

## **X-024 - ESTUDO DA RELAÇÃO DE EMISSÃO DE MONÓXIDO DE CARBONO E TURBIDEZ EM ÁGUA DE ABSORÇÃO A PARTIR DA COMBUSTÃO DE BLENDA DE DIESEL E BUTANOL**

**Lana Taíse Peschel<sup>(1)</sup>**

Graduanda em Engenharia Química pela Universidade da Região de Joinville - Univille.

**Luciano André Deitos Koslowski<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Químico/FURB. Doutorando em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Professor da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

**William Gerson Matias<sup>(3)</sup>**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental/UFSC. Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Coordenador do LABTOX/USFC.

**Therezinha Maria Novais de Oliveira<sup>(4)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental/UFSC. Professora do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente da Universidade da Região de Joinville-UNIVILLE.

**Cleiton Vaz<sup>(5)</sup>**

Engenheiro Químico/FURB. Professor do Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Paulo Malschitzki, 10 – Zona Industrial – Joinville – SC - CEP: 89219-710 - Brasil - Tel: +55 (47) 3461-9159 - Fax: +55 (47) 3461-9159 - e-mail: [lane.peschel@hotmail.com](mailto:lane.peschel@hotmail.com)

### **RESUMO**

A queima de combustíveis fósseis gera alta emissão de gases poluentes, entre eles o monóxido de carbono (CO), prejudicial aos seres vivos e ao meio ambiente. A busca por alternativas na combustão do diesel é eminente e uma delas é a adição de compostos oxigenados ao diesel, visando melhoria no processo da queima. Tendo isso em vista, este estudo teve o objetivo de relacionar a emissão de CO com turbidez gerada a partir da queima de blendas de diesel e butanol. Para tanto, testes foram realizados em motor estacionário de ciclo diesel de 4,2CV acoplado a uma coluna de absorção de leito fixo recheada com fragmentos de cerâmica. Por esta coluna havia um fluxo contracorrente de água deionizada, sendo possível a quantificação da turbidez. A determinação de CO emitido foi realizada através da sonda Optima 7 da Confor, posicionada na saída do escapamento. Foram queimadas blendas de diesel S10 e S500 nas concentrações de 3% e 5%. Os resultados obtidos mostram que a adição do butanol foi capaz de reduzir as emissões de CO, porém não influenciou significativamente a turbidez. Portanto não foi possível fazer uma relação entre a emissão de monóxido de carbono e a turbidez na água de absorção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Diesel, Butanol, Combustão, Turbidez, Blendas.

### **INTRODUÇÃO**

Combustíveis fósseis são amplamente utilizados atualmente para suprir a demanda energética exigida pela área industrial, de serviços e transporte. No entanto essa é uma fonte de energia finita e não renovável que apresenta inúmeros malefícios provenientes da sua combustão. Esses combustíveis, ao serem queimados liberam gases como o monóxido de carbono, potencial agente causador do efeito estufa, além de ser prejudicial à saúde dos seres vivos. O diesel é um desses combustíveis, apresenta versatilidade em seu uso visto que pode ser utilizado em muitos modelos de motores, entre eles os motores de embarcações marítimas. Neste caso a poluição causada pela combustão é agravada pelo fato de parte dos gases de combustão serem liberados e solubilizados diretamente na água quando as embarcações possuem saída molhada. Considerando os riscos provenientes desses combustíveis, a busca por novas alternativas que poluam menos e mantenham o rendimento do motor é extremamente importante. Dentre elas, blendas com compostos oxigenados que melhoram a eficiência da queima do combustível. A partir disso, estudos relacionados ao comportamento de monóxido de carbono na queima de blendas de diesel e butanol em motor estacionário de ciclo diesel serão realizados visando

quantificar CO na saída do escapamento e mensurar a turbidez da água de absorção dos gases de combustão. Dessa forma será possível relacionar o tipo de combustível usado com as emissões de CO e relacioná-las com a turbidez.

## REVISÃO DE LITERATURA

O diesel é um dos combustíveis fósseis mais utilizados, devido ao seu alto desempenho, facilidade de manutenção, baixo consumo, taxa de decomposição baixa, alta compressão e potência, alta eficiência térmica e durabilidade (C.-Y. Lin \*, J.-C. Huang). Além disso, máquinas a diesel apresentam maior eficiência, cerca de 45%, em comparação com as demais de combustão interna (Ferreira, et.al, 2008).

No entanto apresenta desvantagens que superam os benefícios, afinal é potencial poluidor ambiental. Sua combustão emite gases poluentes como CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>x</sub>, HPA e material particulado, tóxicos para os seres vivos (C.-Y. Lin \*, J.-C. Huang).

As características do diesel que mais originam emissões de poluentes são o número de cetano, teor de aromáticos, teor de enxofre e densidade (Ferreira, et.al, 2008). Grande parte da poluição gerada pela combustão do diesel é causada por componentes nele presentes, como hidrocarbonetos, nitrogênio e enxofre. Sendo o enxofre uma potencial fonte para a formação de óxidos de enxofre e material particulado que são prejudiciais à saúde dos seres vivos (CNT, 2012).

O diesel em geral queima utilizando um excesso de oxigênio, fato que influencia diretamente nas emissões de CO e hidrocarbonetos, sendo estes minimizados. Por outro lado há maior emissão de material particulado (Ferreira, et.al, 2008).

Compostos oxigenados têm combustão mais completa se comparados aos combustíveis tradicionais, como a gasolina e diesel, e por consequência disso liberam menos poluentes, como monóxido de carbono, alquenos, compostos aromáticos e particulados (Baird, 2011).

Dentre os compostos oxigenados que estão sendo estudados como blends de diesel o butanol é o que apresenta maiores vantagens. Se comparado com o biodiesel o butanol apresenta maior número de oxigênios, fator que está ligado diretamente com a emissão de fuligem e também apresenta viscosidade mais adequada ao diesel que o biodiesel. Além disso, tem como característica maior poder calorífico, miscibilidade com o diesel e volatilidade menor que a do etanol e metanol (Zhi-Hui Zhang, Rajasekhar Balasubramanian, 2013).

O monóxido de carbono é importante no controle da oxidação da troposfera, além de ser precursor do nível de ozônio em episódios fotoquímicos em escala regional (R. G. Derwent, 1994). Por outro lado o gás monóxido de carbono é inodoro e incolor e é formado pela combustão incompleta de compostos contendo carbono. Altas concentrações deste gás são prejudiciais aos seres humanos, podendo levar à morte em pouco tempo de inalação (Baird, 2011).

A partir disso, estudos relacionados à combustão de blends de diesel e compostos oxigenados, como o butanol, faz-se necessária a fim de buscar uma possível alternativa referente minimização dos malefícios por ela causados.

## METODOLOGIA

Para a realização dos testes foram utilizados diesel S10 e diesel S500 puros e nas concentrações de 3% de butanol para o diesel S10 e 5% de butanol para o diesel S500. As blends de diesel e butanol foram produzidas no laboratório tendo como padrão a utilização de combustível comprado sempre no mesmo local, minimizando assim interferências decorrentes da procedência do material utilizado.

A queima dos combustíveis foi realizada em um motor estacionário de ciclo diesel 4,2 CV, com rotação padronizada em 3000 rpm, acoplado a uma coluna de absorção de leito fixo e a uma bureta, que continha o combustível, sendo assim possível visualizar o volume gasto, conforme figura 1.



**Figura 1: Motor estacionário acoplado à coluna de absorção**

A coluna foi preenchida com 500 g de fragmentos de cerâmica e por ela foi alimentado um fluxo contracorrente de água deionizada em relação aos gases de combustão a uma vazão de 30 L.min<sup>-1</sup>. Dessa forma parte dos gases de combustão foram absorvidos pela água, para posterior análise físico-químicas.

Para quantificar os gases de combustão, a sonda Optima 7 da Confor foi disposta na saída do escapamento antes do início do teste. Os valores foram anotados somente nos cinco minutos finais, dessa forma o motor já estava em regime permanente e influências causadas pelo motor estar frio ou influências externas foram minimizadas.

O fluxo de água deionizada foi acionado após 30 min de funcionamento do motor, sendo coletados amostras para a quantificação da turbidez e pH, utilizando equipamentos de bancada da marca Hanna Instruments, conforme a figura 2 e 3.



**Figura 2: Instrumento utilizado para quantificar turbidez.**



Figura 3: Instrumento utilizado para quantificar pH.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição de compostos oxigenados visa melhorar a combustão e por consequência minimizar os efeitos por ela causados. A adição de 3% de butanol ao diesel S10 provocou alterações nas emissões monóxido de carbono (CO), assim como na turbidez da água de absorção. O efeito da produção de CO pode ser observado na figura 4.

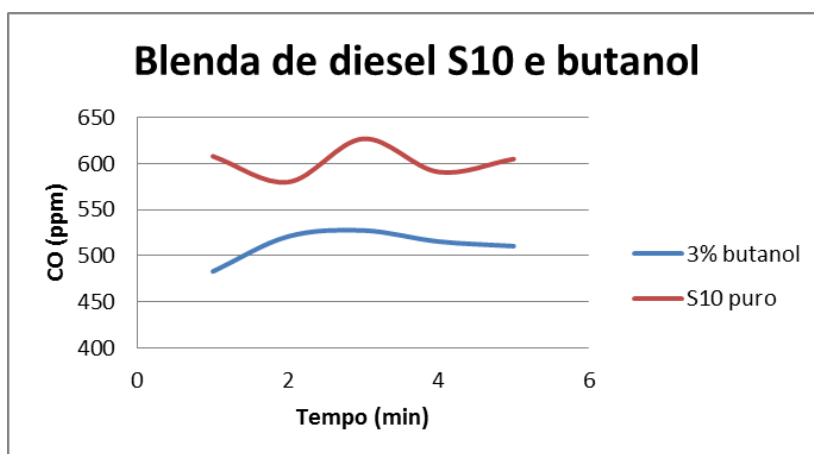


Figura 4: Emissão de CO.

A combustão completa de um determinado composto orgânico tem como produto dióxido de carbono e água, no entanto quando a combustão é incompleta ocorre a formação de outros produtos como o dióxido de carbono e material particulado.

O álcool butílico foi capaz de reduzir as emissões de CO em comparação com a queima do diesel S10 puro. Fato este que se deve a presença de átomos de oxigênio na molécula do butanol, sendo eles responsáveis pela melhora na combustão.

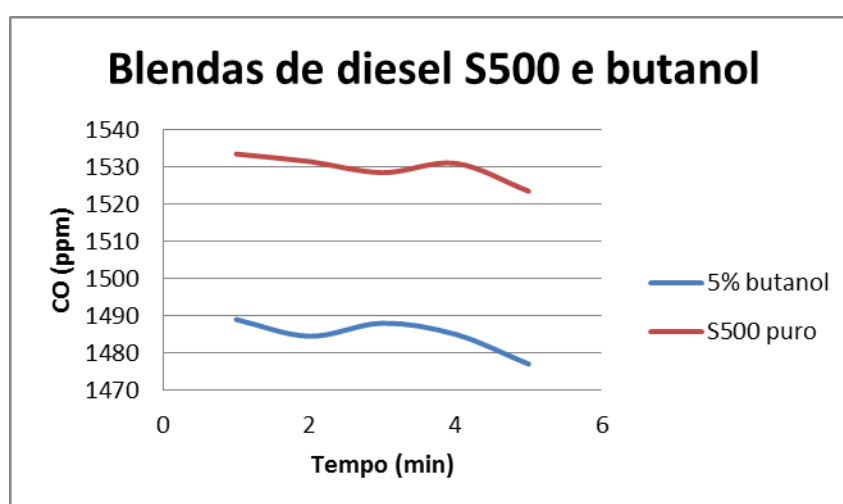
No entanto os valores da turbidez da água proveniente da coluna de absorção não apresentaram variações representativas.

Os valores quantificados de turbidez para a água de absorção mantiveram-se praticamente constantes, indicando que a adição de butanol ao diesel S500 foi capaz de provocar reduções na emissão de CO, porém não foi representativo para a turbidez.

**Tabela 1: Valores de turbidez da água de absorção, em NTU, em relação ao diesel S10**

	Turbidez
S10 puro	114
S10 + 3% butanol	123,5

O estudo feito em relação ao diesel S500 e butanol apresentou variação na emissão de CO. Na concentração de 5% butanol e 95% diesel S500 houve queda na emissão de monóxido de carbono, conforme figura 5.



**Figura 5: Emissão de CO**

	Turbidez
S500 puro	169,5
S500 + 5% butanol	167,5

**Tabela 2: Valores de turbidez da água de absorção, em NTU, em relação ao diesel S500**

As blendas de diesel S10 com 5% butanol e diesel S500 com 3% butanol não apresentaram variações significativas com relação à turbidez na água de absorção, porém apresentaram redução nas emissões de monóxido de carbono.

## CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A adição de compostos oxigenados ao diesel visa melhorar sua combustão e por consequência reduzir os efeitos adversos por ele causados, como a emissão de monóxido de carbono. As blendas de diesel S10 e S500 com adição de butanol foram capazes de minimizar a emissão de CO, sem, no entanto, ter o mesmo efeito em relação à turbidez, dessa forma, não sendo possível obter uma relação entre a emissão de CO e a turbidez na água de absorção.

Portanto, novos estudos devem ser realizados tendo como objetivo analisar a combustão do diesel com diferentes concentrações de butanol e até mesmo diferentes compostos oxigenados, visando desenvolver uma mistura que apresente melhores resultados em relação aos parâmetros estudados que demonstram a minimização de emissão de poluentes.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAIRD, C.; CANN, M. Química Ambiental: Bookman. Porto Alegre, 2011.
2. BRAUN, S.; APPEL, L. G.; SCHMAL, M. A poluição gerada por máquinas de combustão interna movidas à diesel - a questão dos particulados. Estratégias atuais para a redução e controle das emissões e tendências futuras. Química Nova. v.27, p.472-482, 2004.
3. CNT. Os impactos da má qualidade do óleo diesel brasileiro. Brasília, 2012.
4. DERWENT, R. G.; SIMMONDS, P. G.; COLLINS, W. J. Ozone and carbon monoxide measurements at a remote maritime location, mace head, Ireland, from 1990 to 1992. Atmospheric Environment. Issue 16, v.28, p.2623-2637, 1994.
5. DI, Y.; CHEUNG, C. S.; HUANG, Z. Experimental study on particulate emission of a diesel engine fueled with blended ethanol–dodecanol–diesel. Journal of Aerosol Science. Issue 2, v.40, p.101-112, 2009.
6. DI, Y.; CHEUNG, C. S.; HUANG, Z. Experimental investigation of particulate emissions from a diesel engine fueled with ultralow-sulfur diesel fuel blended with diglyme. Atmospheric Environment. Issue 1, v.44, p.55-63, 2010.
7. FERREIRA, S. L.; SANTOS, A. D. M.; SOUZA, G. R. D. Análise por cromatografia gasosa de BTEX nas emissões de motor de combustão interna alimentado com diesel e mistura diesel-biodiesel (B10). Química Nova. v.31. 2008.
8. ZHANG, Z. H.; BALASUBRAMANIAN. R. Influence of butanol addition to diesel–biodiesel blend on engine performance and particulate emissions of a stationary diesel engine. Energy. v.119, p.530-536, 2014.
9. ZHANG, Z. H.; BALASUBRAMANIAN. R. Influence of butanol–diesel blends on particulate emissions of a non-road diesel engine. Energy. v.118, p.130-136, 2014.