



AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS POR TERMELÉTRICAS A GÁS NATURAL PARA A REGIÃO SUDESTE DO BRASIL NO ANO DE 2020

Pedro Ferreira Lage¹
Aline Sarmento Procópio²

Poluição Atmosférica

Resumo

O crescimento populacional, o aumento da renda e a expansão das cidades elevaram a demanda pelo uso de energia no Brasil. Para suprir tal necessidade nacional, as usinas termelétricas a gás natural passam a ser requisitadas, emitindo poluentes atmosféricos danosos à qualidade do ar, como gases de efeito estufa, óxidos de enxofre e de nitrogênio e materiais particulados. Este estudo tem por objetivo avaliar as emissões mensais desses gases poluentes, para o ano de 2020, pelas termelétricas Norte Fluminense (RJ), Baixada Fluminense (RJ), Mário Lago (RJ), Barbosa Lima Sobrinho (RJ), Leonel Brizola (RJ), Juiz de Fora (MG), Aureliano Chaves (MG), Fernando Gasparian (SP) e Euzébio Rocha (SP) da região sudeste, que é a mais populosa e industrializada do país. Essa pesquisa fez uso de três conjuntos de dados: o mapeamento das usinas termelétricas a gás natural em estudo, os despachos térmicos mensais destas usinas em 2020 e o fator de emissão de cada poluente atmosférico em análise. Os resultados sinalizam a associação direta dos despachos das usinas com a redução dos índices pluviométricos e com a poluição atmosférica, que contribui para a deterioração da qualidade do ar, bem como prejuízos à saúde humana, à flora e à fauna. A avaliação dos despachos pelas usinas termelétricas a gás natural mostrou-se, portanto, uma ferramenta fundamental para a elaboração de inventários de poluição atmosférica, corroborando a relevância do estudo das mudanças climáticas.

Palavras-chave: Despacho térmico; Fatores de emissão; Qualidade do ar; Mudanças climáticas.

¹Aluno do Curso de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, bolsista de Iniciação Científica – BIC, Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento Engenharia Sanitária e Ambiental, pedro.lage@engenharia.ufjf.br

²Prof. Dr. Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Juiz de Fora - Departamento Engenharia Sanitária e Ambiental, aline.procopio@ufjf.edu.br



INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, o aumento da renda per capita e a expansão das cidades têm ocasionado uma elevação gradativa no uso de produtos e serviços essenciais à população. Dentre eles, destaca-se o aumento da demanda pelo uso de energia (SAATH e FACHINELLO, 2018). De acordo com os dados fornecidos pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), tem havido uma expansão contínua na geração de energia elétrica no Brasil. Em 2001, a oferta energética foi de 326.209 GWh e, em 2020, atingiu 584.411 GWh (ONS, 2021). Isso representou um aumento de 79% na oferta energética no país nas primeiras décadas do século XXI, elevando, portanto, a geração de energia em cerca de 258.000 GWh. Essa necessidade de aumento na oferta ocasionou alterações na produção nacional, algo que tange as inúmeras fontes energéticas (EPE, 2017).

Nesse contexto, destaca-se a região sudeste do Brasil, onde se localizam algumas das principais termelétricas nacionais (ONS, 2021). Dentre elas, as usinas Baixada Fluminense (RJ), Norte Fluminense (RJ), Mário Lago (RJ), Barbosa Lima Sobrinho (RJ), Leonel Brizola (RJ), Juiz de Fora (MG), Aureliano Chaves (MG), Fernando Gasparian (SP) e Euzébio Rocha (SP) são responsáveis por, aproximadamente, 85% do despacho térmico da região (ONS, 2021), que é a mais industrializada e populosa do país (IBGE, 2010). Desse modo, os estudos destas usinas apresentam algumas das principais mudanças no setor energético de todo território nacional.

As usinas termelétricas a gás natural emitem gases de efeito estufa, óxidos de nitrogênio e de enxofre, bem como materiais particulados, danosos à qualidade do ar (CETESB, 2021). Desse modo, o estudo dessas emissões torna-se primordial para a compreensão dos impactos gerados à atmosfera e ao meio ambiente. Objetiva-se, com esse trabalho, avaliar as emissões mensais de gases de efeito estufa (dióxido de carbono - CO₂, óxido nitroso - N₂O e metano - CH₄), óxidos de enxofre (SO_x), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e material particulado (MP) pelas principais usinas termelétricas a gás natural da região sudeste do Brasil no ano de 2020.

METODOLOGIA

Para a elaboração do inventário de emissões de CO₂, CH₄, N₂O, SO_x, CO, NO_x e MP, foram necessários o levantamento de três grandes conjuntos de dados: o mapeamento das usinas termelétricas a gás natural no sudeste brasileiro (ONS, 2021), a quantificação dos despachos térmicos mensais destas usinas em 2020 (ONS, 2021) e o fator de emissão de cada poluente atmosférico (USEPA, 2018). A metodologia da *United States Environmental Protection Agency* (USEPA, 2018), referência mundial da área ambiental, estabelece que os fatores de emissão de cada poluente atmosférico dependem tanto do processo de combustão para geração de energia nas usinas, quanto da tecnologia de geração utilizada, que determina se os ciclos térmicos são simples ou combinados (XAVIER, 2004). Ademais, destaca-se a análise de possíveis sistemas de controle, como o *dry low* e a injeção de água, que reduziriam a emissão de determinado poluente no processo da combustão (USEPA, 2018). Desse modo, a quantificação das emissões é dada pela Equação 1 (USEPA, 2018):

$$E_{ij} = (E_{Gi} * f * E_{Fj}) / e_i * (1 - (E_{Rj}/100)), \quad (\text{Eq. 1})$$

sendo: E_{ij} = Emissões de determinado poluente (j) para determinada usina (i) [t];

E_{Gi} = Energia gerada em determinada usina (i) [MWh];

e_i = Eficiência térmica de cada usina em função do tipo de geração (i) [%];

f = Constante de conversão de MWh para TJ [TJ/MWh];

E_{Fj} = Fator de emissão de determinado poluente (j) [t/TJ];

E_{Rj} = Eficiência do sistema de controle para determinado poluente (j) [%].

A eficiência térmica assumida para usinas de ciclo simples foi de 36%, e para usinas de ciclo combinado, 54% (XAVIER, 2004). Os fatores de emissão (em t/TJ) dos poluentes utilizados foram (USEPA, 2018): CO₂ = 47,3365; CH₄ = 0,0037; N₂O = 0,0013; NO_{x(INJ. DE ÁGUA)} = 0,0559; NO_{x(DRY LOW)} = 0,0426; SO_x = 0,0015; MP₁₀ = 0,0028; CO_(INJ. DE ÁGUA) = 0,0129; CO_(DRY LOW) = 0,0065. Observa-se que CO₂, N₂O, CH₄, SO_x e MP₁₀ não possuem controle, enquanto que, para NO_x e CO, as formas de controle já são ponderadas no cálculo do fator



de emissão utilizado, não estando presentes novamente no fator ERj da Equação 1 (COELHO, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emissão de poluentes atmosféricos pelas usinas termelétricas a gás natural em estudo da região sudeste está representada na Figura 1. Observa-se, como esperado, que o aumento do despacho implica em uma maior emissão de poluentes atmosféricos. No ano de 2020, estas usinas emitiram, aproximadamente, 4,9 Mt de CO₂, 381 t de CH₄, 133 t de N₂O, 4,4 Kt de NO_x com sistema *dry low* e 5,6 Kt de CO com controle por injeção de água, 150 t de SO_x, 293 t de MP₁₀, 666 t de CO com sistema *dry low* e 1,3 Kt de CO com controle por injeção de água.

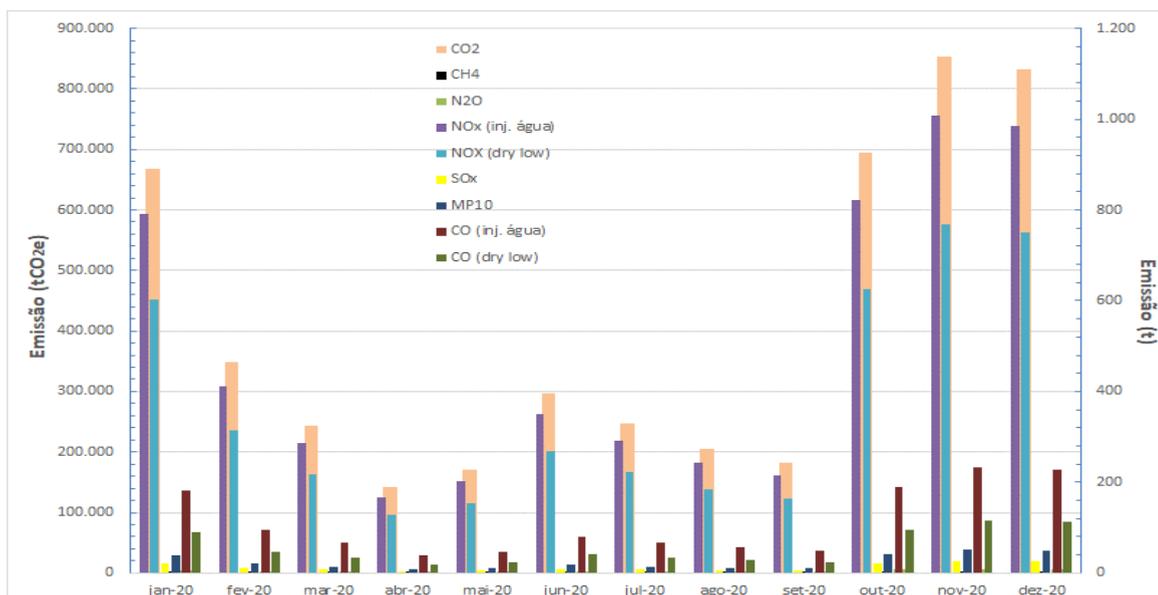


Figura 1: Quantificações, no eixo principal, das emissões dos GEE (CO₂, CH₄ e N₂O) em toneladas de CO₂ equivalente, e, no eixo secundário, dos demais poluentes (em toneladas) emitidos pelas usinas térmicas a gás natural em estudo no sudeste do país.

Além dos impactos ambientais causados por essas emissões, os gases SO_x, CO, NO_x e material particulado também são associados a consequências diretas e indiretas da deterioração da qualidade atmosférica, podendo tornar o ar ofensivo à saúde humana, à fauna e à flora (CETESB, 2021).

Ressalta-se que o despacho por termelétricas aumentou no último quadrimestre de

2020 em virtude, principalmente, da redução dos índices médios de precipitação do segundo semestre do ano (CPTEC, 2021), tornando-se necessário o auxílio às usinas hidrelétricas no suprimento da demanda energética da região sudeste (EPE, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação dos despachos das usinas térmicas da região sudeste mostra-se, portanto, fundamental para a elaboração de inventários em temáticas que tangem as mudanças climáticas, assim como para a elaboração de planos de controle da poluição atmosférica. Desse modo, corrobora-se para reduzir as emissões de poluentes e as possíveis consequências na saúde da população e no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). **Poluentes**. São Paulo. 2021. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>>. Acesso em: 16 fev. 2021.
- COELHO, Silas de Oliveira. **Avaliação das Emissões Atmosféricas das Principais Termelétricas Brasileiras a Gás Natural – Ano Base 2013**. 2014. 115 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.
- CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Síntese Sinótica**. 2021. Disponível em: <<https://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/130874>>. Acesso em: 24 jun. 2021.
- EPE (Empresa de Pesquisa Energética). **Projeção de Demanda Elétrica**. Ministério de Minas e Energia. 2017. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245>>. Acesso em: 16 mar. 2020.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo**. 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=3&idnoticia=1766&t=censo-2010>>. Acesso em: 10 maio 2020.
- ONS (Operador Nacional do Sistema Energético). **Geração de Energia**. Ministério de Minas e Energia. 2021. Disponível em: <http://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/geracao_energia.aspx>. Acesso em: 10 abr. 2021.
- SAATH, Kleverton Clovis de Oliveira; FACHINELLO, Arlei Luiz. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [S.L.], v. 56, n. 2, p. 195-212, jun. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency). **Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories**. 2018. Disponível em: <<https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-04/documents/ghg-emission-factors-hub.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2020.
- XAVIER, Edna Elias. **Termelétricidade no Brasil – Proposta Metodológica para Inventário das Emissões Aéreas e sua Aplicação para o Caso do CO₂**. 2004. 335 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências em Planejamento Energético, Coppe, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.