

AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DA ÁGUA AMOSTRADA COM GASES ORIUNDOS DA QUEIMA DE MISTURAS DE DIESEL S10 COM ETANOL 1G, ETANOL 2G E HVO UTILIZANDO *Daphnia similis*

Clara Rodrigues Pereira; Adriano Carvalho Simões Guimarães²; Eliete Costa Alves²; Edna dos Santos Almeida²; Lilian Lefol Nani Guarieiro²

¹ Doutoranda em Gestão e Tecnologia Industrial; Pesquisa FAPESB; clara.r.pereira@gmail.com

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; lilian.guarieiro@fieb.org.br

RESUMO

Este estudo buscou avaliar a toxicidade da água amostrada com gases oriundos da queima de diferentes misturas de combustíveis (Diesel S10 Puro, diesel S10 com 10% de etanol 1G; diesel S10 com 10% de etanol 2G; diesel S10 com 10% de HVO), utilizando a *Daphnia similis* como organismo teste, num um motor ciclo diesel montado sob um dinamômetro estacionário. Desta forma, foi adicionado ao sistema de coleta, dois borbulhadores em série contendo a solução de cultivo das daphnias, a qual foi borbulhada com gases de exaustão. A exposição dos organismos ao meio amostrado foi avaliada através de ensaios agudos com duração de 48 horas. Os resultados mostraram uma menor mortalidade com a adição de etanol 1G e 2G ao diesel, comparando com o S10 puro, mostrando uma redução na toxicidade. Entretanto, os resultados chamaram atenção quando adicionado HVO ao diesel S10, uma vez que, apresentou 100% de mortalidade dos organismos.

PALAVRAS-CHAVE: Combustíveis; *Daphnia similis*; toxicidade.

1. INTRODUÇÃO

A queima de motores de combustão interna pode estar gerando compostos que podem ser cancerígenos e mutagênicos, como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA's) e seus derivados nitrogenados e oxigenados. Neste contexto, os HPAs podem ser formados a partir da combustão incompleta de combustíveis, como os derivados de petróleo e de produtos refinados de forma que, a soma total da concentração individual de cada HPA fornece o valor do HPA total¹. Além disso, essas substâncias têm a capacidade de se acumular nos sedimentos, nos organismos aquáticos e na coluna de água, em baixa concentração e desta forma, podem formar derivados como oxi-HPA e nitro-HPA².

Desta forma, combustíveis alternativos como o gás natural, hidrogênio, etanol, butanol, éter dimetílico e biocombustíveis, são considerados como possíveis substituintes, uma vez que, podem promover uma melhor eficácia na sua combustão, desempenho e emissões³. Assim, dentre estas alternativas, combustíveis como o biodiesel e o bioetanol vêm chamando atenção, por serem oriundos de biomassa como cana-de-açúcar, milho, açúcar beterraba, milho, apresentando resultados significativos quando se trata da performance do motor, além de impactar positivamente tanto no meio ambiente, como na economia circular de base biológica^{4,5}. Neste contexto, o óleo vegetal hidrotratado (HVO) vem se tornando um biocombustível promissor de carbono neutro, uma vez que, pode substituir parcial ou totalmente o óleo diesel petroquímico, além do etanol que possui alta octanagem compatível com a maioria dos motores de combustão interna e é considerado um aditivo de benefícios de alta fração de oxigênio e preço baixo^{6,7}.

Diante disso, considerando as diversas fontes antropogênicas, um dos cenários que promovem a alta incidência de poluentes oriundas da queima de combustíveis é o transporte marítimo, uma vez que, contribuem para a poluição do ar⁸. Desta forma, existem tecnologias, como lavador de gases (depurador úmido) que podem ser conectadas a um motor de navio com o intuito de reduzir o teor de emissão de poluentes⁸. Neste contexto, metodologias para análise de toxicidade da implementação de métodos desta natureza, como mencionado anteriormente, podem ser consideradas para avaliação deste meio aquoso ou efluente, resultante deste processo. Dentre os ensaios de toxicidade, aecotoxicidade aguda se destaca, uma vez que, daphnias são os principais bioindicadores utilizados para avaliar a toxicologia da qualidade da água, de forma que, possuem espécies, como a *Daphnia similis* (*D. similis*) que podem ser encontradas tanto no mar quanto em água doce e são constantemente aplicados em ensaios de ecotoxicidade⁹. Assim, diante das informações apresentadas, este estudo apresenta como objetivo avaliar a toxicidade da água amostrada com gases oriundos da queima de diferentes misturas de combustíveis, utilizando a *Daphnia similis*.

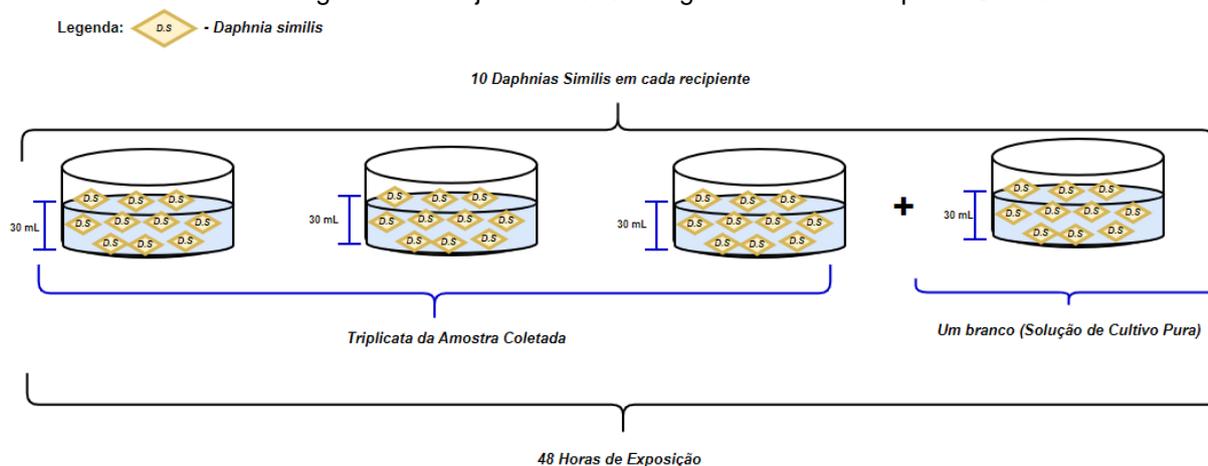
2. METODOLOGIA

Esta etapa utilizou um motor ciclo diesel com rotação fixa de 1500rpm (4 cilindros, potência contínua 82CV, 66KVA, potência intermitente 90CV, 73KVA e aspiração turbo) montado sob um dinamômetro

estacionário (AVL com capacidade de absorver até 240 kW). É preciso frisar, que os experimentos realizados neste motor ciclo a diesel geraram resultados em nível de bancada. Os combustíveis utilizados para este experimento consistiram nas seguintes misturas: Diesel S10 Puro; diesel S10 com 10% de etanol 1G (S10E1G); diesel S10 com 10% de etanol 2G (S10E2G); diesel S10 com 10% de HVO (S10HVO). O sistema foi composto por dois borbulhadores em série (Impingers), adaptados da norma NBR 12026, que consiste na padronização da coleta de compostos carbonílicos oriundos do gás de escapamento emitidos por automóveis, considerando um cenário de um dinamômetro que simula o uso de veículo no trânsito urbano¹⁰. Desta forma, este sistema foi conectado à saída de exaustão, com o intuito de borbulhar os gases oriundos da queima incompleta das misturas de combustíveis mencionadas anteriormente, na solução de cultivo das *Daphnias similis*, a qual 100mL desta solução foi inserida nos impingers num intervalo de 1 minuto por coleta, com uma vazão de trabalho de 1,5 L/min.

Após a coleta das amostras foi realizado um ensaio de ecotoxicidade aguda onde as daphnias foram expostas a 30 mL da água amostrada, num período de 48 horas conforme descrito na figura 1.

Figura 1. Planejamento ensaio agudo utilizando Daphnia Similis



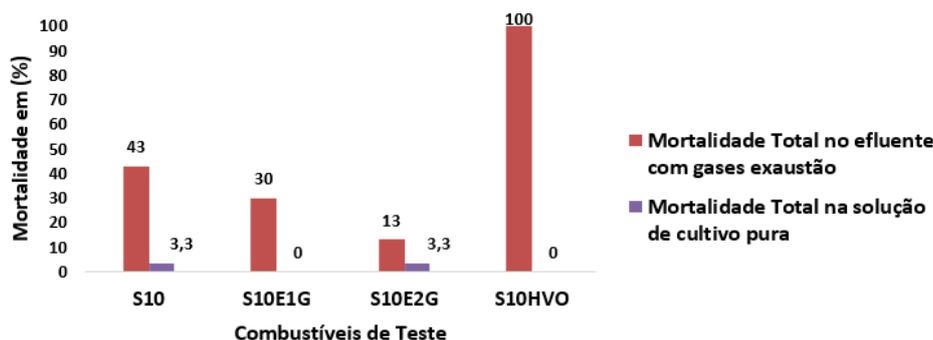
Desta forma, este ensaio teve o intuito de analisar o comportamento destes organismos, seja mortalidade ou imobilidade, quando expostos a um meio contendo compostos orgânicos oriundos da queima de diferentes combustíveis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização dos ensaios agudos, onde 10 *D. similis* (por réplica) foram expostas por 48 horas a 30 mL da amostra coletada, considerando uma triplicata por amostra, além da solução de cultivo pura contendo 10 *D. similis* em meio de cultura puro. Nas primeiras 24 horas, somente a mistura contendo o efluente com gases de exaustão do S10HVO apresentou mortalidade total, as outras misturas não apresentaram nenhuma mortalidade.

Além disso, os resultados (Figura 2) mostraram um aumento na mortalidade quando analisado a solução de cultivo com gases de exaustão de S10 puro, considerando que com a adição de etanol 1G ao diesel, houve uma redução de 43% para 30% de daphnias mortas, da mesma forma que para a mistura de diesel S10 com Etanol 2G houve uma redução ainda maior na mortalidade em relação ao diesel puro (13% de daphnias mortas). Isso mostrou que a adição de etanol 2G promove uma redução na toxicidade levando em consideração a mistura de um combustível comercial com um combustível renovável de 1ª e 2ª geração. Porém, é preciso mencionar, que o cenário apresentado não ocorreu quando comparado o meio de cultivo com gases de exaustão de diesel S10 puro, com o efluente com gases de exaustão do S10HVO, uma vez que, em 24 horas de ensaio foi detectado uma mortalidade de 100%.

Figura 2. Viabilidade dos organismos após ensaio agudo com diferentes misturas de combustíveis.



O resultado obtido neste trabalho pode estar associado ao fato que a mistura de diesel S10HVO pode apresentar uma maior concentração de compostos orgânicos como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e seus derivados nitrogenados, oxigenados e desta forma, sinalizando que a adição de etanol de 1ª e 2ª geração ao diesel puro pode promover a redução da concentração destes compostos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados apresentados foi possível observar uma diferença de toxicidade quando combustíveis renováveis são adicionados ao diesel S10. Desta forma, através de ensaios de toxicidade aguda utilizando *D. similis* foi avaliado que as misturas contendo etanol 1G e 2G apresentaram uma redução de toxicidade em comparação ao diesel S10 puro, onde da adição destes combustíveis renováveis ao diesel traz contribuição significativas neste contexto.

Entretanto, a adição de HVO ao diesel puro não mostrou resultados favoráveis, uma vez que, houve uma mortalidade de 100% dos organismos expostos a esta amostra, chamando atenção que a emissão de combustíveis contendo o HVO podem apresentar maior concentração de compostos orgânicos, deixando como sugestão de trabalhos futuros, a análise dessas amostras de meio de cultivo em contato com gases de exaustão oriundos da queima dos combustíveis estudados, para justificar os resultados obtidos pelo ensaio agudo.

5. REFERÊNCIAS

- ¹KOSLOWSKI, Luciano Andre Deitos et al. Assessment of the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons and acute toxicity using diesel/butanol in a wet discharge pilot system for river boats. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 8, n. 2, p. 103532, 2020.
- ²DROTIKOVA, Tatiana et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and oxy-and nitro-PAHs in ambient air of the Arctic town Longyearbyen, Svalbard. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 20, n. 16, p. 9997-10014, 2020.
- ³XU, Zhengxin et al. Spray combustion and soot formation characteristics of the acetone-butanol-ethanol/diesel blends under diesel engine-relevant conditions. **Fuel**, v. 280, p. 118483, 2020.
- ⁴SANTHOSH, N. et al. Poultry fat biodiesel as a fuel substitute in diesel-ethanol blends for DI-CI engine: Experimental, modeling and optimization. **Energy**, p. 126826, 2023.
- ⁵AHMAD, Saad et al. Experimental study of castor biodiesel ternary blends with ethanol, butanol, diethyl ether and dibutyl ether in a diesel engine. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 148, n. 3, p. 927-941, 2023.
- ⁶ARIAS, Silvana; MOLINA, Francisco; AGUDELO, John R. Palm oil biodiesel: An assessment of PAH emissions, oxidative potential and ecotoxicity of particulate matter. **Journal of Environmental Sciences**, v. 101, p. 326-338, 2021
- ⁷TAMILVANAN, Ayyasamy et al. Effect of diethyl ether and ethanol as an oxygenated additive on Calophyllum inophyllum biodiesel in CI engine. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, p. 33880-33898, 2021.
- ⁸JEONG, Seongho et al. Aerosol emissions from a marine diesel engine running on different fuels and effects of exhaust gas cleaning measures. **Environmental Pollution**, v. 316, p. 120526, 2023.
- ⁹ARAUJO, G. S. et al. Toxicity of lead and mancozeb differs in two monophyletic Daphnia species. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 178, p. 230-238, 2019.
- ¹⁰ABNT NBR 12026. Veículos rodoviários automotores leves – Determinação de aldeídos e cetonas contidos no gás de escapamento, por cromatografia líquida. **Brazilian Association of Technique Standards**. ABNT, 2009.