

QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA AO LONGO DO CICLO DE VIDA NA GERAÇÃO DE ENERGIA HIDROELÉTRICA NO RIO DE JANEIRO

LUCAS ANDRADE DOS SANTOS¹, EDNALDO OLIVEIRA DOS SANTOS,
ISADORA MELO³

¹Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, Instituto de Tecnologia, UFRRJ, Seropédica - RJ, (21) 99003-3760, lucasandrade531@gmail.com.

² Professor, Departamento de Ciências Ambientais, Instituto de Florestas, UFRRJ, Seropédica - RJ, edmeteoro@ufrj.br.

³ Geóloga, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geoquímica Ambiental, UFF, Niterói- RJ, isa.mellojf@hotmail.com.

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: No Brasil, a matriz energética é predominantemente de origem hidrelétrica e renovável, sendo assim é de suma importância a quantificação precisa das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na produção de energia hidráulica. O processo das atividades de estruturação e desempenho ao longo de vida útil das respectivas usinas geram impactos ao meio ambiente, que necessitam de uma análise com maior precisão de suas causas a fim de reduzir problemas ambientais oriundos dessas atividades. Neste contexto, uma ferramenta bastante útil, no entanto ainda pouco usada, é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) neste tipo de fonte energética, através da determinação real das emissões de carbono para uma maior certeza na tomada de decisão. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi utilizar o método da ACV para mensurar as emissões de GEE liberadas durante a vida útil no período de 100 anos das usinas hidrelétricas no estado do Rio Janeiro. A metodologia utilizada contou com (1) coleta de dados e informações relacionados aos produtos e processos ligados a construção e operação das usinas em termos de geração de energia (desde a etapa de execução das obras civis, montagem de equipamentos, consumo de insumos na construção até a operação - essenciais para o Inventário do Ciclo de Vida - ICV) distribuídos nos empreendimentos mais representativos de produção de energia no Estado, e (2) avaliação do ciclo de vida da produção de energia advinda desta fonte, com base na ACV utilizando o software comercial SimaPro. Os resultados mostraram que de forma geral as maiores contribuições na construção e operação das usinas hidrelétricas seriam aço, concreto e areia, refletindo também nas maiores emissões de GEE, onde o principal responsável foi o CO₂ fóssil. Ao se utilizar da ACV como ferramenta, permitiu-se obter de forma bem ampla e rápida as emissões da produção de energia avaliando as emissões de GEE em todo o ciclo de vida das usinas avaliadas com maior representatividade e mais precisas, fundamental em estudos comparativos desta natureza. Portanto, foi possível reduzir tempo e custo das análises das emissões de GEE ao longo de todo o ciclo de vida, ao mesmo tempo que se pôde aumentar a representatividade dos resultados de ACV das usinas hidrelétricas, trazendo ganhos efetivos, essenciais para lastrear a tomada de decisões de forma ambientalmente apropriada, dando-se o peso adequado às peculiaridades das usinas deste tipo em operação no estado do Rio de Janeiro.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação do ciclo de vida, emissões GEE, hidroeletricidade.

QUANTIFICATION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS DURING THE LIFE CYCLE IN HYDROELECTRIC ENERGY GENERATION AT RIO DE JANEIRO

ABSTRACT: In Brazil, the energy matrix is predominantly of hydroelectric and renewable origin, so it is of paramount importance to accurately quantify Greenhouse Gas (GHG) emissions in the production of hydraulic energy. The process of structuring and performance activities throughout the useful life of the respective plants generate impacts on the environment, which require a more precise analysis of their causes in order to reduce environmental problems arising from these activities. In this context, a very useful tool, although still little used, is the Life Cycle Assessment (LCA) in this type of energy source, through the actual determination of carbon emissions for greater certainty in decision making. Thus, the objective of the present work was to use the LCA method to measure the GHG emissions released during the 100-year useful life of hydroelectric plants in the state of Rio Janeiro. The methodology used included (1) collection of data and information related to products and processes related to the construction and operation of plants in terms of energy generation (from the stage of execution of civil works, assembly of equipment, consumption of inputs in construction to operation - essential for the Life Cycle Inventory - ICV) distributed in the most representative energy production projects in the State, and (2) evaluation of the life cycle of energy production from this source, based on the LCA using the SimaPro commercial software. The results showed that, in general, the greatest contributions in the construction and operation of hydroelectric plants would be steel, concrete and sand, also reflecting in the higher GHG emissions, where the main culprit was fossil CO₂. By using LCA as a tool, it was possible to obtain, in a very broad and fast way, the emissions of energy production, evaluating GHG emissions throughout the life cycle of the plants evaluated with greater representativeness and more accurate, fundamental in comparative studies of this nature. Therefore, it was possible to reduce the time and cost of the analysis of GHG emissions throughout the life cycle, while it was possible to increase the representativeness of the results of LCA of hydroelectric plants, bringing effective gains, essential to support the taking of decisions in an environmentally appropriate manner, giving adequate weight to the peculiarities of plants of this type operating in the state of Rio de Janeiro.

KEYWORDS: Life cycle assessment, GHG emissions, hydroelectricity.

INTRODUÇÃO

No ano de 2015, o Brasil apresentou à sua Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC, sigla em Inglês) ao Acordo de Paris, no qual trata-se de promover a redução de constituintes gasosos, naturais ou antrópicos, que podem emitir gases estufas em suas diversas fontes, e ratificou com uma meta vinculante de redução de emissões de GEE em 37% para 2025 e um compromisso indicativo em 43 % para 2030 (BRASIL, 2015). Deste compromisso, devem ser implementadas ações que almejem reduzir entre 1.168 milhões e 1.259 milhões de tCO_{2eq} do total de emissões estimadas (DECRETO 7.390/2010), e tais ações englobam a expansão da oferta de energia a partir fontes alternativas renováveis, notadamente centrais eólicas, usinas solares, pequenas centrais hidrelétricas (PCH), bioeletricidade, biocombustíveis e incremento da eficiência energética. Assim, se torna importante ter uma análise mais precisa das emissões de carbono de fontes renováveis, especialmente de fonte hidráulica, que condiz com os compromissos legais e também internacionais voluntários assumidos pelo Brasil.

Uma forma que tem se mostrado bastante eficiente para avaliar aspectos inerentes ao sistema energético é a aplicação do método de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que se trata de uma ferramenta que considera todo o ciclo de vida da produção de energia (ABNT, 2009).

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar as emissões de GEE das usinas hidrelétricas de produção de energia em todo o ciclo para que possam com isso ter valores mais representativos e precisos, além de servir de base nas tomadas de decisões.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de abrangência deste trabalho compreendeu os empreendimentos de usinas hidrelétricas (UHE) em operação no estado do Rio de Janeiro de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Na primeira etapa foi realizada uma revisão das principais atividades ligadas à produção de energia hidrelétrica, compreendendo desde a construção, passando pela operação e indo até o descomissionamento da usina (fronteira do sistema de ACV). Foi feito também um levantamento de todas as UHE em operação no estado do Rio de Janeiro; conforme dados da ANEEL (ANEEL, 2020), há no estado do Rio de Janeiro 7 UHE em operação, com potências, tamanhos e características diferentes. Sendo assim, estabeleceu-se que se avaliaria usinas hidrelétrica com potência instalada superior a 100 MW. A partir do pressuposto acima, selecionou-se 4 (quatro) empreendimentos hidroelétricos para estudos de ACV, a qual representam 75% na de toda a potência instalada das UHE no Rio de Janeiro. Na Tabela 1 estão apresentados alguns dados e informações técnicas gerais de usinas que foram avaliadas.

TABELA 1. Dados e informações técnicas gerais de Usinas Hidrelétricas (UHE) em estudos nesta pesquisa.

UHE	Potência (MW)	Área Alagada (km ²)	Volume (Milhões m ³)	Ano de Operação
Fontes Novas	131,98	30	459	1940
Funil	216,00	40	890	1970
Nilo Peçanha	380,03	1	57	1953
Simplício/Anta	305,70	16	114,2	2013

Outra etapa importante para a execução do trabalho tratou-se da coleta de dados e informações principalmente sobre os materiais e energia usados na construção e operação, obtidos de vários documentos técnicos, acadêmicos e científicos (relatórios, artigos, teses, dissertações, entre outros). Esta foi uma fase importante para a análise do inventário de vida (ICV), e também para determinar os processos e as emissões de GEE ao longo do ciclo de vida da produção de energia hidrelétrica. A categoria de impacto escolhida foi o método IPCC (2013) 100 anos. O período de 100 anos é a base utilizada pelo Protocolo de Kyoto, por isso tem uma ampla aceitação e é mais recomendado. Como todo esse processo envolve uma série de etapas importantes que devem ser cumpridas (levantamento de dados de fluxo de matéria e energia ao longo do ciclo de vida, correção desses dados, impactos ambientais associados, entre outros), e que demanda uma grande quantidade de informações, e de cálculos, por isso para realização da ACV foi usada uma ferramenta computacional. Assim, a etapa seguinte foi a quantificação das emissões de GEE das UHE selecionadas nesta pesquisa aplicando o software comercial de ACV SIMAPRO, que facilitou e tornou mais eficiente e preciso os cálculos das emissões de GEE na produção de energia oriunda de fonte hidráulica, e por fim foram feitas as respectivas análises acerca dessas emissões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos resultados obtidos (Figura 1), pode-se observar que a UHE que teve a maior emissão de carbono entre os empreendimentos já avaliados foi Funil (553 Mt CO₂ eq.), enquanto as demais vieram com valores muito menores: Simplício (0,3 Mt CO₂ eq.), Nilo Peçanha (0,036 Mt CO₂ eq.) e Fontes Nova (0,0072 Mt CO₂ eq.), respectivamente. Essa

elevada emissão de Funil estaria relacionada diretamente com os materiais utilizados durante a fase de construção dessa UHE, isso porque os materiais de maiores impactos foram o aço e ferromanganês e nas outras teve o predomínio de concreto e areia em sua composição. Quando se avalia as emissões de GEE, ficou evidente que o dióxido de carbono (CO₂) fóssil foi a substância que teve o maior impacto com cerca de 90% das emissões totais avaliadas, em um cenário de 100 anos.

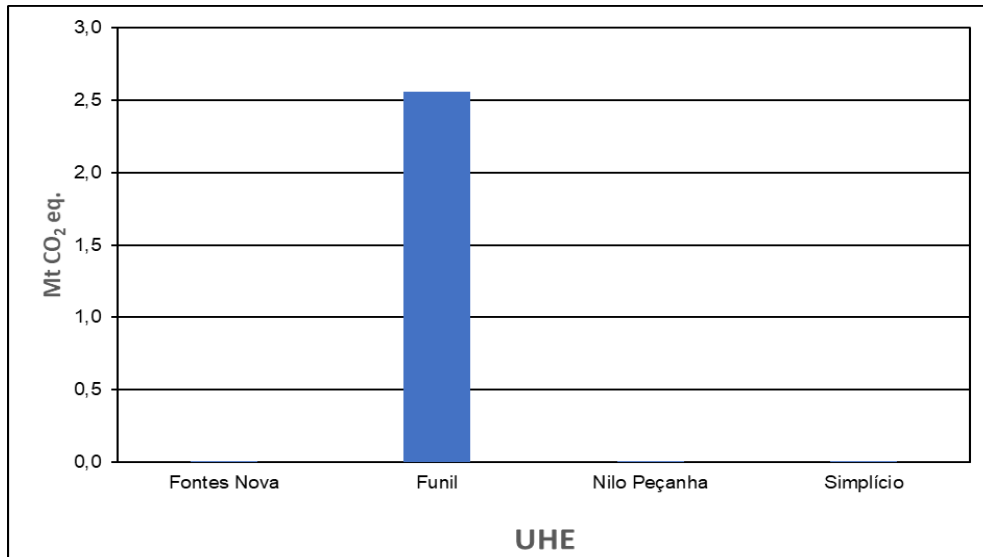


Figura 1: Resultados das emissões de CO₂eq ao longo do ciclo de vida de construção e operação das UHE estudadas.

CONCLUSÕES: O uso do software vem obtendo êxito na análise do ciclo de vida, tendo em vista que proporciona maior conhecimento sobre os impactos de emissões nas etapas de produção e operação de empreendimentos renováveis no Rio de Janeiro, sendo um trabalho que estamos pluralizando seus estudos para os demais tipos existentes de fontes renováveis (eólica, solar, biomassa, entre outras).

AGRADECIMENTOS:

Ao Laboratório de Modelagem Ambiental e Atmosférica - LMAA/DCA/IF/UFRRJ pelo apoio necessário para o desenvolvimento desta pesquisa, e, também, ao PIBIC/UFRRJ-CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009. NBR ISO 14040: Gestão Ambiental - Avaliação de Ciclo de Vida - Princípios e Estrutura. Rio de Janeiro/RJ.
- BRASIL, 2015. Fundamentos para a elaboração da Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) do Brasil no contexto do Acordo de Paris sob a UNFCCC.
- IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2013. IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Edenhofer et al. (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 1075 p.
- ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020. Capacidade de Geração de Energia no Brasil. ANEEL, Banco de Informação de Geração. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em 03/04/2020.