético em Sergipe contribuiu com 3,02 milhões de toneladas de CO_2 equivalente (CO_2e), sendo a queima de combustíveis fósseis a principal fonte de emissões. A análise detalhada incluiu os principais gases envolvidos, suas fontes de emissão e o potencial de mitigação através do uso de tecnologias renováveis. Este estudo reforça a importância do monitoramento contínuo e da implementação de políticas eficazes para reduzir as emissões de GEE, contribuindo para um desenvolvimento sustentável em Sergipe.
Palavras-chave: gases de efeito estufa; emissões de gases; sustentabilidade.

IMPACT ON GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN THE ENERGY SECTOR IN SERGIPE

Abstract: This study addresses the analysis of greenhouse gas (GHG) emissions in the energy sector of Sergipe, highlighting the significant impacts of these emissions in the regional context. The research was based on data from the Greenhouse Gas Emissions and Removals Estimation System (SEEG) and complemented by information from the National Electric Energy Agency (ANEEL). It was identified that, in 2021, the energy sector in Sergipe contributed 3.02 million tons of CO_2 equivalent (CO_2e), with the combustion of fossil fuels being the main source of emissions. The detailed analysis included the main gases involved, their emission sources, and the potential for mitigation through the use of renewable technologies. This study reinforces the importance of continuous monitoring and the implementation of effective policies to reduce GHG emissions, contributing to sustainable development in Sergipe.
Keywords: greenhouse gases; gas emissions; sustainability.

1 Introdução

A crescente preocupação com as mudanças climáticas tem impulsionado esforços globais para reduzir o uso de combustíveis fósseis como principais fontes de energia. Em Sergipe, conforme os dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), o setor energético se destaca como uma das principais fontes de emissões de gases de efeito estufa (GEE), atingindo um total de 3,02 milhões de toneladas de CO_2 equivalente (CO_2e) em 2021 (SEEG, 2024). Esse volume é

Anais do ENEMP © 2024 ENEMP.
Esta é uma obra licenciada sob os termos da Licença CC BY-NC-SA 4.0.

majoritariamente atribuído à queima de combustíveis fósseis para geração de eletricidade e transporte.

As estimativas do SEEG, calculadas a partir de múltiplas fontes, convertem as emissões em CO_2e com base nos fatores de conversão adotados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Esses cálculos abrangem uma ampla gama de gases de efeito estufa, incluindo CO_2, CH_4, N_2O e hidrofluorocarbonetos (HFCs), distribuídos entre setores como agropecuária, energia, mudança de uso da terra, processos industriais e resíduos.

O monitoramento preciso das emissões de GEE é fundamental para a formulação e execução de políticas eficazes de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Nesse sentido, a plataforma SEEG desempenha um papel crucial ao fornecer dados regionais detalhados, como os de Sergipe, permitindo uma visão clara das emissões em todo o Brasil. Este estudo visa analisar detalhadamente os impactos das emissões de gases de efeito estufa do setor energético em Sergipe, propondo, ao final, soluções práticas para reduzir essas emissões e contribuir para o desenvolvimento sustentável da região.

Para a realização deste estudo, foram coletados e analisados dados da plataforma SEEG, complementados por informações extraídas do Sistema de Geração Distribuída e do Sistema de Informações de Geração, ambos da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Esses dados permitiram uma avaliação abrangente do impacto das emissões de GEE no setor energético de Sergipe. A metodologia adotada baseou-se na análise quantitativa dessas informações, bem como avaliar o potencial de mitigação das emissões através de tecnologias energéticas renováveis.

2 Gases de efeito estufa

Os gases de efeito estufa (GEE) desempenham um papel crucial na retenção de calor na atmosfera terrestre, o que acaba por intensificar o aquecimento global e provocar alterações climáticas prejudiciais. Cada um desses gases possui características únicas, como o potencial de aquecimento global (PAG), o tempo que permanecem na atmosfera e suas fontes de emissão.

O dióxido de carbono (CO_2) é o GEE mais abundante liberado pelas atividades humanas, principalmente devido à queima de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural (Martins; Souza Junior, 2023). Desde a Revolução Industrial, as concentrações de CO_2 na atmosfera aumentaram drasticamente, exacerbando o efeito estufa e elevando as temperaturas globais (IPCC, 2023). No setor energético, o CO_2 é um subproduto inevitável dos processos de combustão desses combustíveis (Wrege *et al*., 2018).

O metano (CH_4), por sua vez, possui um potencial de aquecimento global cerca de 28 vezes maior que o do CO_2 ao longo de um período de 100 anos (EPA, 2024). Suas principais fontes de emissão incluem a extração e o transporte de combustíveis fósseis. No setor de energia, os vazamentos que ocorrem durante a extração e a distribuição de gás natural são responsáveis por uma parcela significativa das emissões de metano (Souza; Sgarbi, 2019).

O óxido nitroso (N_2O) tem um potencial de aquecimento global aproximadamente 265 vezes maior que o do CO_2. Suas emissões estão associadas principalmente a processos industriais, ao uso de fertilizantes na agricultura e à combustão de combustíveis fósseis. No contexto do setor energético, a queima de combustíveis fósseis em usinas termoelétricas é uma das principais fontes de emissão de N_2O na atmosfera (Ruser; Schulz, 2015).

Já os hidrofluorocarbonetos (HFCs) são gases sintéticos amplamente utilizados em sistemas de refrigeração, ar condicionado e como propelentes em aerossóis. Eles possuem um elevado potencial de aquecimento global, que varia de acordo com sua composição química específica (Lira, 2017). Embora os HFCs não sejam emitidos naturalmente, o aumento na produção e no uso desses compostos tem elevado suas concentrações na atmosfera, contribuindo de forma significativa para o aquecimento global.

3 Fontes de emissões de GEE no setor de energia

O setor de energia é um dos maiores responsáveis pelas emissões de gases de efeito

estufa, principalmente devido à sua significativa dependência de combustíveis fósseis para a geração de eletricidade e calor. A seguir, são apresentadas as principais fontes de emissão de cada GEE dentro desse contexto.

Emissões de CO_2: A queima de carvão, petróleo e gás natural em usinas termelétricas é a principal fonte de emissão de CO_2 no setor de energia (Cirino *et al.*, 2021). Além disso, a utilização de veículos de transporte e a produção de energia a partir de fontes fósseis em processos industriais também contribuem significativamente para as emissões de dióxido de carbono (IPCC, 2023).

Emissões de CH_4: As emissões de metano são predominantemente associadas à extração e transporte de gás natural. Vazamentos em infraestrutura de distribuição, como dutos e estações de compressão, representam uma fonte significativa de CH_4 (Duarte; Silva, 2023). A exploração de petróleo e gás também contribui para as emissões de metano devido a práticas de perfuração e extração que podem liberar o gás para a atmosfera (EPA, 2024).

Emissões de N_2O: As emissões de óxido nitroso no setor de energia estão relacionadas principalmente à queima de combustíveis fósseis em processos industriais e em usinas de energia. A combustão de nitratos presentes nos combustíveis fósseis libera N_2O como subproduto, contribuindo para o aumento das concentrações atmosféricas desse GEE (Ruser; Schulz, 2015).

Emissões de HFCs: Os HFCs são emitidos principalmente através do uso de sistemas de refrigeração e ar condicionado em instalações de energia, como usinas e centros de dados (Silva; Carvalho; Prat, 2021). A manutenção e o descarte inadequado desses sistemas também podem levar à liberação de HFCs na atmosfera. A crescente demanda por tecnologias de refrigeração eficientes tem ampliado o uso de HFCs, aumentando sua contribuição para o aquecimento global.

4 Emissões de GEE em Sergipe

Em 2022, as emissões totais de gases de efeito estufa (GEE) em Sergipe atingiram 10,7 $MtCO_2e$, posicionando o estado em 22º lugar no ranking nacional de emissões líquidas. Com uma taxa de emissão per capita de 2,5 tCO_2e/hab, Sergipe apresenta valores significativamente abaixo da média nacional de 8,7 tCO_2e/hab. Os principais setores responsáveis pelas emissões foram:

- Energia: 3,02 MtCO2e (32,0%);
- Agropecuária: 2,83 MtCO2e (30,0%);
- Mudança do Uso da Terra e Florestas: 1,39 MtCO2e (14,7%);
- Processos Industriais: 1,27 MtCO2e (13,4%);
- Resíduos: 0,94 MtCO2e (9,9%):

A Figura 1 ilustra a distribuição das emissões entre os principais setores, destacando em Sergipe três setores principais: agropecuária (amarelo), energia (vermelho) e mudança do uso da terra e florestas (verde).

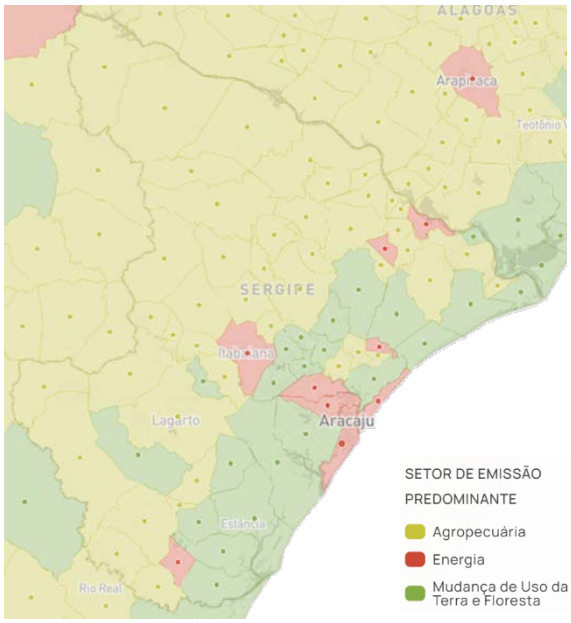

Figura 1 - Setor de Emissão Predominante por Município – Sergipe – 2022 (SEEG, 2024)

Entre 2002 e 2022, as emissões de GEE em Sergipe cresceram significativamente, passando de 6 $MtCO_2e$ para 9,4 $MtCO_2e$. Esse aumento foi impulsionado, em grande parte, pelos setores de agropecuária e energia, conforme representado na Figura 2.

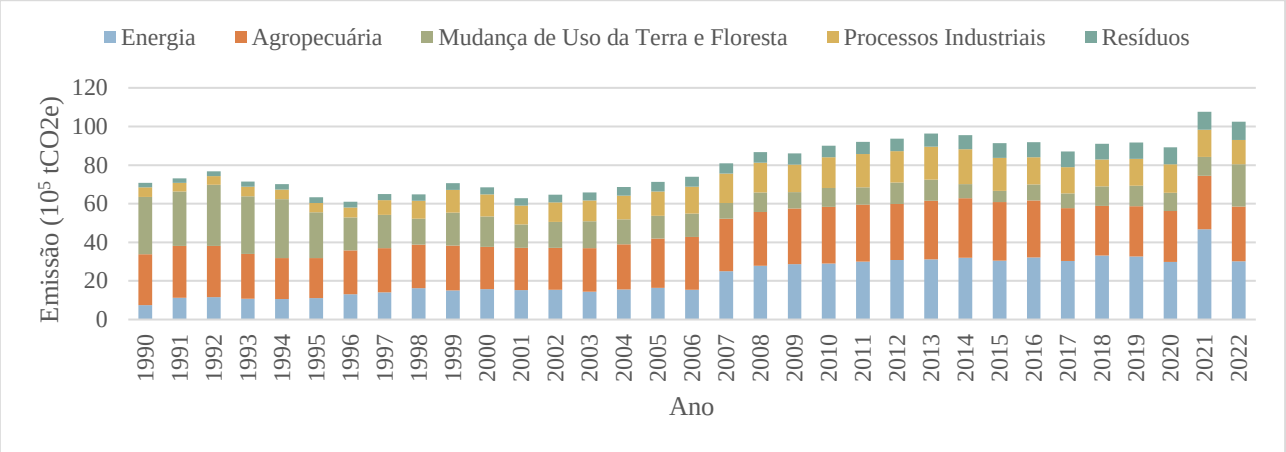

Figura 2 – Emissões de GEE por setor de atividade – Sergipe – 1990-2022 (SEEG, 2024)

5 Emissões de GEE do setor de energia em Sergipe

No setor de energia, as emissões em 2022 foram distribuídas conforme Figura 3. Dessas subcategorias, as emissões industriais e de geração de eletricidade somam 41,5% do total do setor de energia, destacando-se como as principais fontes de emissão

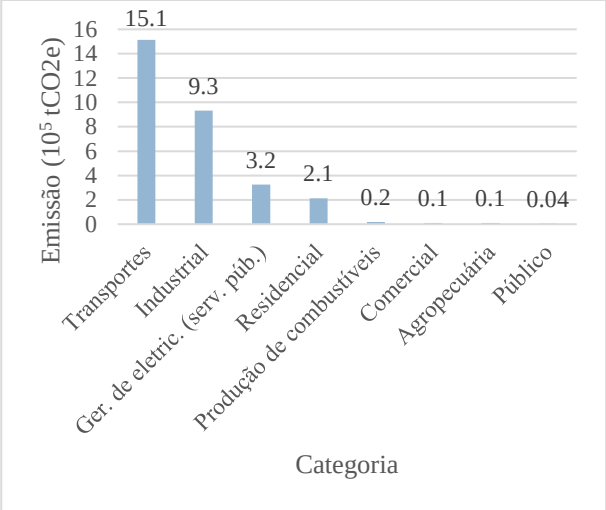

Figura 2 - Emissão do setor de Energia – Sergipe – 2022 (SEEG, 2024)

5.1 Matriz energética de Sergipe

Sergipe conta com uma capacidade instalada de 5.055,39 MW de energia elétrica, proveniente de diversas fontes, conforme apresentado na Tabela 1. Os dados são provenientes da Superintendência de Concessões, Permissões e Autorizações dos Serviços de Energia Elétrica (SCE), por meio do Sistema de Informações de Geração (SIGA) e do Mapa de Geração Distribuída (SISGD) da ANEEL, ambos referentes ao ano de 2024.

Dos 5.055,39 MW de capacidade, 66,48% (3.361,05 MW) são oriundos de fontes renováveis, enquanto 33,52% (1.694,33 MW) provêm de fontes não renováveis, como gás natural, biomassa (bagaço de cana) e óleo diesel. Os dados apresentados referem-se exclusivamente às usinas em operação e à potência fiscalizada, ou seja, a energia efetivamente produzida e entregue à rede.

Conforme ilustrado anteriormente, Sergipe possui uma capacidade instalada total de 1.694,34 MW a partir de fontes não renováveis, tanto em sistemas centralizados quanto distribuídos. Essas usinas podem ser classificadas em quatro grupos principais:

Tabela 1 - Geração Centralizada e Geração Distribuída – Capacidade Instalada em Sergipe. (ANEEL, 2024a; 2024b)

Fonte	Quant.	Tipo	Pot. (MW)	%	Classificação
Usina Hidroelétrica	1	Centralizada	3.162,00	62,55	**Renovável**
Usina Termoelétrica	42	Centralizada	1.693,73	33,50	**Não renovável**
Usina Eólica	1	Centralizada	34,50	0,68	**Renovável**
Usina Fotovoltaica	1	Centralizada	0,80	0,02	**Renovável**
Central Geradora Hidráulica	1	Centralizada	0,36	0,01	**Renovável**
Gás Natural	3	Distribuída	0,61	0,01	**Não renovável**
Radiação solar	12.469	Distribuída	163,39	3,23	**Renovável**
TOTAL	**12.518**		**5.055,39**	**100**	-

• Geração Centralizada Termoelétrica Porto Sergipe I – 97,6% (1593,19 MW);

• Geração Backup/Complementar à Diesel – 1,82% (29,85 MW);

• Geração Backup/Complementar à Gás Natural – 0,51% (8,4 MW);

• Geração Distribuída a Gás Natural – 0,03% (0,59 MW);

Essas instalações estão distribuídas em 7 diferentes municípios, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Localização Usinas Não Renováveis em Sergipe (ANEEL, 2024a; 2024b)

Município	Quant. Usinas	Potência (MW)
Barra dos Coqueiros	1	1593,20
Aracaju	25	27,75
N. S. do Socorro	5	6,86
Neópolis	1	1,23
Muribeca	1	1,20
Simão Dias	1	1,20
Pirambu	3	0,59

Essas instalações estão localizadas em diferentes regiões do estado e são classificadas pelo Código Único de Empreendimentos de Geração (CEG) no Tipo de Geração GGG: UTE (Usina Termelétrica), com fontes de energia fóssil, como petróleo (óleo diesel) e gás natural.

A Usina Termoelétrica Porto Sergipe I, localizada na Barra dos Coqueiros, opera sob o regime de Produção Independente (PIE), destinado a empresas que recebem concessão ou autorização do governo para produzir energia elétrica e comercializá-la por sua conta e risco, seja no Ambiente de Contratação Livre ou no Ambiente de Contratação Regulada. Essa usina representa a maior parcela de emissões no setor de energia, com 47% do total.

Outras usinas, com menores capacidades, operam sob o regime de Registro de Energia (REG), que dispensa concessão formal para centrais geradoras com potência igual ou inferior a 5.000 kW, exigindo apenas comunicação ao órgão regulador. Essa categoria foi equiparada ao regime PIE a partir de 2015, após mudanças na legislação.

5.2 Impacto das fontes não renováveis nas emissões

Apesar da capacidade instalado no estado de fontes não renováveis ser 33,52% (1.694,33 MW), essa capacidade afeta em apenas 0,5% da quantidade gerada, pois apesar de ter essa capacidade de produção, as fontes não renováveis são pouco utilizadas.

Isso se dá, pois, as usinas termoelétricas movidas a combustíveis fosseis, não trabalham de forma contínua, elas entram no sistema por despacho, seja para atender demanda do SIN pela ONS, seja para autoconsumo de cliente no horário de pico.

Para a demanda de despacho temos apenas a termoelétrica Porto Sergipe I, já as demais termoelétrica, como descrito na Tabela 2, são geradores a gás natural e a diesel, para autoconsumo da instalação no horário de ponta.

O horário de ponta é um período de três horas consecutivas, normalmente, das 18h às 21h, excluindo sábados, domingos e feriados. Neste horário, a tarifa de energia e a demanda chegam a ter preço triplicado quando comparados aos valores cobrados nas demais horas do dia.

O Estado de Sergipe segue a tendência nacional de aumento na participação das fontes renováveis em sua matriz elétrica. De acordo com os dados do Balanço Energético Nacional, (2023), a energia hidrelétrica continua sendo a principal fonte de capacidade instalada no estado, o que reflete o papel de destaque do Nordeste no cenário nacional como um dos líderes na utilização de energias renováveis.

Ao analisar o histórico dos dados do Balanço Energético Nacional (2023) para o período de 2004 a 2022, observa-se uma falta de estabilidade na geração de energia elétrica no estado de Sergipe. Em 2007, Sergipe alcançou seu pico de produção, com 10.931 GWh, enquanto o menor valor foi registrado em 2018, com apenas 2.834 GWh. Essa variação pode ser visualizada na Figura 4.

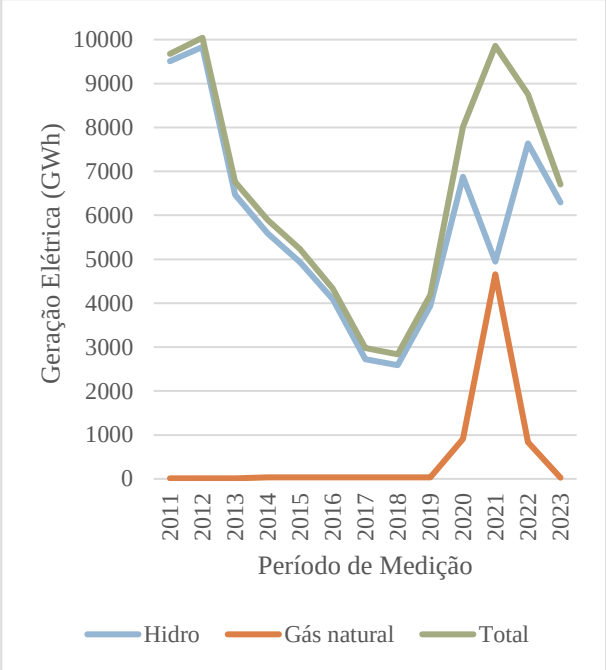

Figura 3 - Geração Elétrica Sergipe de 2004 a 2023 (EPE, 2024)

Entre as principais fontes de geração de energia elétrica no estado de Sergipe, destacam-se: a Usina Hidrelétrica de Xingó, com capacidade instalada de 3.162 MW; a Usina Termelétrica Porto de Sergipe I, com 1.515,63 MW de potência outorgada; e o Parque Eólico Barra dos Coqueiros, com capacidade instalada de 34,5 MW. Vale ressaltar que, dos empreendimentos mencionados, apenas a usina termelétrica e o parque eólico entraram em operação dentro do período analisado. A Usina Hidrelétrica de Xingó iniciou suas operações na década de 1990, enquanto o Parque Eólico Barra dos Coqueiros foi comissionado em 2012, e a Usina Termelétrica Porto de Sergipe I (UTE) começou a operar no início de 2020.

A análise dos dados do BEN revela que a queda na produção de energia em Sergipe está diretamente relacionada à redução da geração na Usina Hidrelétrica de Xingó. Essa queda se deve ao fato de o Parque Eólico Barra dos Coqueiros possuir uma produção significativamente menor em comparação à hidrelétrica, e a UTE Porto de Sergipe I operar de acordo com o sistema de despacho de energia, não estando em funcionamento contínuo, mas sim atendendo às solicitações do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Na Tabela 3 são apresentados os dados de geração de cada fonte em Sergipe em 2022.

Tabela 3 - Geração de eletricidade por fonte – Sergipe – 2022

Fonte	Potência (GWh)
Hidro	7.637
Eólica	72
Solar	106
Bagaço de cana	104
Lenha	2
Gás natural	835
Óleo diesel	3
Total	**8.760**

5.3 Desafios para redução das emissões

A análise das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no setor de energia em Sergipe revela tanto desafios quanto oportunidades. O principal desafio identificado é a alta dependência do estado do gás natural para a geração de energia, especialmente na Usina Termoelétrica Porto Sergipe I. Uma estratégia viável para mitigar as emissões é a substituição gradual dessas fontes por alternativas renováveis, como a energia solar e eólica.

Por outro lado, a significativa participação de fontes renováveis na matriz energética estadual evidencia o potencial de Sergipe para se tornar um líder na transição energética no Brasil. O estado já conta com uma infraestrutura robusta para a geração de energia limpa, e com investimentos adicionais, essa capacidade pode ser ampliada. Além disso, a expansão da geração distribuída, especialmente de energia solar, tem o potencial de reduzir as emissões associadas ao consumo residencial e comercial, além de gerar novos empregos e impulsionar o desenvolvimento econômico local.

A substituição de fontes fósseis por energias renováveis, como solar, eólica e hidrelétrica, pode resultar em uma redução significativa das emissões de CO_2, CH_4 e N_2O, uma vez que essas fontes de energia apresentam baixas ou nenhuma emissão direta de GEE durante a operação (Nunes *et al.*, 2023).

Melhorias na eficiência energética, tanto nas usinas quanto na infraestrutura de distribuição, podem reduzir o consumo de combustíveis fósseis, resultando em menores emissões de GEE. Tecnologias avançadas de geração e sistemas de gerenciamento de energia são essenciais para alcançar essa eficiência (Botelho *et al.*, 2020).

Adicionalmente, é fundamental que políticas públicas incentivem a inovação tecnológica e o desenvolvimento de novos projetos de energias renováveis, aproveitando os abundantes recursos naturais do estado. O avanço na regulamentação de incentivos para energia limpa, combinado com iniciativas de educação ambiental e apoio à adoção de tecnologias menos poluentes pelas indústrias, será crucial para reduzir as emissões e assegurar a sustentabilidade ambiental de Sergipe a longo prazo.

6 Conclusão

As emissões de gases de efeito estufa no setor energético de Sergipe representam um desafio significativo para a sustentabilidade ambiental e o combate às mudanças climáticas. Este estudo demonstrou que a queima de combustíveis fósseis, particularmente em usinas termelétricas e no transporte, é a principal fonte de emissões no estado, contribuindo para 3,02 milhões de toneladas de CO_2 equivalente em 2021. Embora Sergipe apresente uma capacidade instalada considerável de geração de energia renovável, a dependência de fontes não renováveis, especialmente para atender à demanda durante os horários de pico, continua sendo um obstáculo para a redução das emissões.

A análise mostrou que as usinas termoelétricas, apesar de sua alta capacidade instalada, operam principalmente em regimes de despacho, o que limita sua utilização contínua. No entanto, essas usinas representam uma importante reserva estratégica para garantir a segurança energética do estado, especialmente durante períodos de alta demanda. Para mitigar as emissões de GEE, é essencial que Sergipe continue a expandir suas fontes de energia renovável e implemente políticas de incentivo à eficiência energética e à redução do consumo de combustíveis fósseis.

Por fim, o estudo sublinhou a importância de um monitoramento preciso das emissões de GEE e da adoção de soluções tecnológicas inovadoras para enfrentar os desafios ambientais. A transição para um sistema energético mais sustentável em Sergipe não só contribuirá para a redução das emissões, mas também promoverá o desenvolvimento econômico e social da região, alinhando-se aos objetivos globais de combate às mudanças climáticas.

Agradecimentos

Agradeço ao Sergipe Parque Tecnológico (SergipeTec) e a SEDETEC (Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e da Ciência e Tecnologia de Sergipe) no apoio para o desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. BEN - Balanço Energético Nacional 2023: Ano base 2022 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2023.

BOTELHO, Vinícius A.; HENRIQUES, Bruno D.; WILLER, Leonardo O. Impacto da Infraestrutura de Recarga de Veículos Elétricos no Planejamento da Expansão do Sistemas de Distribuição. Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos-SBSE, v. 1, n. 1, 2020.

CARVALHO SILVA, Francisco Tiago; CARVALHO SILVA, Cleverson Ramon; VINOLAS PRAT, Bernat. Eficiência de sistemas de refrigeração sem uso de energia: experimentos a partir do sistema pot in pot. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 8, n. 18, p. 195-209, 2021.

CIRINO, Miguel Adriano Gonçalves *et al*. Caracterização e avaliação da atividade pozolânica das cinzas provenientes da queima de carvão mineral das termelétricas do Pecém, Ceará, Brasil. **Matéria** (Rio de Janeiro), v. 26, n. 4, e13090, 2021.

DUARTE, Thaís Ferreira; DA SILVA, Rogério José. Avaliação Do Desenvolvimento Da Malha De Transporte De Gás Natural Brasileira. **Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica**, 2022.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Greenhouse Gas Emissions: Sources of Methane Emissions. Disponível em: https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions. Acesso em: 20 abr. 2024.

IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

LIRA, Júlia Santiago de Matos Monteiro. Depleção abiótica e potencial de aquecimento global no ciclo de vida de telhado verde comparativamente a um telhado convencional. 2017.

MARTINS, thiago maia; JUNIOR, Fernando Gomes de Souza. Análise do uso de biocombustíveis como fonte alternativa para combustíveis fósseis. In: Anais da 2ª Conferência Brasileira de Planejamento Experimental e Análise de Dados: ConBraPA 2022. Anais...Rio de Janeiro (RJ) UFRJ, 2022. Disponível em: https://www.even3.com.br/anais/conbrapa2022/523482/. Acesso em: 01/09/2024

NUNES, Ticiana Gabrielle Amaral *et al*. Financiamentos chineses de projetos de energias renováveis na América Latina: uma análise à luz dos desafios das mudanças climáticas. 2023.

RUSER, Reiner; SCHULZ, Rudolf. The effect of nitrification inhibitors on the nitrous oxide (N2O) release from agricultural soils—a review. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 178, n. 2, p. 171-188, 2015.

Observatório do Clima. SEEG – Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa,. Disponível em: https://plataforma.seeg.eco.br/. Acesso em: 06 ago. 2024.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, SCE - Superintendência de Concessões, Permissões e Autorizações dos Serviços de Energia Elétrica. SIGA – Sistema de Informações de Geração da ANEEL. Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiY2VmMmUwN2QtYWFiOS00ZDE3LWI3NDMtZDk0NGI4MGU2NTkxIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOjR9. Acesso em: 28 fev. 2024.

ANEEL -Agência Nacional de Energia Elétrica. SISGD – Sistema de Geração Distribuída. Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNGE3NjVmYjAtNDFkZC00MDY4LTliNTItMTVkZTU4NWYzYzFmIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOjR9. Acesso em: 28 fev. 2024.

SOUZA, Leonardo Silveira de; SGARBI, Geraldo Norberto Chaves. Bacia de Santos no Brasil: geologia, exploração e produção de petróleo e gás natural. **Boletín de Geología**, v. 41, n. 1, p. 175-195, 2019.

WREGE, Marcos Silveira *et al*. Principais fitofisionomias existentes no estado do Paraná e os novos cenários definidos pelas mudanças climáticas globais. 2017.