

Copyright 2016, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2016, em Búzios/RJ no mês de maio de 2016.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

LEGENDA:

Potencial corrosivo do óleo diesel B S-10 nos aços inoxidáveis 304, 316L e aço carbono SAE 1020

Thiago Dalcumune^a, Aryadne Jesus Picoli^b, Roberto Balarini Junior^c, Edson S Nunes^d

Abstract

Following Proconve - Air Pollution Control Program by Motor Vehicles, bus and trucks manufacturers can only produce vehicles following the Euro 5 parameters, which aim to reduce by 63% the emission of NOx nitrogen oxides and up to 80% the emission of particulate materials. In Brazil, companies already sell a version of diesel fuel with lower concentrations of 10 mg / kg of sulfur and 7% by biodiesel volume, called S-10 DB. Questions with safety and quality of the product resulted in the search for corrosion-resistant materials, such as 304 austenitic stainless steel, in tank coating. Studies were performed in order to obtain the corrosive potential of this product in different alloys. SAE 1020 steel specimens and 304 and 316 L stainless steels were inserted in this environment containing this diesel. Assays were performed with oxygen-rich environment and held at 100 ° C and pressure of 500 kPa, by a 7-day period. The results were obtained using the mass loss test, roughness and image analysis of the surface. The decrease in sulfur content gives a lower environmental pollution potential and the use of 304 stainless steel proved to be the more suitable alloy for the construction of reservoirs, having improved corrosion resistance, besides maintaining the optimum properties of diesel.

Keywords: stainless steel, corrosion, environmental sector.

Resumo

Seguindo Proconve – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, montadoras de ônibus e caminhões só podem produzir veículos que seguem os parâmetros do Euro 5, que visam reduzir em até 63% a emissão de óxidos de nitrogênio NOx e em até 80% a emissão de materiais particulados. No Brasil, empresas já comercializam uma versão do diesel com concentrações menores de 10 mg/kg de enxofre e com 7% em volume de biodiesel, chamados de DB S-10. Questões com a segurança e a qualidade do produto resultaram na busca de materiais resistentes a corrosão, como o aço inoxidável austenítico 304, no revestimento de reservatórios. Estudos foram realizados, visando obter o potencial

^a Engenheiro Mecânico

^b Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Engenheira Química – Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC)

^c Mestre em Engenharia Mecânica, Engenheiro Mecânico - Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC)

^d Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Engenheiro Químico – Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)

corrosivo deste produto em diferentes ligas metálicas. Corpos de prova de aço SAE 1020, e aços inoxidável 304 e 316 L foram inserido em ambiente contendo este diesel. Os ensaios foram realizados com ambiente rico em oxigênio e mantidos a 100°C e pressão de 500 KPa, por uma período de 7 dias. Os resultados foram obtidos através do teste de perda de massa, rugosidade e análise de imagem da superfície. A diminuição do teor de enxofre confere ao meio ambiente um menor potencial poluidor e o uso do aço inoxidável 304 demonstrou ser a liga mais propícia para construção de reservatórios, apresentando maior resistência à corrosão, além de conservar as propriedades ideais do diesel.

Palavras-chave: aço inoxidável, corrosão, setor ambiental.

Introdução

Grande parte da energia que é consumida mundialmente é proveniente do carvão, gás natural e do petróleo, essas três principais fontes de energia não são renováveis e ainda geram impactos ambientais. O estudo de fontes alternativas tornou-se muito importante para a sociedade, considerando o fim das reservas energéticas existentes, torna-se necessário encontrar outras fontes de uso, sendo estas renováveis ou com menor impacto ambiental. Diante este fato novas ideias começaram a surgir no cenário ecológico e uma das alternativas a se aplicar foram as exigências do PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores), também chamado de Euro 5, cujo principal objetivo é reduzir o nível de emissão de gases poluentes na atmosfera, que impõe um desenvolvimento de recursos ambientais gerando uma diminuição de gases poluentes na atmosfera. (1)

Com essas necessidades, uma das medidas conquistadas foi a criação do óleo diesel B S-10, que é a evolução do óleo diesel comum, sua principal vantagem no setor ambiental é a baixa concentração de Enxofre (S) com 10 mg/kg no óleo, este foi desenvolvido para atender as novas tecnologias e também a necessidade da redução de emissão de gases poluentes, de modo que, reduzido a concentração de enxofre nesse combustível ocorrerá automaticamente a diminuição de dióxido de enxofre (SO₂), causador da chuva ácida e a diminuição da concentração dos óxidos de nitrogênio (NO_x), que são os agravantes de problemas respiratórios. (2)

Desenvolvido com segurança e qualidade o óleo diesel B S-10 passou a atender as exigências do mercado, porém a redução do enxofre gerou problemas relativos à lubrificação de componentes mecânicos nos motores isto foi compensado com a adição de biodiesel, 7% segundo o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), o que desencadeou um poder corrosivo mais elevado do que o diesel comum, com isto os reservatórios de estocagem necessitaram de um material mais resistente a corrosão. Neste trabalho foi desenvolvido um estudo, com o interesse de concretizar qual seria o material mais propício para a fabricação dos tanques reservatórios, onde que, além de conservar as propriedades ideais do óleo diesel B S-10, fosse capaz também de agregar aos reservatórios maior tempo de trabalho e menor custo com manutenções.

Metodologia

Para a elaboração da parte prática do estudo, os corpos de prova foram feitos em tréplica, utilizando aços inoxidáveis 304 e 316L e aço carbono SAE 1020, sendo que todos os corpos de prova foram preparados superficialmente por um polimento (até o “espelhamento”), onde foi possível a coleta de valores de rugosidade e análise microscópica. As peças foram pesadas

antes e após o ensaio de corrosão, a fim de se medir a perda de massa gerada pelo processo corrosivo.

Para determinar a taxa de corrosão dos materiais ensaiados, foi adotado a medida de perda de massa por unidade de área por unidade de tempo, dada pela relação representada na Figura 1 (3).

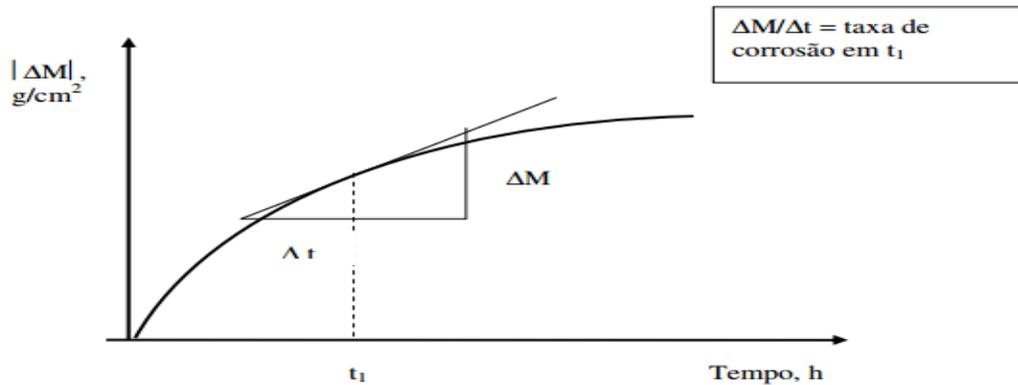


Figura 1 – Gráfico taxa de corrosão em unidade de tempo.

Fonte: Disponível em: <http://www.ufrgs.br/lapec/wa_files/taxas_20de_20corros_c3_a3o.pdf>
Acesso em: 6 Mar. 2016

$$\text{Taxa de corrosão por unidade de tempo} = \frac{\text{g}}{(\text{m}^2 \cdot \text{Ano})}$$

Onde, g = Perda de massa [g].

m^2 = Área de contato [m^2].

Ano = Constante do tempo [8760 h].

As imagens registradas foram feitas pela aproximação de 200X (vezes), 400X e 800X. A análise da rugosidade superficial foi outro parâmetro utilizado para analisar o efeito da corrosão sobre os materiais submetidos ao teste.

As amostras foram colocadas em recipientes de vidro, de modo que ficaram os três corpos de prova de cada material no mesmo recipiente e adicionado 250 ml de diesel B S-10. Adicionalmente, foi utilizada uma concentração elevada de oxigênio, com aproximadamente 5 Kgf/cm² (500 Kpa) de pressão no interior dos frascos, mantendo assim, um meio rico em oxigênio, estes recipientes foram mantidos a uma temperatura de 100 °C em uma estufa, por um período de 7 dias. A Figura 2 demonstra os recipientes a qual foram submetidos os corpos de provas para a aceleração da corrosão.



Figura 2 – Recipientes contendo os corpos de prova

Essas condições extremas de alta pressão e temperatura a um determinado tempo, pode ter resultado equivalentes a 5 anos de corrosão sob as condições normais de ambiente nos reservatórios de óleo diesel B S-10 (4). Ao cumprir o prazo estimado de 7 dias das amostras sob o efeito da corrosão acelerada, a estufa foi desligada para o resfriamento dos materiais e, em seguida, feitos os mesmos teste, obtendo novos dados para confrontar os resultados.

Resultados e discussão

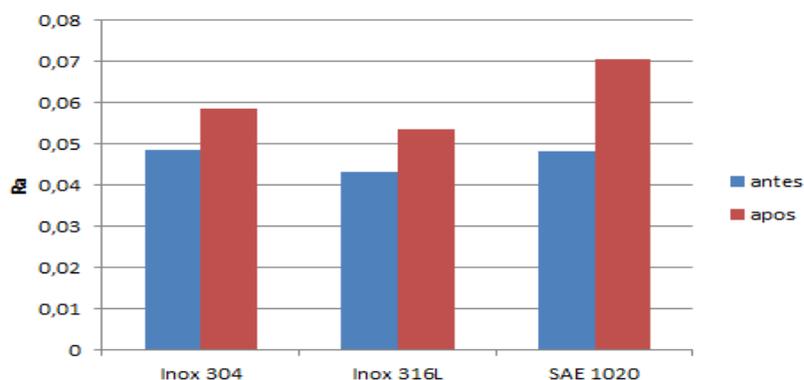
Os resultados obtidos pela análise da perda de massa estão listados abaixo, por meio da taxa de corrosão, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Taxa de corrosão de cada material sob ataque do óleo diesel B S-10

Material	Taxa de corrosão [g/(m ² .Ano)]
Inox 304	0,092
Inox 316L	0,131
SAE 1020	0,214

Todas as amostras apresentaram uma variação na perda de massa, que resultou também no aumento relativo nas medidas de rugosidade. No gráfico 1, está apresentado o aumento da rugosidade superficial de cada material, esses valores são do antes e do pós-teste da aceleração da corrosão, indicando que todos os materiais sofreram ataque em sua superfície, sendo que o aço SAE 1020 teve aumento considerável o que indica um forte ataque pelo óleo.

Gráfico 1 – Comparação do acréscimo da rugosidade média (Ra)



Verifica-se a partir das imagens na Figura 3 (a) e (b), em um comparativo entre os aços 316 L e 304, observa-se que o aço inoxidável 304 foi o menos atacado, tendo sua superfície apresentado alguns pontos de incrustações, em contrapartida para o aço 1020, Figura 3 (c), tem-se grandes pontos de corrosão, além de toda sua superfície apresentar uma rugosidade maior em comparação com a amostra antes dos ensaios.

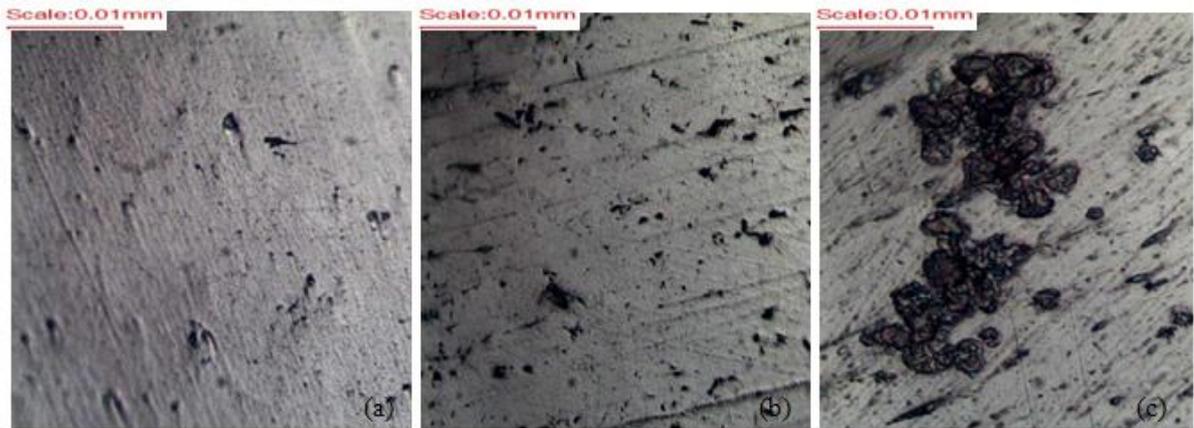


Figura 3 – Corrosão nos diferentes tipos de aço (a) inox 304 (b) inox 316L (c) SAE 1020

A partir das imagens microscópicas e com auxílio de um programa de análise de imagens o ImageJ[®], foi possível realizar um estudo nas superfícies expostas ao óleo e expostas ao ambiente dos ensaios.

Foi possível observar que o ataque da corrosão não acontece apenas na superfície de contato do metal com o óleo, mas também nas regiões do metal expostas ao ambiente, como mostram as Figuras 4 (a) e (b), porém nessas regiões a corrosão foi tão intensa, a superfície do aço 1020 quando em contato apresentou grandes e profundos pontos de corrosão, Figura 4(b) enquanto a superfície não exposta ao óleo Figura 4(a) uma superfície atacada de forma homogênea e sem profundidade.

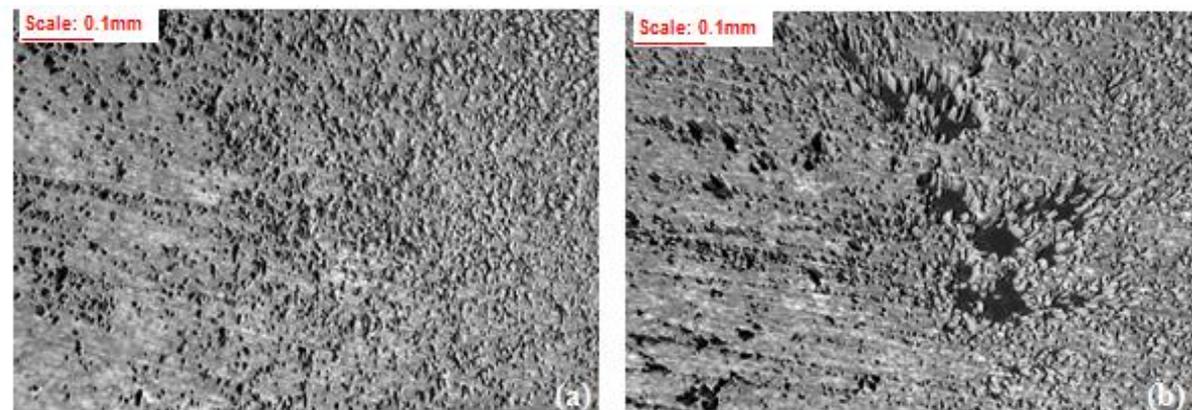


Figura 4 – (a) região de contato com o ambiente (b) região de contato com o óleo diesel B S-10

A Figura 5 mostra uma perspectiva em 3D, que mostra a diferença entre a profundidade das áreas expostas para o aço 1020, onde a Figura 5 (b) representa a superfície em contato com o óleo.

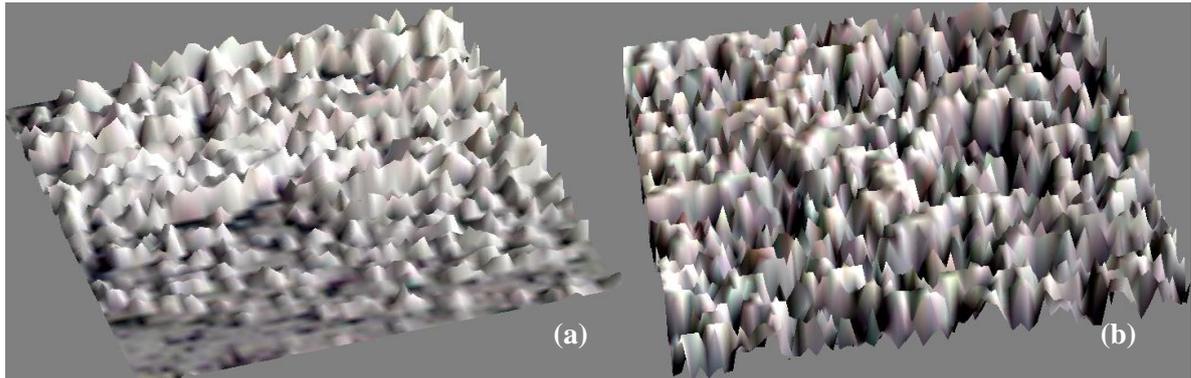


Figura 5 – Superfície do (a) aço inoxidável 304 e do (b) aço SAE 1020 após o ataque corrosivo

A Figura 6 mostra a interface do contato entre a área do aço 1020 exposta ao óleo, região 2, e a área da mesma amostra sem o contato, região 1. É possível diferenciar a faixa limite, em uma perspectiva 3D, imagem 6(b), observa-se a intensidade do ataque corrosivo gerado pelo contato com o óleo.

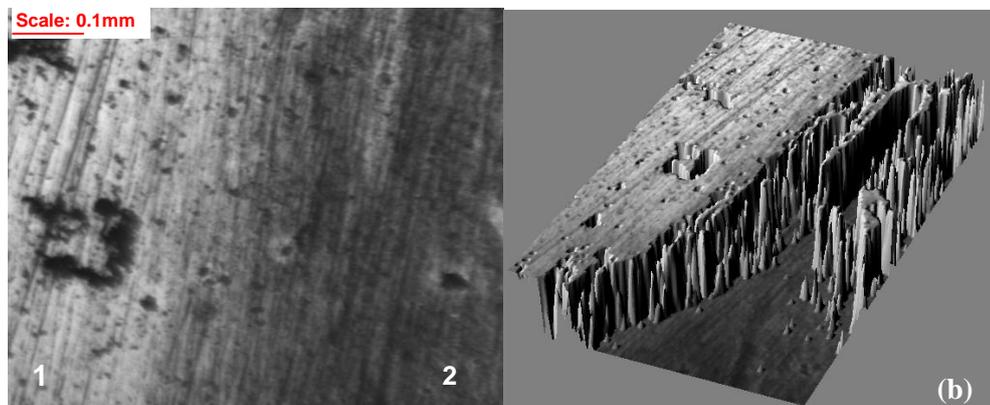


Figura 6 – Faixa limite entre a região atacada pelo óleo com a região exposta ao ambiente

Conclusões

Pela análise da perda de massa concluiu-se que o aço inoxidável 304 teve uma perda de material 30% menor que o aço inoxidável 316L e 57% menor que o aço SAE 1020, quando comparados os valores de rugosidade, o inoxidável 304 apresentou em média 15% a menos em rugosidade superficial. Pela análise de imagem foi evidente a comprovação que o aço inoxidável 304 foi o menos agredido, quanto em intensidade como em quantidade dos pontos de corrosão.

O aço inoxidável 304 apresenta-se como material eficaz a essas condições de trabalho devido sua composição química, sendo que seus metais de liga proporcionam um melhor desempenho diante o processo da corrosão pelo óleo diesel B S-10, impedindo assim a deterioração de material pelo ataque, restrita essa perda de matéria, pela película protetora que é uma característica dos materiais passivos. Uma vez que este material pouco se degrada, mantém-se as propriedades ideais do óleo, pois não adicionam nenhuma impureza a sua composição, ao fato também de proporcionar uma vida útil de trabalho prolongada, reduzindo custos com mão de obra e manutenções nos reservatórios.

Referências bibliográficas

- (1) IVECO. **Emissões de Veículos a Diesel**, evolução da tecnologia veicular. 2009. 31p.
- (2) PETROBRAS. **Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico - FISPQ**, produto óleo diesel S-10. 2015. 12 p.
- (3) UFRGS, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Taxa de corrosão. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/lapec/wa_files/taxas_20de_20corros_c3_a3o.pdf> Acesso em: 6 Mar. 2016.
- (4) LUCIANO, Milene Adriane. **Avaliação da corrosão do aço carbono ASTM A-36 quando em contato com biodiesel de variadas matrizes e diesel aditivado com 5% de biodiesel**. 2011. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (MG), Minas Gerais, 2011.