



II CONEPETRO
II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE

**I Congresso Nacional de Engenharia de
Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**
III Workshop de Engenharia de Petróleo



ANÁLISE DO ENXOFRE NO ÓLEO DIESEL E SEU RISCO COMO CONTAMINANTE

Allyne Fonsêca de Lima¹; Andreza Miranda de Andrade Barbosa¹; Ana Catarina Fernandes
Coriolano²

¹ Universidade Potiguar, Unidade Natal – Escola de Engenharia e Ciências Exatas – allynelimeng@gmail.com

¹ Universidade Potiguar, Unidade Natal – Escola de Engenharia e Ciências Exatas – mab.andreza@hotmail.com

**www.conepetro.com
.br**

(83) 3322.3222
contato@conepetro.com.br



II CONEPETRO
II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE

**I Congresso Nacional de Engenharia de
Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**
III Workshop de Engenharia de Petróleo



²Professora Doutora da Universidade Potiguar, Unidade Natal – Escola de Engenharia e Ciências Exatas -
catarina.coriolano@unp.br

RESUMO

Os elevados índices de poluição e a crescente liberação de contaminantes no meio ambiente vêm sendo pauta de diversos encontros políticos que visam à mudança na atual situação ambiental do planeta, visto que se tornou ponto estratégico para produção de energia de forma sustentável. O óleo diesel é um combustível de origem fóssil, derivado do petróleo que é a matriz energética mais utilizada no presente momento, constituído principalmente por hidrocarbonetos e em menor quantidade por alguns contaminantes como: oxigênio, nitrogênio e enxofre. O diesel é o combustível mais consumido no Brasil, juntamente com seus benefícios ele agrega problemas

www.conepetro.com.br

(83) 3322.3222
contato@conepetro.com.br



relacionados com seus contaminantes. O contaminante do diesel mais agressivo ao meio ambiente atualmente é o enxofre. O enxofre é um elemento químico que a temperatura ambiente encontrasse no estado sólido, durante a queima do diesel esse contaminante acarreta diversos problemas não só para o motor como para o meio ambiente e para a saúde da população. Neste Trabalho será feita uma análise dos riscos do enxofre no diesel como contaminante e demonstrar os principais métodos de análise desse combustível, fazendo uma comparação com a legislação.

Palavras-Chave: Diesel, Enxofre, Danos ambientais.



1. INTRODUÇÃO

O óleo diesel é um combustível fóssil, derivado do petróleo, formado em sua maioria por hidrocarbonetos parafínicos, oleofínicos e aromáticos e em menor quantidade por oxigênio, nitrogênio e enxofre. [FRANCISCO, 2013].

O óleo diesel é obtido através do refino do petróleo na destilação fracionada, à temperatura entre 260°C e 340°C, nesta temperatura pode ser adicionado outros componentes como a nafta, querosene e gasóleo leve. O diesel é utilizado em motores de combustão interna e ignição por compressão existente em caminhões, ônibus, vans, usinas elétricas dentre outros.

Um dos contaminantes mais nocivos ao meio ambiente e que está presente no diesel é o enxofre (S). O enxofre é um elemento químico de número atômico 16 que em temperatura ambiente se encontra no estado sólido, pode se apresentar na natureza em seus quatro estados de oxidação: sulfeto (S^{-2}), enxofre elementar (S^0), sulfito (SO_3^{-2}) e sulfato (SO_4^{-2}). [PIVELE, 2006].

Esse contaminante é indesejável, pois pode causar danos tanto ambientais como aos motores diesel. Durante a combustão do óleo o trióxido de enxofre (SO_3) ao se associar

com a água da origem ao ácido sulfúrico (H_2SO_4) que degrada as partes metálicas do motor. Caso aja altas concentrações de H_2SO_4 ocorrerá grande emissão desse material particulado bem como a emissão de SO_3 e dióxido de enxofre (SO_2). [ECYCLE, 2013].

A queima do enxofre da origem a presença de todos esses contaminantes no meio ambiente, além de ser nocivo ao ser humano o SO_2 pode auxiliar para o aumento do aquecimento global e da chuva ácida que é danoso para vegetais e animais, e, além disto, pode acarretar na corrosão de monumentos, construções, estátuas dentre outros. [ECYCLE, 2014].

Diante do exposto é possível visualizar a importância do que a queima do enxofre pode causar, além da evidente necessidade da diminuição da sua emissão. Sendo assim, este trabalho tem por meta mostrar a crescente diminuição do enxofre presente no óleo diesel, os impactos que esse contaminante pode causar além de discutir possíveis soluções para este problema.

2. METODOLOGIA

Este artigo é baseado em pesquisas bibliográficas, por meio da leitura de trabalhos acadêmicos e legislações



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

relacionadas à diminuição do teor de enxofre no óleo diesel comercializado no Brasil, bem como os impactos ambientais associados a queima deste contaminante. Foram utilizados sites como o da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), PETROBRAS, ECYCLE, COMPANYTEC entre outros, além do artigo da CNT (Confederação Nacional do Transporte) os impactos da má qualidade do óleo diesel.

Assim, este trabalho visa esclarecer a sociedade a respeito dos tipos de óleos comercializados no Brasil, diminuição do teor de enxofre presente no óleo, impactos ambientais associados à emissão de enxofre, bem como o que vem sendo feito para redução da emissão deste composto.

3. TIPOS DE ÓLEO DIESEL COMERCIALIZADO NO BRASIL

Até o ano de 2013 foram comercializados no Brasil o diesel S50 e S1800. O diesel S50 possui 50 partículas por milhão (ppm) de enxofre e coloração amarelada, já o diesel S1800 possui 1800 ppm de enxofre e coloração avermelhada.

A PROCONVE 7 (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores), criada pela CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) foi a responsável por buscar a diminuição da

emissão de poluentes dos veículos automotores da mesma maneira que procurava melhorias na qualidade dos combustíveis brasileiros.

Desde 1º de janeiro de 2013, o óleo diesel S10 com 10 ppm de enxofre está disponível no mercado nacional, contudo desde 01 de janeiro de 2014 os óleos diesel S1800 e S50 deixaram de ser comercializados no Brasil. O S1800 foi substituído pelo diesel S500 e o S50 pelo diesel S10 visando principalmente a redução na quantidade de enxofre exalado para o meio ambiente assim como o melhor desempenho do motor. Esta substituição foi efetuada pelo § 1º do art. 4º da Resolução ANP nº 65, de 9 de dezembro de 2011. [ANP, 2015].

As especificações do diesel S10 e S500 de acordo com a ANP (Agência Nacional de Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis) podem ser visualizadas na tabela a seguir e serão explicadas mais a frente.



CARACTERÍSTICA (1)	UNIDADE	LIMITE	
		TIPO A e B	
		S10	S500
Aspecto (2) (22) (23)	-	Límpido e isento de impurezas	
Cor	-	(3)	Vermelho (4)
Cor ASTM, máx. (5)	-	3,0	
Teor de biodiesel (6)	% volume	(7)	
Enxofre total, máx. (21)	mg/kg	10,0 (8)	-
		-	500
10% vol., recuperados, mín.	°C	180,0	Anotar
50% vol., recuperados		245,0 a 295,0	245,0 a 310,0
85% vol., recuperados, máx.		-	360,0
90% vol., recuperados		-	Anotar
95% vol., recuperados, máx		370,0	-
Massa específica a 20°C	kg/m ³	815,0 a 850,0 (10)	815,0 a 865,0
Ponto de fulgor, mín.	°C	38,0	
Viscosidade Cinemática a 40°C	mm ² /s	2,0 a 4,5	2,0 a 5,0
Ponto de entupimento de filtro a frio, máx.	°C	(11)	
Número de cetano, mín. ou Número de cetano derivado (NCD), mín.	-	48	42

Tabela 1: Especificações do óleo diesel de uso rodoviário.

Fonte:

<http://www.cntdespoluir.org.br/Documents/PDFs/manual-tecnico-diesel-s-10.pdf>

3.1. Diesel S10

A nomenclatura do diesel S10 vem do “S” de enxofre e o número 10 é a quantidade desse elemento no combustível. Também conhecido por diesel metropolitano o diesel S10 possui um teor de enxofre máximo de 10 ppm (partes por milhão), número de cetano de 48, massa específica de 820 a 850 kg/m³ e uma curva de destilação com a temperatura dos 95% evaporados de no máximo 370°C. [COMPANYTEC, 2014].

O número de cetano mede a qualidade de ignição do diesel, este número está diretamente relacionado ao tempo entre o início da injeção de combustível e o começo da combustão. Para que ocorra uma boa combustão devesse acontecer uma ignição rápida precedida de uma combustão suave e completa do diesel.

Valores baixos do índice de cetano causam problemas na partida a frio, mau funcionamento do motor além de causar depósito nos pistões. Os óxidos de enxofre formados pela combustão do óleo diesel podem ser descarregados para a atmosfera ou se transformar em ácidos na câmara de combustão. Menores teores de enxofre no diesel apresentam os seguintes efeitos: [PETROBRAS, 2013].

- No motor: redução do desgaste de anéis e cilindros, redução de depósitos nos cilindros.
- Nas emissões: redução dos particulados, redução dos óxidos de enxofre.

Com a troca do diesel S50 para o diesel S10 foram obtidas algumas vantagens, dentre elas: [PETROBRAS, 2015].

- Aquecimento mais rápido do motor, redução da erosão dos pistões e diminuição do ruído do motor, devido ao aumento do índice de cetano;



- Adequado aos veículos com modernas tecnologias de tratamento de emissões, com redução de até 80% das emissões de material particulado;
- Melhora a ignição e reduz a emissão de fumaça branca na partida a frio;
- Diminui a formação de depósitos no motor e contaminantes no lubrificante.

3.2. Diesel S500

É um óleo diesel mais simples devido a não recebe nenhum tipo de aditivo e necessitar de um menor tratamento para remoção de enxofre do que o diesel S10. Sua terminologia vem do “S” de enxofre e o número 500 é o percentual de enxofre presente no combustível. Pode ser conhecido também por diesel tipo interior, pois por possuir um percentual de 500 ppm de enxofre é mais comercializado em cidades do interior, conforme a Resolução ANP nº 50 de 23.12.2013. Seu número de cetano é de no mínimo 42, coloração avermelhada de acordo com a figura 1 e possui massa específica de 820 a 865 kg/m³ a 20°C. [PETROBRAS, 2014].



Figura 1: Diesel S500

Fonte: <http://www.setcamar.org.br/noticias.php?id=517>

Com a troca do diesel S1800 para o diesel S500 ouve uma redução significativa de 1300 ppm de enxofre no diesel, além de melhorar o desempenho do motor e reduzir a emissão de óxidos de enxofre.

3.3 Diesel marítimo

O óleo diesel marítimo contém um teor máximo de enxofre de 5000 ppm, é utilizado em navios, e embarcações de grande, médio e pequeno porte. Seu índice de cetano é de no mínimo 35. Difere dos outros óleos em relação ao seu ponto de fulgor e porcentagem



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

de enxofre. As especificações do diesel de acordo com a ANP podem ser verificadas na

CARACTERÍSTICA		UNIDADE	LIMITE	
			TIPO	
			DMA	DMB
Aspecto		-	(1)	-
Cor ASTM, máx.			3	-
Enxofre Total, máx.		% massa	0,5	0,5
Massa Específica a 20°C, máx. (2)		kg/m ³	880	900
Ponto de Fulgor, mín.		°C	60	60
Viscosidade a 40°C		mm ² /s	1,5 – 6,0	11,0 máx.
Ponto de entupimento de fluido a frio, máx.		°C	(3)	-
Ponto de Fluidez, máx. (4)	Inverno	°C	-6	0
	Verão		0	6
Índice de Cetano, mín.		-	40	35
Resíduo de Carbono Ramsbottom no resíduo dos 10% finais de destilação, máx.		% massa	0,25	-
Resíduo de Carbono Ramsbottom, máx.		% massa	-	0,3
Cinzas, máx.		% massa	0,01	0,01
Água, máx.		% vol.	-	0,3
Água e Sedimentos, máx.		%vol.	0,05	-
Sedimento Total, máx.		% massa	-	0,1

tabela 2.

Tabela 2: Especificações do óleo diesel de uso marítimo.

Fonte:

http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2007/dezembro/ranp%2049%20-%202007.xml

4. IMPACTOS AMBIENTAIS DO ENXOFRE

O aumento da acidez na água da chuva ocorre em decorrência principal do aumento na concentração de óxidos de enxofre e nitrogênio na atmosfera. Estes óxidos em contato com a água formam ácido (juntamente com o óxido de carbono) que são chamados de óxidos ácidos. O principal responsável pela acidez da água da chuva é o dióxido de

enxofre (SO₂), que é produzido diretamente como subproduto da queima de combustíveis fósseis como a gasolina, carvão e óleo diesel. O óleo diesel e o carvão têm altos teores de impureza, sendo os principais responsáveis pela emissão de SO₂ para a atmosfera (USP, 2013).

Por ser um gás altamente solúvel nas mucosas do trato aéreo superior, o SO₂ pode acarretar a irritação bem como elevar a produção de muco, é responsável também por causar dificuldades respiratórias e agravamento de problemas cardiovasculares. Diante de todos esses problemas o SO₂ pode acarretar em internações hospitalares e prejuízos na saúde pública. [ECYCLE, 2014].

Como um indicador da qualidade do ar, o dióxido de enxofre entra nos padrões de qualidade do ar nacionais aprovados pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). Em abril de 2013, foi publicado o Decreto nº 51113, que possui parâmetros da qualidade do ar mais rigorosos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na década de 80 era permitido no Brasil até 1,3% (13000 ppm) de enxofre no óleo diesel, em 2009, o diesel comercializado no interior do Brasil passou a ter 1.800 mg/kg (S1800) e o metropolitano, no máximo, 500

www.conepetro.com.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

mg/kg (S500) teores de enxofre. Em algumas regiões metropolitanas do Brasil, existe a oferta do diesel com 50 mg/kg (S50). A partir de 2013, o óleo diesel S10 substituirá o S50 e, em 2014, para uso rodoviário, o S500 substituirá o óleo diesel S1800. Desta forma, a partir de 2014, o Brasil usará apenas S10 e S500 para uso rodoviário. No do Japão, o teor máximo é de 10 mg/kg, enquanto em países da União Europeia (UE), desde 2005, todo o diesel comercializado passou a ter concentração máxima de enxofre de 50 mg/kg. Nos EUA e no México, atualmente, a concentração é da ordem de 15 mg/kg (CTN, 2012).

Essa redução gradativa e constante do teor de enxofre no diesel foi possível graças a uma evolução da forma de produção do diesel nas refinarias brasileiras, criação de novas tecnologias que permitem a melhor remoção do enxofre além de políticas ambientais que visaram à emissão de um combustível menos agressivo ao planeta.

6. CONCLUSÕES

Apesar de todas as medidas que foram adotadas para melhoria do diesel, esse combustível é um dos mais consumidos no mundo sendo assim também um dos maiores causadores de impactos ambientais. Tudo que

foi feito para tornar esse combustível mais “limpo” foi de suma importância para o país.

Contudo diante do que foi exposto a respeito dos problemas que o diesel e por consequência a emissão de SO₂ na atmosfera pode causar, fica evidenciada a necessidade da adoção de novas medidas, mais restritivas e eficazes.

A adição de uma porcentagem maior de biodiesel no óleo diesel, por exemplo, é uma medida que permitiria uma menor emissão de poluentes devido ao biodiesel ser um combustível renovável. Além de novos investimentos em pesquisas em busca de tecnologias que possibilitem uma maior redução no percentual de enxofre no diesel de uma maneira mais econômica e eficiente.

Para que tudo isso venha a se realizar se faz necessária a adoção de um conjunto de práticas e ações ambientais que devem partir não só do governo com estímulos a pesquisas como também da população seja ela professores, estudantes ou pessoas que querem apenas buscar melhores condições para o desenvolvimento sustentável do seu país.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP. Óleo diesel s-10, de baixo teor de enxofre. 2015. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>>

www.conepetro.com
.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

pg=75825&m=enxofre&t1=&t2=enxofre&t3
=&t4=&ar=0&ps=1&1457287876877>. 08 de
Março de 2016.

CNT – Confederação Nacional do Transporte.
**Os impactos da má qualidade do óleo diesel
brasileiro.** Brasília: CNT, 2012.

COMPANYTEC. O que você precisa saber
sobre o novo Diesel no Brasil. 2014.
Disponível
em:<http://www.companytec.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=403:s-10&Itemid=125>. 08 de Março de 2016.

ECYCLE. Diesel mais limpo e menos nocivo
à saúde chega ao mercado brasileiro. 2013.
Disponível em:<
<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/35/1320-diesel-mais-limpo-e-menos-nocivo-a-saude-chega-ao-mercado-brasileiro.html>>. 08 de Março de 2016.

ECYCLE. Dióxido de enxofre é um dos
poluentes do ar mais perigosos. 2014.
Disponível
em:<<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/63/2409-dioxido-de-enxofre-e-um-dos-poluentes-do-ar-mais-perigosos.html>>. 08 de Março de 2016.

Adaptado de FRANCISCO, W. C. Óleo
Diesel. Disponível em:
<<http://www.brasilecola.com/geografia/disel.html>> Acesso em: 16 fev. 2013.

PETROBRAS. Características do óleo diesel.
2013. Disponível
em:<http://www.br.com.br/wps/portal/portalc/contendo/produtos/paraembarcacoes/oleodiesel/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwMLD383A6MgbwNLE0MjAyDQL8h2VAQA9k0JIQ!!/?PC_7_9O1ONKG108HOF02RK09412000300000_WCM_CONTEXT=/wps/wcm/connect/portalc/contendo/produtos/automotivos/oleo+diesel/caracteristica+do+oleo>. 08 de
Março de 2016.

PETROBRAS. Manual técnico. Diesel S10.
2015. Disponível
em:<<http://www.cntdespoluir.org.br/Documents/PDFs/manual-tecnico-diesel-s-10.pdf>>. 08
de Março de 2016

PETROBRAS. Diesel comum. 2014.
Disponível
em:<http://www.br.com.br/wps/portal/portalc/contendo/produtos/paraembarcacoes/oleodiesel/!ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwMLD383A6MgbwNLE0MjAyAAykcibysHezobGJl6uAQFOToZGjgZ>

**www.conepetro.com
.br**

(83) 3322.3222
contato@conepetro.com.br



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

k6Tb39_TFajbwNXVw9gcaBgh3X4e-bmp-
gW5oRHljoqKAB6n_5s!/dl3/d3/L0IDU0IKS
Wdra0EhIS9JTlJBQUlpQ2dBek15cUEhL1lC
SlAxTkMxTktfMjd3ISEvN185TzFPTktHMT
A4SE9GMDJSSzA5NDEyMDAwMw!!/?
PC_7_9O1ONKG108HOF02RK0941200030
00000_WCM_CONTEXT=/wps/wcm/connec
t/Portal+de+Conteudo/Produtos/Automotivos/
Oleo+Diesel/Diesel+Comum/
>. 10 de Março de 2016.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. Qualidade das
águas e poluição: aspectos físico-químicos.
São Paulo: ABES, 2006.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
(2013). Poluição atmosférica e chuva ácida.
Disponível
em:<[www.usp.br/qambiental/chuva_acidafron
t.html](http://www.usp.br/qambiental/chuva_acidafront.html)>. 10 de Março de 2016.



www.conepetro.com

.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br