

RESUMO - MULTIDISCIPLINAR

ANÁLISE COMPARATIVA DAS ESTIMATIVAS DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO CICLO DE VIDA DA GERAÇÃO ELÉTRICA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.

Yasmim Queiroz Da Silva (yasmimqueiroz@ufrj.br)

Lucas Andrade Dos Santos (lucasandrade531@gmail.com)

Ednaldo Oliveira Dos Santos (edmeteoro@ufrj.br)

O presente estudo teve como objetivo principal quantificar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas à produção de energia elétrica no estado do Rio de Janeiro, por meio da aplicação da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Essa abordagem permite analisar os impactos ambientais ao longo de todas as fases de um sistema desde a extração de matérias-primas até a operação das usinas fornecendo uma estimativa mais precisa das emissões associadas a diferentes tecnologias de geração elétrica.

A pesquisa iniciou-se com uma revisão bibliográfica abrangente sobre ACV e emissões na geração de energia, seguida da coleta e sistematização de dados referentes aos processos de construção e operação de diferentes tipos de usinas em funcionamento ou planejadas no estado. Os dados utilizados incluíram inventários técnicos, visitas in loco, publicações científicas e informações oficiais do Balanço Energético Nacional (BEN). A análise foi realizada com o auxílio do software SIMAPRO, ferramenta consolidada

internacionalmente para estudos de ACV, adotando as normas ISO 14040 e 14044 como referência.

A matriz elétrica fluminense é majoritariamente composta por fontes não renováveis, principalmente termelétricas a gás natural, o que difere da média nacional brasileira, cuja matriz é fortemente baseada em fontes renováveis. A seleção das usinas analisadas contemplou aquelas responsáveis por pelo menos 75% da capacidade instalada em cada categoria tecnológica (hidrelétrica, solar, eólica, biomassa, termelétrica e nuclear), com foco na representatividade regional e nas particularidades biogeoclimáticas do estado.

Os resultados indicaram que as usinas termelétricas fósseis são as maiores emissoras de GEE, com destaque para a UTE GNA I ($7,42 \times 10^6$ Mt CO₂ eq), UTE Santa Cruz ($5,63 \times 10^6$ Mt) e UTE TermoRio ($5,95 \times 10^6$ Mt). Essas emissões são resultado da combustão intensiva de combustíveis fósseis, como gás natural e óleo combustível. Em contrapartida, as usinas nucleares Angra I e II apresentaram emissões muito menores, relacionadas às etapas de construção e ao ciclo do combustível nuclear, já que sua operação direta não gera CO₂.

As hidrelétricas analisadas demonstraram grande variação nas emissões, influenciadas principalmente pela área alagada dos reservatórios e pela decomposição da matéria orgânica. A UHE Funil apresentou as maiores emissões dentro desse grupo (537 Mt CO₂ eq), enquanto outras, como Fontes Nova e Nilo Peçanha, mostraram valores significativamente mais baixos.

Usinas de biomassa, como Canabrava e Nova Iguaçu, apresentaram emissões intermediárias, reflexo da queima de material vegetal. Apesar de serem consideradas fontes renováveis, suas emissões só são compensadas ambientalmente se houver reposição sustentável da biomassa.

As fontes solar e eólica registraram as menores emissões entre todas as tecnologias analisadas. As emissões associadas a essas fontes foram

atribuídas principalmente à fabricação, transporte e instalação dos equipamentos, não à operação direta. Isso reforça o potencial ambientalmente benéfico dessas tecnologias na transição para uma matriz mais limpa.

A análise revelou que os materiais utilizados nas fases de construção e operação das usinas, especialmente aço, concreto, areia, ferromanganês e placas fotovoltaicas, são os maiores responsáveis pela pegada de carbono total, com o dióxido de carbono de origem fóssil representando mais de 90% das emissões totais.

Dessa forma, o estudo evidenciou que a ACV é uma ferramenta eficaz e essencial para a tomada de decisões mais sustentáveis no setor energético. Ao oferecer uma visão comparativa clara entre as diferentes tecnologias de geração de energia, a pesquisa contribui para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas à redução de emissões e ao incentivo a fontes renováveis de menor impacto ambiental. O trabalho reforça a necessidade urgente de acelerar a transição energética no estado do Rio de Janeiro, priorizando fontes limpas, como a solar e a eólica, em alinhamento com os compromissos climáticos nacionais e internacionais.

Palavras-chave: acv; avaliação ciclo de vida; emissões gee; usinas; matriz elétrica.