

ANÁLISE DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA PELO SETOR ENERGÉTICO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DE FRANCO DA ROCHA/SP**ANALYSIS OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS BY THE ENERGY SECTOR IN MUNICIPALITIES IN THE FRANCO DA ROCHA REGION, SÃO PAULO STATE****ANÁLISIS DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR EL SECTOR ENERGÉTICO DE LOS MUNICIPIOS DE LA REGIÓN DE FRANCO DA ROCHA/SP**<https://doi.org/10.56238/ERR01v10n4-047>**Engel Kamily Matos da Silva**

Graduada em Gestão de Energia e Eficiência Energética

Instituição: FATEC Franco da Rocha

E-mail: engel.silva@fatec.sp.gov.br

André Luiz da Conceição

Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos

Instituição: FATEC Campinas

E-mail: andre.conceicao11@fatec.sp.gov.br

RESUMO

Este estudo analisou as emissões de gases de efeito estufa (GEE) pelo setor energético nos municípios da sub-região Norte da RMSP entre 2005 e 2019. Observou-se estabilidade nas emissões, exceto em Caieiras, devido ao crescimento industrial e à construção do Aterro CTR Caieiras. O estudo destaca a importância dos créditos de carbono e da adoção de práticas sustentáveis para mitigar os impactos ambientais. Também foi analisado o impacto do aumento da frota de veículos nas emissões de GEE. Conclui-se que a colaboração entre empresas, governos e cidadãos é crucial para promover um desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Emissões de Gases de Efeito Estufa. Créditos de Carbono. Desenvolvimento Sustentável. Crescimento Industrial. Gestão Energética.

ABSTRACT

This study analyzed greenhouse gas (GHG) emissions from the energy sector in the municipalities of the northern sub-region of the São Paulo Metropolitan Region (RMSP) from 2005 to 2019. Emission stability was observed, except in Caieiras due to industrial growth and the construction of the CTR Caieiras landfill. The study highlights the importance of carbon credits and the adoption of sustainable practices to mitigate environmental impacts. The impact of the increased vehicle fleet on GHG emissions was also analyzed. It concludes that collaboration between companies, governments, and citizens is crucial to promoting sustainable development.

Keywords: Greenhouse Gas Emissions. Carbon Credits. Sustainable Development. Industrial Growth. Energy Management.

RESUMEN

Este estudio analizó las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del sector energético en los municipios de la subregión norte de la RMSP entre 2005 y 2019. Se observó estabilidad en las emisiones, excepto en Caieiras, debido al crecimiento industrial y a la construcción del vertedero CTR Caieiras. El estudio destaca la importancia de los créditos de carbono y la adopción de prácticas sostenibles para mitigar los impactos ambientales. También se analizó el impacto del aumento de la flota de vehículos en las emisiones de GEI. Se concluye que la colaboración entre empresas, gobiernos y ciudadanos es crucial para promover un desarrollo sostenible.

Palabras clave: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Créditos de Carbono. Desarrollo Sostenible. Crecimiento Industrial. Gestión Energética.

1 INTRODUÇÃO

A ação humana no meio ambiente tem causado inúmeros problemas ao longo da história. Segundo Leite (2011), debates sobre mudanças climáticas, especialmente o efeito estufa, destacam-se devido à emissão e concentração de gases na atmosfera. A atmosfera terrestre, composta por 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de outros gases, incluindo o CO₂, é vital para a vida. Conforme observado por Fogaça (2022), sua composição depende de processos físicos e químicos contínuos.

Neste contexto, é importante ressaltar que o carbono está presente no ar como CO₂ e se dissolve na água, formando bicarbonato (HCO₃). Durante a fotossíntese, plantas, bactérias e algas transformam CO₂ em moléculas orgânicas, que são recicladas pelas cadeias alimentares e pela respiração celular, revertendo-se em CO₂. A queima de combustíveis fósseis aumenta o CO₂ na atmosfera, alterando seu equilíbrio.

Consequentemente, Marengo (2016) afirma que as mudanças climáticas antropogênicas terão impactos significativos na humanidade, aumentando a frequência e intensidade de fenômenos naturais como secas e tempestades. Além disso, o crescimento industrial e urbano, conforme Cavalcanti (2014), contribui para essas alterações climáticas, visando o conforto e a segurança humana, mas provocando aquecimento global com consequências possivelmente catastróficas.

Dentro desse contexto, Schaeffer (2008) destaca que atividades econômicas desenfreadas emitem gases de efeito estufa (GEE), principalmente CO₂, que se acumulam na atmosfera, causando mudanças climáticas. O mercado de carbono é proposto como uma solução para combater essas mudanças e promover o desenvolvimento sustentável, especialmente em economias em desenvolvimento como a brasileira.

Portanto, este trabalho, resultado de uma pesquisa desenvolvida e financiada pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), teve como principal objetivo tabular e analisar dados de emissões de GEE pelo setor energético ao longo de 15 anos, nos municípios de Caieiras, Cajamar, Francisco Morato, Franco da Rocha e Mairiporã, situados na sub-região Norte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

A relevância deste estudo justifica-se pela necessidade de compreender o papel e a importância da pesquisa de novas fontes e formas sustentáveis de energia, bem como pela análise dos riscos do mercado de carbono e das oportunidades para o setor energético brasileiro.

O incentivo a investimentos em novas tecnologias, além de novos conceitos que considerem o uso equilibrado dos recursos naturais, visa atender às necessidades e ao bem-estar da geração atual e das futuras gerações.



2 REFERENCIAL TEÓRICO

A abordagem do tema focou na bibliografia e utilizou bases de dados como Scielo, PubMed, Periódicos CAPES, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2022), Observatório do Clima (2022) e livros de autores da área do conhecimento. Para melhor entendimento, o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) foi criado em 2013 com o objetivo de proporcionar uma melhor compreensão sobre as estimativas de emissões de gases de efeito estufa no Brasil.

Segundo o SEEG (2022), a criação desse banco de dados e plataforma de consulta foi uma iniciativa do Observatório do Clima, uma rede de 78 entidades da sociedade civil brasileira. Este grupo visa analisar e discutir as mudanças climáticas no contexto brasileiro, com foco no aquecimento global.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022) emitiu um novo relatório que demonstra um cenário alarmante. Segundo o IPCC (2022), as emissões globais médias de gases de efeito estufa atingiram os níveis mais altos da história. Embora a taxa de crescimento tenha diminuído para 1,3% na década até 2019, comparada aos 2,1% da década anterior, os efeitos da degradação ambiental são irreversíveis.

O relatório anual da conferência da ONU no Egito, TNC Brasil (2021), traçou objetivos ambiciosos para o meio ambiente até 2030, alinhados com prioridades locais e globais, e baseados na ciência. Entre os muitos temas abordados, destaca-se a Amazônia, onde 76% do território está coberto por florestas, mas o estado do Pará registra um desmatamento histórico de 40% do bioma. Também foram estabelecidas metas para a Conservação da Base Comunitária no Tapajós, projetos para ampliação da restauração agroflorestal, mecanismos financeiros inovadores para o uso responsável dos recursos naturais, desenvolvimento sustentável, recuperação de paisagens degradadas e fomento ao mercado de carbono para expandir a restauração florestal.

3 COLETA DE DADOS

O projeto foi dividido em duas etapas. A primeira etapa incluiu uma abordagem bibliográfica descritiva com o objetivo de identificar os fatores relevantes do tema proposto. Para estruturar os indicadores e ações do modelo, foi realizada uma pesquisa sobre as causas e consequências das alterações climáticas decorrentes do efeito estufa. Segundo Gil (2002), a pesquisa é um procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas propostos. Ela é requerida quando não há informação suficiente para responder ao problema ou quando a informação disponível não pode ser adequadamente relacionada ao problema.

Na segunda etapa da pesquisa, utilizou-se o método quali-quantitativo, segundo Minayo e Sanches (1993), que se baseia na relação entre qualitativo e quantitativo, pautado na

complementaridade através da análise, tabulação e elaboração de indicadores qualitativos e quantitativos. Este método está focado na investigação de fatos verídicos, com base em dados precisos e opiniões fundamentadas, levando em conta aspectos relevantes dos estudiosos e doutrinadores.

Esta abordagem mista permite uma compreensão mais abrangente do problema, combinando a profundidade da análise qualitativa com a precisão dos dados quantitativos. Ao unir essas duas dimensões, o estudo busca oferecer uma visão completa e detalhada das alterações climáticas e suas implicações, contribuindo para um entendimento mais robusto e fundamentado do tema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das emissões de GEE geradas pelo setor energético nos municípios da sub-região Norte da RMSP revelou que, apesar do aumento do poder econômico impulsionado pelo crescimento populacional e pelo maior investimento em novos setores, as limitações quanto às emissões de gases não foram alteradas de maneira substancial, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1: Evolução e comparativo das emissões totais dos municípios da sub-região Norte da RMSP (2005 - 2019)



Fonte: Adaptado do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (2023)

Ao longo dos anos, a maioria dos municípios manteve certa estabilidade nas emissões, com a notável exceção de Caieiras, devido ao crescimento industrial e à construção do Aterro CTR Caieiras. Esse município demonstra que, embora o aumento industrial possa resultar em maiores emissões, as ações sustentáveis, como a obtenção de créditos de carbono, podem compensar parte desse impacto

ambiental. Os créditos de carbono representam uma oportunidade para equilibrar as emissões, permitindo a realização de projetos de sustentabilidade que contribuem para a mitigação das mudanças climáticas.

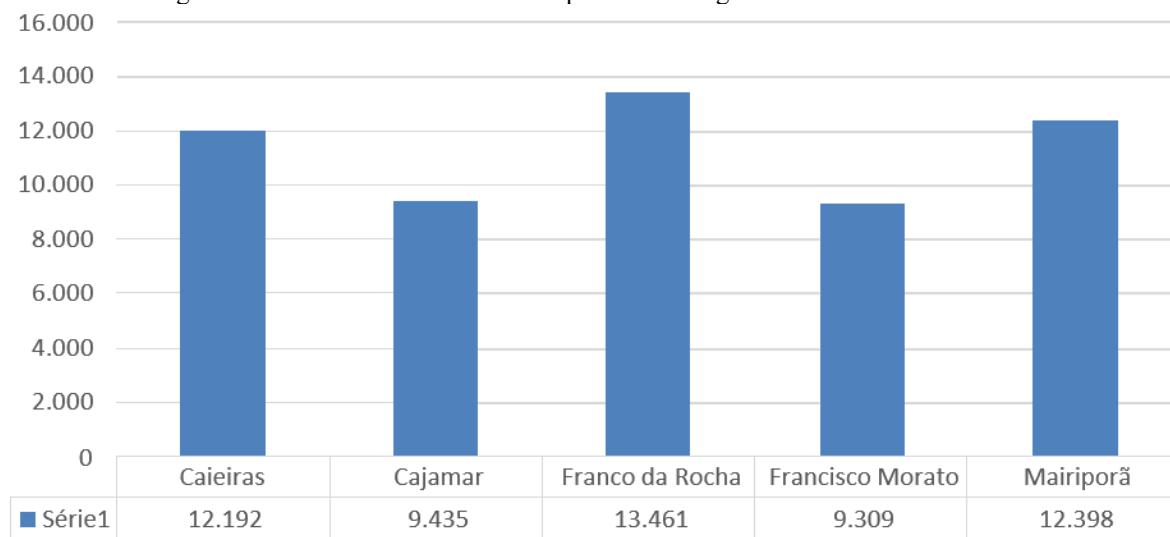
A observação de que Caieiras passou a receber créditos de carbono ao longo dos anos, em decorrência do aumento da atividade industrial e da construção do Aterro CTR Caieiras, levanta importantes questões relacionadas ao meio ambiente e ao papel das práticas sustentáveis nesse contexto. O aumento industrial é um fenômeno que frequentemente acompanha o desenvolvimento econômico de uma região. No entanto, ele também pode acarretar consequências negativas para o meio ambiente, como o aumento das emissões de gases de efeito estufa.

A construção do Aterro CTR Caieiras, embora possa ser vista como um avanço na gestão de resíduos, também gera preocupações ambientais. Os créditos de carbono representam uma tentativa de compensar parte dessas emissões, incentivando a redução das mesmas e o investimento em projetos de sustentabilidade. Nesse contexto, é essencial avaliar como esses créditos estão sendo utilizados no município de Caieiras. Eles podem ser direcionados para a implementação de medidas que reduzam as emissões industriais e melhorem a gestão dos resíduos no aterro, contribuindo para um desenvolvimento econômico mais sustentável.

Essa situação destaca a importância da conscientização da comunidade local sobre a necessidade de adotar práticas mais amigáveis ao meio ambiente. A colaboração de empresas, governos e cidadãos é fundamental para mitigar os impactos ambientais e construir um futuro mais sustentável para Caieiras. Portanto, a análise dos créditos de carbono recebidos pelo município deve ser acompanhada de ações concretas que visem à redução das emissões e à promoção da sustentabilidade em todas as esferas da sociedade.

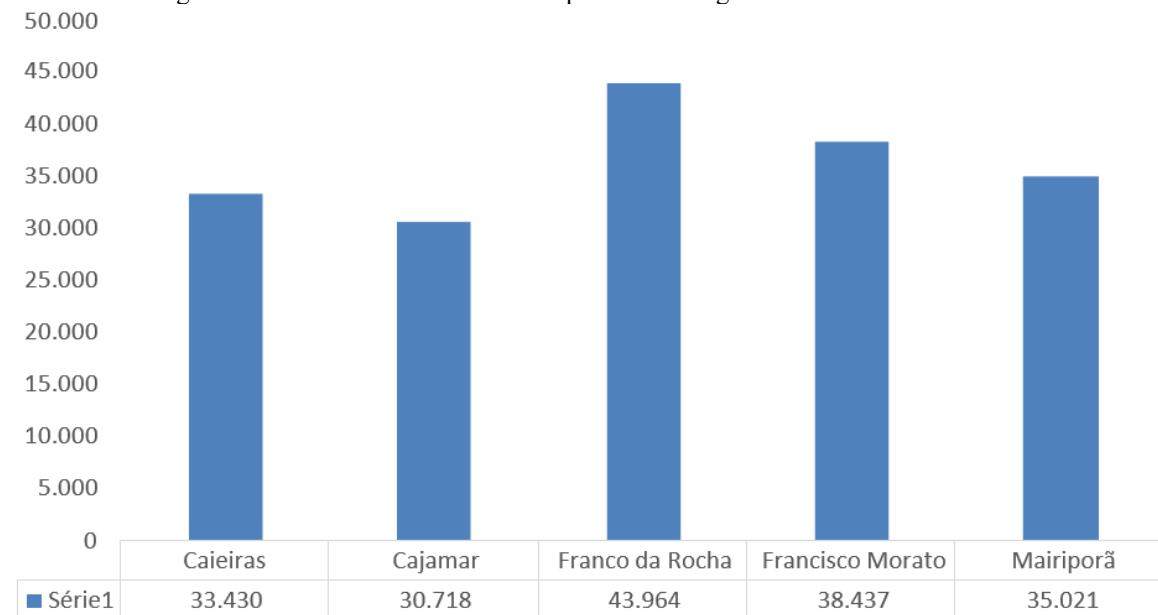
Um aspecto que contribui decisivamente para as emissões de GEE pelo setor energético é a frota de veículos. A evolução da frota de veículos dos cinco municípios da sub-região Norte da RMSP foi analisada, chegando aos resultados de 56.795 veículos em 2006 e 181.570 em 2019, representando um crescimento expressivo de 218,94%, mais do que triplicando a frota de veículos nesse período, conforme pode ser observado nas Figuras 2 e 3.

Figura 2: Frota de veículos nos municípios da sub-região Norte da RMSP em 2006



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023 (Adaptado).

Figura 3: Frota de veículos nos municípios da sub-região Norte da RMSP em 2019



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023 (Adaptado).

A evolução da frota de veículos nos cinco municípios da sub-região Norte da RMSP, de 56.795 em 2006 para 181.570 em 2019, conforme demonstrado nas Figuras 2 e 3, é um fenômeno que merece uma análise atenta, especialmente quando relacionado ao aumento das emissões de gases de efeito estufa na região. Nessa sub-região, Franco da Rocha se destaca como o município com a maior quantidade de veículos, refletindo um aumento expressivo no uso do automóvel como meio de locomoção.

O aumento na frota de veículos está intrinsecamente relacionado ao aumento das emissões de gases poluentes, contribuindo para a degradação da qualidade do ar e impactando negativamente o



meio ambiente. Isso é particularmente preocupante em áreas metropolitanas, onde o trânsito é intenso e as emissões provenientes dos veículos representam uma parcela significativa das emissões totais de gases de efeito estufa.

No entanto, vale ressaltar a exceção que é Caieiras, onde as emissões de carbono aumentaram devido ao crescimento industrial e à construção do Aterro CTR Caieiras. Esse município demonstra que, embora o aumento industrial possa resultar em emissões maiores, as ações sustentáveis, como a obtenção de créditos de carbono, podem compensar parte desse impacto ambiental. Os créditos de carbono representam uma oportunidade para equilibrar as emissões, permitindo a realização de projetos de sustentabilidade que contribuem para a mitigação das mudanças climáticas.

Essa análise evidencia a necessidade de medidas para controle das emissões provenientes do aumento da frota de veículos, como a promoção do transporte público eficiente e sustentável, além do estímulo ao uso de veículos menos poluentes. Além disso, destaca a importância de municípios como Caieiras que adotam práticas sustentáveis para contrabalançar os efeitos ambientais adversos do crescimento industrial, servindo como exemplo a ser seguido por outras localidades na busca por um desenvolvimento mais equilibrado e consciente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou as emissões de gases de efeito estufa (GEE) geradas pelo setor energético nos municípios da sub-região Norte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) ao longo de 15 anos. Observou-se que, apesar do crescimento econômico e populacional, as emissões de GEE mantiveram-se relativamente estáveis na maioria dos municípios, exceto em Caieiras, onde o crescimento industrial e a construção do Aterro CTR Caieiras resultaram em aumentos significativos.

A obtenção de créditos de carbono por Caieiras mostra que ações sustentáveis podem mitigar os impactos ambientais do desenvolvimento industrial. No entanto, é crucial que esses créditos sejam utilizados efetivamente para implementar medidas que reduzam as emissões e melhorem a gestão de resíduos, promovendo um desenvolvimento econômico sustentável.

A análise também destacou a necessidade de controle das emissões provenientes do aumento da frota de veículos. Medidas como a promoção do transporte público eficiente e sustentável e o incentivo ao uso de veículos menos poluentes são essenciais para reduzir as emissões de GEE.

Por fim, o estudo reforça a importância da colaboração entre empresas, governos e cidadãos na adoção de práticas sustentáveis. A experiência de Caieiras pode servir de exemplo para outras localidades, demonstrando que o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental é possível e necessário.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTI, C. V. (Org.). Desenvolvimento E Natureza: Estudos Para Uma Sociedade Sustentável. 7. ed. São Paulo, SP: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2014.

FOGAÇA; J. Efeito Estufa 2022. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/quimica-ambiental/efecto-estufa-aquecimento-global.htm> - Acesso em: 14 nov. 2022

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos De Pesquisa - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Desafios da mobilidade urbana no Brasil. 2019. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6664/1/td_2198.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2022.

LEITE, A. D. A energia do Brasil. Rio de Janeiro: 5 ed. - Nova Fronteira, 2011.

MINAYO, M. C. S. & SANCHES, O. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade? Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro, 9 (3): 239-262, jul/set, 1993.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade – 6ed. Brasília, 2016

SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. Disponível em <https://seeg.eco.br/>. Acesso 27 de novembro de 2022

RELATÓRIO ESPECIAL DO PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC) – Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. Acesso em: 27 de janeiro de 2023.

SCHAEFFER, R. Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil. Rio de Janeiro - ed. Nova Brasileira - 2008.

TNC Brasil na Conferência de Clima da ONU no Egito – 2021 - Relatório anual sobre o meio ambiente - Instituto de Conservação Ambiental – The Nature Conservancy do Brasil. parcerias entre a TNC no Brasil e outras entidades da organização na região da América Latina e globalmente. Acesso ao relatório em PDF em 14 de novembro de 2022.

