

## **ANÁLISE METALOGRÁFICA DA CORROSÃO POR ÁLCOOL E GASOLINA EM CHAPAS DE AÇO DO TANQUE DE COMBUSTÍVEL SEM TRATAMENTO SUPERFICIAL**

**Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Neto, rubelmar\_net@hotmail.com<sup>1</sup>**

**José Costa de Macêdo Neto, jotamateriais@yahoo.com.br<sup>1</sup>**

**Sergio Duvoisin Junior, sjunior@uea.edu.br<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Amazonas, Av. Darcy Vargas, 1200, CEP 69065-020 – Manaus-AM.

**Resumo:** *A corrosão por oxidação em tanques de combustível de aço é um grande problema encontrado na utilização de combustíveis com altos teores de álcool, pois provoca entupimento dos bicos injetores e altera a composição do combustível a ser queimado. Neste estudo separaram-se três amostras de aço do tanque de combustível, que foram lixadas, polidas e inseridas em três recipientes com 350 ml de gasolina E22, E61 e AEHC (álcool etílico hidratado combustível), e após um período de dez dias foram retiradas para análise metalográfica em microscópio com câmara digital. Para a análise metalográfica de corrosão utilizaram-se microscopia com aumentos de 20X e 40X, com o apoio do software MOTIC SPECIAL PLUS<sup>®</sup> para a captura de imagens. Pode-se assim observar que o efeito corrosivo por oxidação do combustível nas amostras de aço carbono utilizadas no teste, aumenta consideravelmente quando aumentamos o teor de álcool no combustível.*

**Palavras-chave:** *metalografia, corrosão, álcool e gasolina.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Os usuários de veículos automotivos bicompostíveis estão aumentando cada vez mais a utilização do álcool como combustível, por este ser um combustível alternativo menos poluente, e por ser mais viável financeiramente em boa parte do ano. Recentemente os fabricantes de motocicletas começaram a produção de motocicletas bicompostíveis, logo se faz extremamente necessário o estudo dos prós e contras da utilização do álcool.

A corrosão por oxidação em tanques de combustível de aço é um grande problema encontrado na utilização de combustíveis com altos teores de álcool, pois provoca entupimento dos bicos injetores e altera composição do combustível a ser queimado.

Este estudo tem como objetivos desenvolver metodologia para teste de corrosão por oxidação em chapas de aço que estão em contato com diferentes composições de combustíveis, e analisar efeito corrosivo de misturas com altos teores de álcool, em tanque de combustível de aço sem tratamento superficial, para tal utilizou-se como modelo um tanque de aço 1020 (novo) de combustível de motocicleta 150 cc a gasolina.

Para o teste de corrosão separaram-se três amostras do tanque para inserir em três recipientes de 350 ml, que foram preenchidos com E22, E61 e AEHC.

Os testes de corrosão foram realizados no Laboratório de Metrologia Dimensional do Departamento de Eng. Mecânica, Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas (EST-UEA).

### **2. METODOLOGIA PARA OS ENSAIOS DE CORROSÃO**

Para o teste de corrosão utilizou-se um tanque de combustível novo de aço carbono 1020, para a obtenção das amostras, pois o tanque de combustível normalmente é o primeiro a apresentar oxidação quando se substitui gasolina por álcool em uma motocicleta adaptada. Separaram-se três amostras para inserir em três recipientes de 350 ml, que foram preenchidos com três misturas com diferentes percentuais de álcool e gasolina.

Os testes de corrosão foram realizados no Laboratório de Metrologia Dimensional do Departamento de Eng. Mecânica, Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas (EST-UEA).

## 2.1. Proporções de álcool e gasolina utilizados nos ensaios de corrosão

- Gasolina padrão E22, com 22% de AEAC (álcool etílico anidro combustível) em sua composição e 78% de gasolina pura.
- AEHC (álcool etílico hidratado combustível<sup>1</sup>), com 5 a 7% de água em sua composição de acordo com a ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis).
- E61, resultado da mistura de 50% de AEHC e 50% de gasolina padrão E22.

## 2.2. Determinação do teor de álcool etílico anidro na gasolina

As análises do teor de álcool etílico na gasolina foram realizadas de acordo com a ABNT NBR 13992 “Gasolina automotiva - Determinação do teor de álcool etílico anidro combustível (AEAC)”. A realização desta análise é importante, pois possibilita conhecer a real proporção de álcool e gasolina no combustível a ser analisado. A Figura (1) mostra a vidraria utilizada nos testes.

- Proveta de 250 ml para coleta de combustível do galão de combustível;
- Béquer para adição de água e combustível no recipiente de análise;
- Proveta de 100 ml para a mistura de 50 ml de combustível, 50 ml de água.

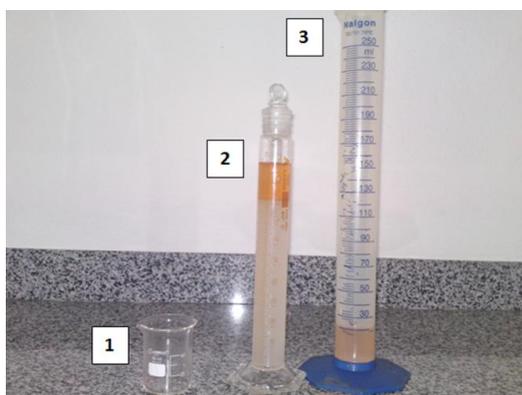


Figura 1. Béquer de 50 ml (1), Proveta de 100 ml (2) e Proveta de 250 ml (3).

As análises são realizadas conforme descrito a seguir:

- Com uma proveta de 100 ml, adiciona-se 50 ml de água e depois 50 ml do combustível a ser analisado.
- Tampar proveta e inverter 10 vezes e deixá-la em uma superfície plana por 10 min.
- Anotar o volume final da fase aquosa em mililitros, com aproximação de 0,5 ml.

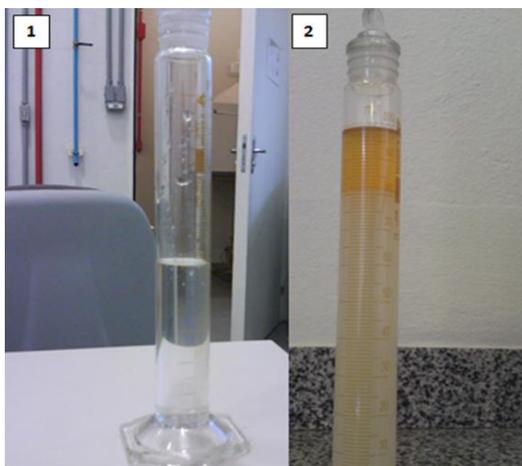


Figura 2. Prova de 100 ml com 50 ml de água (1), proveta com 50 ml de água e 50 ml de combustível.

<sup>1</sup> A nova nomenclatura adotada para o álcool no Brasil denomina o álcool combustível de *etanol*, adaptando-o à nomenclatura internacional.



Figura 3. Três amostras dos combustíveis utilizados.

### 2.3. Método para o preparo de amostras para a análise metalográfica de corrosão

Para preparar as amostras para o teste utilizaremos os seguintes equipamentos:

- Máquina cortadora metalográfica.
- Máquina poltriz – lixadeira.

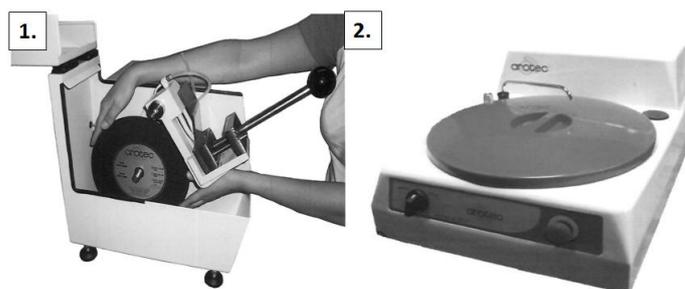


Figura 4. Máquina cortadora metalográfica (1) e máquina poltriz-lixadeira.

Para a preparação das amostras foram seguidos os passos abaixo:

1º passo – O pedaço da chapa do tanque retirado foi cortado em quatro partes, uma para permanecer ao ar livre e três para o teste de corrosão em diferentes proporções de combustíveis.

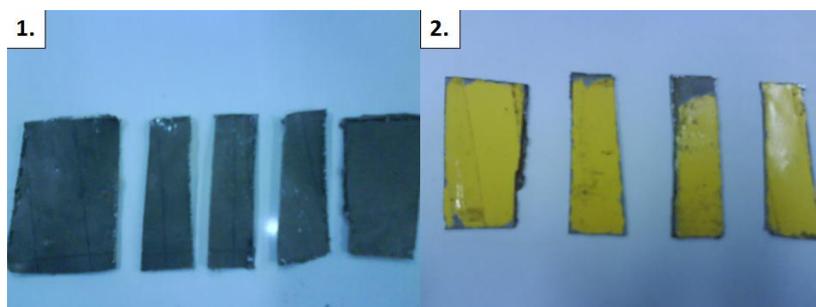
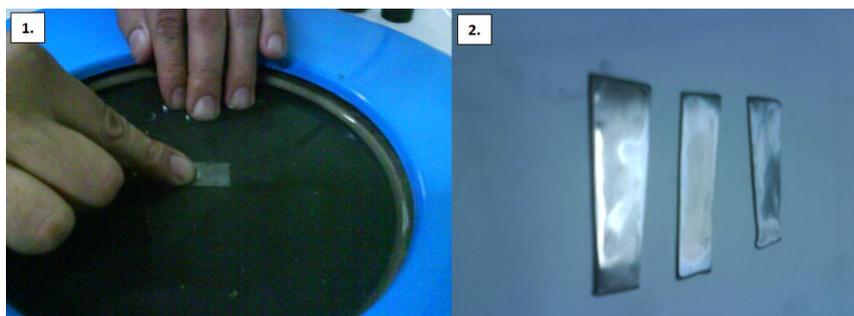


Figura 5. Amostras do tanque de combustível de chapa de aço 1020, lado interno sem revestimento (1) e lado externo com pintura amarela (2).

2º passo – Lixar a superfície escolhida, para retirar a pintura do tanque de combustível, que poderia vir a interferir no teste de corrosão devido a diferentes composições do combustível



**Figura 6. Superfície sendo lixada (1). Amostras após lixamento sem a camada de pintura (2).**

3º passo – Polimento da superfície escolhida para a análise, para facilitar visualização da corrosão através da microscopia.

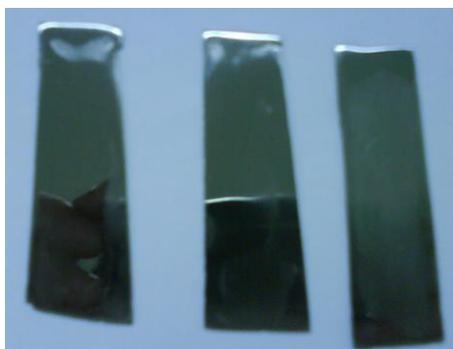


**Figura 7. Solução à base de alumínio para polimento da superfície.**



**Figura 8. Adição de solução na superfície da lixa de polimento (1), polimento da amostra (2).**

4º passo – Após polimento das amostras estas foram imediatamente imersas, em recipiente com 350 ml contendo os combustíveis de E22, E61 e AEHC. As amostras ficaram imersas por um intervalo de tempo de nove dias, 19 horas e 30 minutos.



**Figura 9. Amostras com um lado polido, espelhado para posterior análise metalográfica.**



Figura 10. Amostra dentro de recipiente com 350 ml de álcool hidratado (1), três recipientes com E22, E61 e AEHC (2).

#### 2.4. Equipamentos para a análise metalográfica de corrosão

Para a análise metalográfica de corrosão foi utilizada uma lupa com aumentos de 20X e 40X, com o apoio do software MOTIC SPECIAL PLUS<sup>®</sup> para a captura de imagens. A seguir os equipamentos utilizados:



Figura 11. Lupa com câmera digital para captura de imagens.



Figura 12. Computador integrado com câmera digital para tratamento de imagens.

Abaixo as telas de ajuste de imagens e captura de imagens do software MOTIC SPECIAL PLUS<sup>®</sup>:

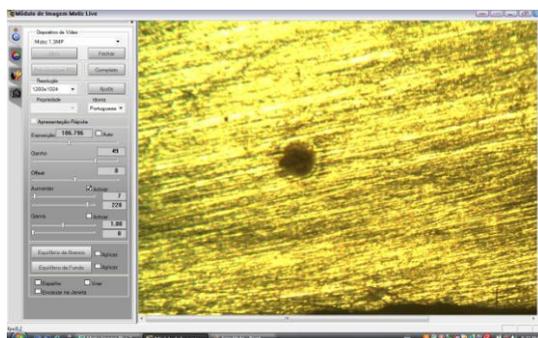


Figura 13. Tela 1 para ajuste de imagens do software MOTIC SPECIAL PLUS<sup>®</sup>.

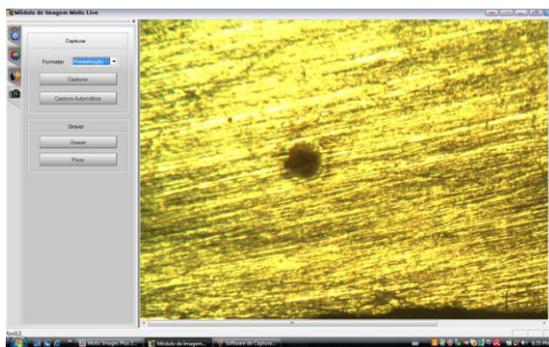


Figura 14. Tela 2 para captura de imagens do software MOTIC SPECIAL PLUS®.

### 3. RESULTADOS DOS TESTES DE OXIDAÇÃO POR CORROSÃO

As amostras ficaram imersas nos combustíveis, em recipientes fechados de 350 ml, por nove dias, 19 horas e 30 minutos. Início e final do teste conforme descrito abaixo:

- Início do teste de corrosão: 11/08/2009 as 22h30.
- Final do teste de corrosão: 21/08/2009 as 18h00.

Resultados do teste referentes à quantidade de pontos de oxidação a olho nu:

- Gasolina comum E22: 0 pontos de oxidação;
- Combustível E61: 2 pontos de oxidação;
- Álcool etílico hidratado (AEHC): 16 pontos de oxidação.

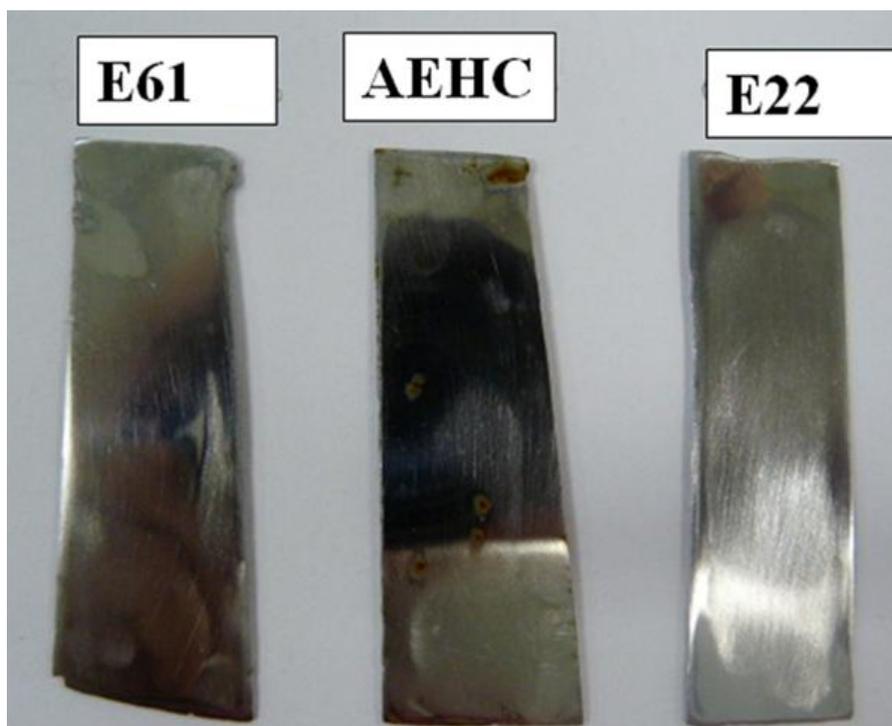
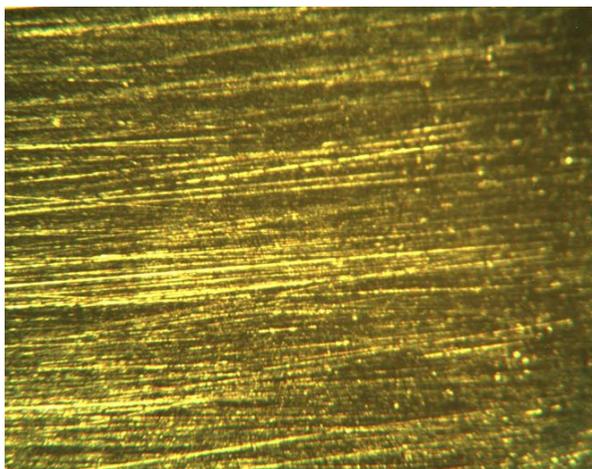


Figura 15. Amostras após 10 dias imersas nos combustíveis.

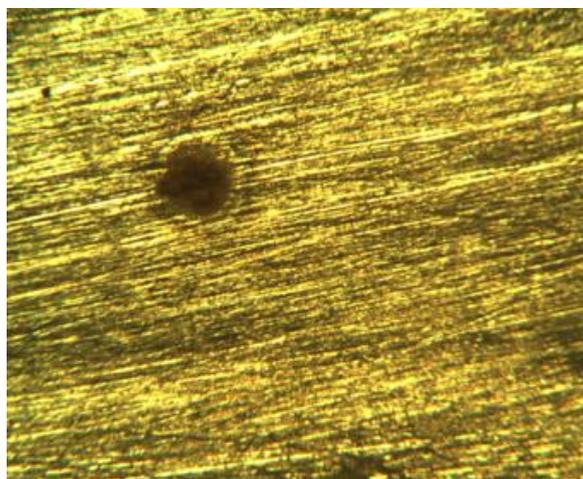
Pode-se assim observar que o efeito corrosivo por oxidação do combustível nas amostras de aço carbono utilizadas no teste, aumenta consideravelmente quando aumentamos o teor de álcool no combustível.

#### 3.1. Análises metalográfica da corrosão

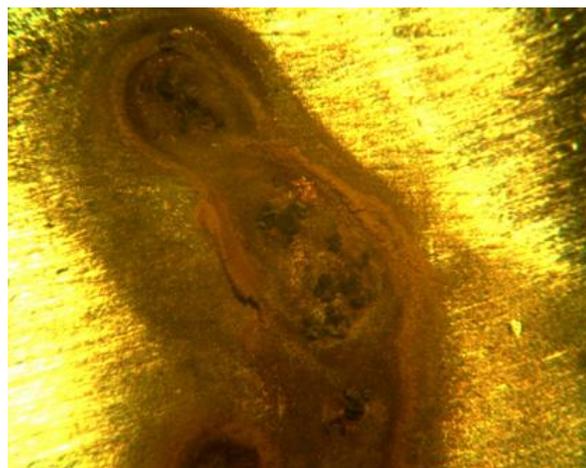
A seguir as fotografias obtidas com o auxílio do software MOTIC SPECIAL PLUS®, todas com aumento de 40X.



**Figura 16.** Superfície da amostra imersa em gasolina comum E22, com zoom de 40X.



**Figura 17.** Superfície da amostra imersa em combustível E61, com aumento de 40X.



**Figura 18.** Superfície da amostra imersa em álcool hidratado (AEHC), com aumento de 40X.

A Figura (16) mostra que para o ensaio com gasolina comum a amostra de aço carbono do tanque não sofreu oxidação, pois não apresentou nenhum ponto característico. Já na Figura (17), da amostra imersa em E61, foi observado um ponto de oxidação com tamanho muito menor do que o da amostra imersa em AEHC da Fig. (18).

#### **4. CONCLUSÕES**

Foi possível observar a partir das fotografias obtidas com aumento de 40X, que a gasolina comum E22 não provocou nenhuma oxidação aparente. O combustível E61 provocou uma oxidação em um nível muito pequeno comparando-se com a oxidação provocada pelo AEHC.

Após os ensaios realizados, foi observado que os pontos de oxidação aumentaram quando se aumentou o teor de álcool na mistura, resultado que tem como justificativa o fato de que a quantidade de oxigênio no combustível aumenta consideravelmente com aumento no teor de álcool na mistura, pois o álcool hidratado utilizado nos ensaios possui de 5 a 7% de H<sub>2</sub>O em sua composição.

Através dos resultados obtidos observam-se a rápida oxidação do aço carbono 1020 (sem tratamento químico superficial), material comumente utilizado em tanques de combustível de motocicletas, quando se utiliza o álcool hidratado combustível (AEHC). Faz-se desta forma necessária a utilização de um tratamento superficial duradouro e eficiente em tanques com este tipo de aço, pois qualquer falha no processo do revestimento interno do tanque levaria a uma corrosão por oxidação do aço do tanque e poderia provocar entupimento dos bicos injetores, bem como, alterar a composição do combustível a ser queimado.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

A todos os nossos amigos e professores que auxiliaram de alguma forma neste estudo.

À Universidade do Estado do Amazonas por nos fornecer espaço e instrumentos para a execução dos testes.

#### **6. REFERÊNCIAS**

ABNT NBR 13992, 2008, "Gasolina automotiva – Determinação do teor de álcool etílico anidro combustível", Segunda Edição.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS: <http://www.anp.gov.br>, acesso em 10/08/2009.



**VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING**  
**18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil**  
*August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil*

## **METALLOGRAPHIC ANALYSIS OF THE CORROSION BY ETHANOL AND GASOLINE IN STEEL PLATES OF THE FUEL TANK WITHOUT SURFACE TREATMENT**

**Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Neto, Rubelmar\_net@hotmail.com<sup>1</sup>**

**José Costa de Macêdo Neto, jotamateriais@yahoo.com.br<sup>1</sup>**

**Sergio Duvoisin Junior, sjunior@uea.edu.br<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Amazonas, Av. Darcy Vargas, 1200, CEP 69065-020 – Manaus-AM.

***Abstract** The corrosion by oxidation in fuel tanks is a big problem of the use of fuels with high levels of ethanol, it causes obstruction of nozzles and changes the composition of the fuel to be burned. In this study separated three samples of steel fuel tank, which were ground and polished and placed in three containers of 350 ml of gasoline E22, E61 and AEHC (fuel ethanol), and after a period of ten days were taken for analysis metallographic microscope with digital camera. For the metallographic analysis of corrosion were used microscopy zoom 20X and 40X, with the help of software MOTIC SPECIAL PLUS for capturing images. We can observe that the corrosive oxidation of the fuel in the samples of carbon steel used in the test increases considerably when we increase the ethanol content in fuel.*

***Keywords:** metallography, corrosion, ethanol and gasoline.*