



UNIBAHIA
FACULDADES INTEGRADAS IPITANGA
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

MICHELL THOMPSON FERREIRA DA MATA

INIBIÇÃO DA CORROSÃO DOS AÇOS UTILIZADOS NOS
PRODUTOS ESTAMPADOS NA ÁREA AUTOMOTIVA COM
A UTILIZAÇÃO DO BENZOTRIAZOL

LAURO DE FREITAS
2013

MICHELL THOMPSON FERREIRA DA MATA

**INIBIÇÃO DA CORROSÃO DOS AÇOS UTILIZADOS NOS
PRODUTOS ESTAMPADOS NA ÁREA AUTOMOTIVA COM
A UTILIZAÇÃO DO BENZOTRIAZOL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito final para obtenção do título de
Engenheiro de Produção Mecânica, pela
Faculdade UNIBAHIA.

ORIENTAÇÃO: Neyana Borges Pastore.

LAURO DE FREITAS
2013

DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho á minha **família**, pois foram eles que sempre estiveram ao meu lado nos vários momentos vivenciados, momento felizes, tensos, difíceis, gratificantes e sem dúvida alguma emocionantes, durante toda jornada acadêmica.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram no decorrer desta jornada, em especialmente:

A Deus, a quem deve a minha vida.

Agradeço também a todos os professores que me acompanharam durante a graduação, em especial a Professora Neyana Borges Pastore, responsáveis pela realização deste trabalho.

Dedico esta, bem como todas as minhas demais conquistas, aos meus amados pais que sempre me apoiaram.

E o que dizer a minha namora?

Obrigado pela paciência, pelo incentivo, pela força e principalmente pelo carinho.

Valeu a pena toda distância, todo sofrimento, todas as renúncias... Valeu a pena esperar... Hoje estamos colhendo, juntos, os frutos do nosso empenho!

Esta vitória é muito mais de vocês do que minha!!!

RESUMO

A busca incessante de novos métodos e produtos para reduzir ao máximo o processo de corrosão em peças de aço carbono, sem alterar drasticamente a qualidade do mesmo, veem sendo executada por diversos pesquisadores, a fim de diminuir a quantidade de perdas, tanto financeiras quanto de produtividade, que hoje temos no setor automotivo, e ao mesmo tempo diminuir a quantidade de produtos antioxidantes que acabam prejudicando aos colaboradores envolvidos no processo e ao impacto com o meio ambiente.

Foi realizado um estudo do sinergismo álcool - benzotriazol como inibidor de corrosão para os aço estampados para o setor automotivo em meio a diversos ambientes dos quais são expostos. Os resultados mostraram que a corrosão é generalizada para o aço carbono e foi verificado em todos os meios contendo álcool - benzotriazol que o mesmo se comporta como um inibidor sobre o aço carbono em todos os meios estudados, a corrosão leva muito mais tempo para atacar a peça exposta.

Palavras-chaves: Corrosão, aço, setor automotivo, estampados metálicos, Benzotriazol.

ABSTRACT

The relentless pursuit of new methods and products to minimize the corrosion process on carbon steel parts without drastically change the quality of it they see being performed by various researchers in order to decrease the amount of losses both financial and productivity we have today in the automotive sector while decreasing the amount of antioxidant products that end up hurting the employees involved in the process and the impact to the environment.

Benzotriazole as a corrosion inhibitor for steel stampings for the automotive industry amidst diverse environments which are exposed - a study of the synergism alcohol was performed. The results show that the corrosion is generalized to the carbon steel was observed in all media containing alcohol - benzotriazol that it behaves as an inhibitor of mild steel in all investigated media corrosion takes much more time to attack part exposed.

Keywords : Corrosion , steel, automotive , metal stamping , Benzotriazole.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	07
2 PROBLEMA	08
3 PERGUNTA DE INVESTIGAÇÃO	09
4 HIPÓTESE.....	10
5 JUSTIFICATIVA	11
6 OBJETIVO	12
6.1 OBJETIVO GERAL.....	12
6.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	12
7 METODOLOGIA.....	13
8 QUADRO TEÓRICO	14
8.1 AÇO CARBONO	14
8.2 CORROSÃO	14
8.3 INIBIDORES DE CORROSÃO	15
8.4 ESTUDOS DO EMPREGO DE INIBIDORES DE CORROSÃO	18
8.5 BENZOTRIAZOL.....	20
8.6 ESTUDOS REALIZADOS DO BENZOTRIAZOL.....	21
8.7 ÁLCOOIS COMO INIBIDORES DE CORROSÃO.....	22
8.8 ÁLCOOIS COMO INIBIDORES DE CORROSÃO PARA O AÇO CARBONO.....	23
9 RESULTADOS E DISCURSÃO	24
9.1 ESTUDOS DAS SOLUÇÕES	24
9.2 ESTUDOS ELETROQUÍMICOS	24
10 CONCLUSÃO.....	25
11 REFERÊNCIAS	26
12 ANEXO.....	27

1 INTRODUÇÃO

Aço é uma liga metálica formada essencialmente por ferro e carbono, com porcentagem deste último variando entre 0,08 e 2,11%. Distingue-se do ferro fundido, que também é uma liga de ferro e carbono, mas com teor de carbono entre 2,11% e 6,67%.

O carbono é um material muito usado nas ligas de ferro, porém varia com o uso de outros elementos como: magnésio, cromo, vanádio e tungstênio. O carbono e outros elementos químicos agem com o agente de resistência, prevenindo o deslocamento em que um átomo de ferro em uma estrutura cristalina para passa para outro.

No setor automotivo, a utilização do aço na constituição do produto final chega a quase 80%. O maior vilão atualmente, no setor automotivo, é a oxidação do aço que nada mais é do que processo de deterioração do material que produz alterações prejudiciais e indesejáveis nos elementos estruturais. Sendo o produto da corrosão um elemento diferente do material original, a liga acaba perdendo suas qualidades essenciais, tais como resistência mecânica, elasticidade, ductilidade, estética, etc.

O objetivo dessa pesquisa é estudar os motivos que levam os aços utilizados em processo de estamparia nos setores automotivos ao seu estado de corrosão e comparar o efeito do Benzotriazol como inibidor destas oxidações assim reduzindo os desperdícios no setor.

A busca incessante de novos métodos e produtos para reduzir ao máximo esse processo de corrosão sem alterar drasticamente a qualidade do aço veem sendo executada por diversos pesquisadores a fim de diminuir a quantidade de percas tanto financeiras quanto de produtividade que hoje temos no setor automotivo e ao mesmo tempo diminuir a quantidade de produtos antioxidantes que acabam prejudicando aos colaboradores envolvidos no processo e ao impacto com o meio ambiente.

2 PROBLEMA

No setor automotivo o maior vilão referente aos produtos estampados é a corrosão, que vem acarretando em inúmeras perdas de peças já prontas que poderiam ser utilizadas no produto final.

Essa corrosão nas peças faz com que as mesmas sejam descartadas sem que os custos investidos em seu processo retornem.

3 PERGUNTA DE INVESTIGAÇÃO

O Benzotriazol misturado ao álcool etanol é capaz de inibir a ação da corrosão nas peças estampadas no setor automotivo?

4 HIPÓTESE

O Benzotriazol já foi utilizado como inibidor de corrosão para os aços carbonos 1008 empregando como solventes água e misturas água-álcool. O que varia nas peças metálicas estampadas para os automóveis são os teores de carbono adicionados em sua estrutura.

O Benzotriazol, na mistura com o álcool etanol, inibi a corrosão nas peças de aço estampadas para os automóveis, seja qual for o seu teor de carbono.

5 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema prende-se ao fato de que no setor automotivo, a utilização do aço na constituição do produto final chega a quase 80%. O maior vilão atualmente, do setor é a corrosão dos aços, que nada mais é do que processo de deterioração do material que produz alterações prejudiciais e indesejáveis nos elementos estruturais. Sendo o produto da corrosão um elemento diferente do material original, a liga acaba perdendo suas qualidades essenciais, tais como resistência mecânica, elasticidade, ductilidade, estética, etc.

6 OBJETIVO

6.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a inibição da corrosão dos aços utilizados em processo de estamparia no setor automotivo a partir da mistura álcool etano mais Benzotriazol.

6.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

O objetivo específico dessa pesquisa é estudar os motivos que levam os aços ao seu estado de corrosão, e comparar o efeito do Benzotriazol, mais álcool, como inibidor destas corrosão.

7 METODOLOGIA

Esta pesquisa será desenvolvida utilizando o método hipotético-dedutivo que consiste na construção de conjecturas (hipóteses) que devem ser submetidas a testes, os mais diversos possíveis, à crítica intersubjetiva, ao controle mútuo pela discussão crítica, para verificar quais são as hipóteses que persistem como válidas resistindo as tentativas de falseamento, sem o que seriam refutadas. Neste caso a experimentação será por meio de um estudo utilizando o benzotriazol para inibir a corrosão.

Para tanto será necessário a realização de uma pesquisa bibliográfica, documental e experimental. A pesquisa bibliográfica servirá para melhor embasamento teórico e científico da proteção das peças de aço contra oxidação por diversos fatores. Já a pesquisa documental será necessária para referência de sua aplicação e utilização em um ambiente industrial. E a pesquisa experimental que comprovará a sua real eficácia.

Quanto à coleta de dados serão utilizadas fontes primárias (peças estampadas, óleos protetivos, etc.) e secundárias (livros, sites, artigos, dissertações). O tratamento desses dados será qualitativo, pois considerará a qualidade da eficiência da técnica associada a interpretação e indiretos, pois estará baseado em obras de Autores pesquisados.

A pesquisa foi desenvolvida em uma empresa de estamparia que fornece peças estampadas em aço. A empresa fica localizada no polo de Camaçari-BA, onde o clima na maior parte do tempo é úmido e o ar poluído por conta das empresas petroquímicas que rodeiam todo o bairro.

Os estudo iniciaram no dia 7 de janeiro de 2013 e teve seu termino no dia 10 de junho de 2013 e suas etapas foram dividida em:

Etapa 1: análise da literatura focando nas seguintes áreas: metalurgia automotiva, oxidação e corrosão dos aços, Benzotriazol.

Etapa 2: testes do produto considerando um cenário de uso.

Etapa 3: avaliação dos resultados obtidos através da utilização do Benzotriazol.

8 QUADRO TEÓRICO

8.1 AÇO CARBONO

O aço carbono é uma liga metálica constituída basicamente de ferro e carbono, onde a quantidade deste elemento pode variar de 0,08% até aproximadamente 2,11%; apresenta ainda certos elementos residuais, resultantes de seu processo de fabricação. O limite de 0,08% de carbono está relacionado à sua máxima capacidade de se solubilizar no ferro à temperatura ambiente, enquanto que o segundo 2,11%, à máxima quantidade de carbono que se dissolve à temperatura de 1148°C.

Os principais elementos residuais do aço carbono são: P (fósforo), S (enxofre), Mn (manganês) e Si (silício), sendo esses responsáveis pelas inclusões não metálicas, quando reagem entre si, ou com outros elementos não metálicos, como oxigênio e nitrogênio.

Não existe uma classificação dos aços considerada precisa e completa, principalmente com relação aos aços carbono, em virtude da frequente inclusão de novos elementos gerando novos aços com novas propriedades.

Ainda assim, a ABNT (Associação Brasileira de Normas e Técnicas), a SAE-AISI (Society Automotive Engineers) e a ASTM (American Society for Testing and Materials), entre outras, possuem sistemas que têm atendido às atuais necessidades. Os critérios adotados pela ABNT, na classificação do aço carbono levam em conta a sua aplicabilidade bem como a sua composição química.

Na classificação da composição química, os aços são indicados com números de quatro dígitos, os dois primeiros indicam que é o aço carbono, e os dois últimos, o teor médio de carbono. Por exemplo, o aço carbono em estudo é o 1008, os dois primeiros dígitos, “10” indicam ser um aço carbono, e os dois últimos “08”, que possui teor médio de carbono de 0,08%.

8.2 CORROSÃO

A corrosão consiste na deterioração dos materiais pela ação química ou eletroquímica do meio, podendo estar ou não associado a esforços mecânicos. Ao se considerar o emprego de

materiais na construção de equipamentos ou instalações é necessário que estes resistam à ação do meio corrosivo, além de apresentar propriedades mecânicas suficientes e características de fabricação adequadas. A corrosão pode incidir sobre diversos tipos de materiais, sejam metálicos como os aços ou as ligas de cobre, por exemplo, ou não metálicos, como plásticos, cerâmicas ou concreto. A ênfase aqui descrita será sobre a corrosão dos materiais metálicos. Esta corrosão é denominada corrosão metálica. Dependendo do tipo de ação do meio corrosivo sobre o material, os processos corrosivos podem ser classificados em dois grandes grupos, abrangendo todos os casos deterioração por corrosão:

- Corrosão Eletroquímica
- Corrosão Química.

Os processos de corrosão eletroquímica são mais frequentes na natureza e se caracterizam basicamente por:

- Necessariamente na presença de água no estado líquido; Temperaturas abaixo do ponto de orvalho da água, sendo a grande maioria na temperatura ambiente;
- Formação de uma pilha ou célula de corrosão, com a circulação de elétrons na superfície metálica.

8.3 INIBIDORES DE CORROSÃO

Inibidor de corrosão é uma substância que adicionada, em pequenas concentrações, ao meio em que se encontra imerso o material metálico, diminui a velocidade de corrosão do mesmo de várias ordens de grandeza.

Os inibidores podem ser classificados quanto à sua composição química em inibidores inorgânicos e orgânicos. Os inibidores orgânicos estão sendo mais utilizados ultimamente por apresentarem algumas vantagens em relação aos inorgânicos. Os inibidores orgânicos possuem menor custo e causam menor índice de contaminação ao meio ambiente, por serem empregados em baixas concentrações.

Os inibidores podem ser classificados também, quanto ao seu comportamento, em relação aos processos de oxidação e de redução, como inibidores catódicos (redução),

anódicos (oxidação) ou mistos (reação e oxidação). Os inibidores catódicos atuam sobre as reações de redução, formando um filme na superfície do metal, que impede a difusão de oxigênio e a condução de elétrons, deslocando o potencial para valores mais negativos.

Os inibidores anódicos atuam sobre as reações de oxidação, formando um filme na superfície do metal com ação protetora, deslocando o potencial para valores mais positivos. Os inibidores mistos atuam ao mesmo tempo sobre as reações de redução e oxidação. Como exemplo de inibidor catódico podem-se citar sulfatos de zinco, de magnésio, de níquel e de anódicos, substâncias como hidróxidos, carbonatos, silicatos, metais alcalinos e inibidores misto, o aminobenzenotiol e o benzotriazol.

A adição de um inibidor a um sistema eletroquímico promove adsorção das moléculas do inibidor na interface metal-solução, causando, em geral, uma mudança de potencial nesta interface. A interface metal-solução é caracterizada por uma dupla camada elétrica. A presença de um inibidor dentro da dupla camada elétrica muda sua composição e estrutura. Medidas de capacitância da dupla camada elétrica antes e após a adição do inibidor podem ser usadas para monitorar o comportamento deste.

Estudos verificados por V. S. Sastri, mostram que a interação de íons ou moléculas polares neutras com a dupla camada elétrica afeta sua estrutura assim como suas propriedades. Quando um composto orgânico aproxima - se e adsorve - se na interface metal - solução o processo pode ser representado por: $M(nH_2O)_{ads} + I_{(sol)} \rightarrow MI_{ads} + nH_2O_{(sol)}$

O inibidor (I) adsorve no metal (M) e desloca moléculas de água (n) inicialmente adsorvidas no metal. A adsorção do inibidor no metal ocorre porque a energia de interação entre o metal e o inibidor é maior do que a energia de interação entre o metal e as moléculas de água.

A adsorção do inibidor é caracterizada por uma carga residual na superfície do metal e pela natureza e estrutura química do inibidor. Duas formas de adsorção de um inibidor orgânico na superfície do metal podem ocorrer: adsorção física ou eletrostática e adsorção química ou quimissorção (empregada na separação de misturas. Nela as moléculas ou átomos unem-se à superfície do adsorvente através da formação de ligações químicas (geralmente

covalentes) e tendem a se acomodarem em sítios que propiciem o maior número de coordenação possível com o substrato).

As forças na adsorção eletrostática são em geral fracas. As espécies inibidoras adsorvidas no metal por forças eletrostáticas podem também ser adsorvidas facilmente. A principal característica de uma atração eletrostática é que os íons não estão em contato direto físico com o metal. As moléculas de água separam os metais dos íons. O processo de adsorção física apresenta uma baixa energia livre (em módulo), em geral da ordem de dezenas de $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ e independe da temperatura.

A adsorção química é provavelmente o mais importante tipo de interação entre a superfície e a molécula inibidora. As espécies adsorvidas estão em contato com a superfície do metal. As energias livres de adsorção são, em geral, da ordem de centenas de $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

O processo de adsorção química é mais lento que o processo de adsorção física. A transferência de elétrons do inibidor para o metal é facilitada, quando a molécula do inibidor tem um par de elétrons descompartilhados de um átomo doador do grupo funcional. A presença de elétrons π provenientes de anéis aromáticos pode facilitar a transferência do inibidor para o metal.

A energia envolvida na adsorção depende da densidade de elétrons do átomo doador do grupo funcional e da polarizabilidade do grupo. A área molecular, peso molecular e estrutura molecular têm sido importantes na eficiência de compostos orgânicos como inibidores de corrosão.

Interações entre moléculas inibidoras adsorvidas na superfície do metal podem ter influência positiva ou negativa na eficiência inibidora. Atração com interações laterais entre as moléculas inibidoras contendo cadeias longas de hidrocarbonetos com forças de Van der Waals, ocasionam uma forte adsorção e alta eficiência inibidora.

Segundo Tomas, J. G. N, existem algumas formas de um composto químico atuar como um inibidor de corrosão: Alterando a dupla camada elétrica: espécies adsorvidas na interface metal-solução, produzem uma nova distribuição de cargas e com isso uma variação do potencial.

Através da formação de barreiras físicas: a adsorção do inibidor pode formar uma película, que atue como uma barreira física, capaz de causar uma polarização por resistência ou por concentração.

Redução da reatividade do metal: a interação entre o inibidor adsorvido e os átomos metálicos superficiais impede a reação entre o material e o meio. O inibidor pode atuar sobre os sítios mais ativos, diminuindo a velocidade da reação catódica, anódica, ou atuar sobre ambas.

Formação de complexo: o inibidor pode atuar através das reações com intermediário do processo de corrosão, formando filmes na interface. Técnicas instrumentais modernas, como XPS (X-ray photoelectron spectroscopy), AES (Auger electron spectroscopy) e SIMS (secondary ion mass spectrometry), têm auxiliado no estudo da formação e composição dos filmes de inibidores.

Um estudo com grandes detalhes foi realizado por Hashemi e Hogarth onde verificaram a estrutura e a composição de filmes inibidores na superfície do cobre em meio de NaCl (Cloro de Sódio) pelo inibidor benzotriazol utilizando técnicas de espectroscopia eletrônica.

8.4 ESTUDOS DO EMPREGO DE INIBIDORES DE CORROSÃO

Na literatura muitos trabalhos são encontrados de inibidores de corrosão para o aço carbono, utilizando-se apenas um inibidor ou mais de um, para se obter uma eficiência inibidora mais elevada do que quando estudado separadamente, com o objetivo de se alcançar um efeito sinérgico para os meios em estudo.

Os resultados experimentais sugerem que a imidazolina (composto orgânico inibidor) é um bom inibidor de corrosão em diferentes concentrações enquanto a amida (derivados de oxiácidos no qual uma hidroxila ácida -OH é substituída por um grupo amina -NH₂) apresenta baixos valores de eficiência. Os resultados teóricos baseados na teoria da densidade funcional indicam que a imidazolina apresenta a melhor eficiência inibidora, por dois motivos: apresenta sítios ativos (dois átomos de nitrogênio) e geometria plana do anel heterocíclico.

Bentiss, F. estudou alguns inibidores triazólicos (compostos químicos isoméricos com a fórmula molecular $C_2H_3N_3$) de corrosão para o aço carbono em meio de ácido clorídrico. Num dos estudos Bentiss, Traisnel, Gengembre e Lagrenée verificaram o efeito do triazol (DHT), usando medidas eletroquímicas e perda de massa. Nas curvas de polarização pode-se chegar a uma eficiência de 98%. Através dos espectros de XPS, da superfície do metal com solução contendo 1 mol.L^{-1} de HCl (ácido clorídrico), observou-se que as moléculas de DHT aparecem adsorvidas segundo o modelo da isoterma de Langmuir.

O efeito do inibidor fenol (PPT) foi estudado por Bentiss, Traisnel, Gengembre e Lagrenée através de espectroscopia de impedância eletroquímica, curvas de polarização potencio dinâmica e ensaios gravimétricos. Os resultados mostram que é um bom inibidor de corrosão para o aço carbono. Os espectros de XPS e espectroscopia eletrônica de varredura mostraram que o inibidor está adsorvido na superfície do metal e segue o modelo da isoterma de Langmuir.

O efeito do inibidor tienil mais amino mais triazol (TAT) foi estudado por Bentiss, Lagrenée, Traisnel e Hornez em meio de ácido sulfúrico e ácido clorídrico para o aço carbono, utilizando medidas de perda de massa e espectroscopia de impedância eletroquímica.

Os estudos eletroquímicos mostram que o TAT é um inibidor anódico. Parâmetros como resistência de transferência de carga e capacitância foram analisados e indicam a adsorção do TAT na superfície do metal, principalmente para a formação de um filme protetor que aumenta quando se aumenta o tempo de exposição. O inibidor é capaz de reduzir a corrosão do aço mais efetivamente em meio de ácido clorídrico do que de ácido sulfúrico. Nos dois meios ácidos estudados o inibidor adsorve na superfície do metal, através do modelo da isoterma de Langmuir.

O efeito da adição de alguns cátions como Na^+ , Al^{3+} e Zn^{2+} na corrosão do aço carbono em meio de ácido sulfúrico foi estudo por Wahdan. O inibidor 2-mercaptobenzimidazol foi empregado. As técnicas de polarização potencio dinâmica foram utilizadas, com temperaturas variando de 30°C a 50°C . A eficiência do inibidor misto foi estudada em diferentes concentrações dos cátions, variando de 10^{-6} a $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Foi verificado que a presença dos cátions metálicos juntamente com o inibidor aumenta a eficiência inibidora em todas as concentrações e nas diferentes temperaturas estudadas.

A influência do processo de inibição para o aço carbono por brometo de cetil trimetil amônio (CTAB), em meio de ácido sulfúrico e ácido clorídrico foi verificado, por Soror e El-Ziady. Utilizaram-se como técnicas medidas de perda de massa, polarização e potencial de circuito aberto. Estudos de polarização revelam que o comportamento inibidor é mais efetivo em ácido sulfúrico do que em ácido clorídrico. As medidas de potencial de circuito aberto evoluem para valores de potencial menos negativos.

Tratamentos superficiais foram realizados para o aço carbono em soluções contendo fosfatos:

TDP, tridecilsulfato, e MOP, metacriloxietilsulfato, em meio de soluções de cloreto de sódio por Truc, Pébère, Hang, Hervaud e Boiutevin. A presença das soluções contendo TDP e MOP produz um efeito sinérgico na formação de um filme protetor na superfície do metal. O filme protetor é relativamente espesso e poroso.

Análises por infravermelho indicam que o filme é essencialmente do complexo $\text{Fe}(\text{TDP})_n$. Verificou-se que a formação do filme ocorre em dois estágios: primeiro, ativação do MOP e dissolução do substrato com a produção de íons Fe^{+3} na interfase, e o favorecimento da formação do complexo.

8.5 BENZOTRIAZOL

O benzotriazol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_3$), é uma amina aromática, anfótera, podendo se apresentar em meio aquoso, em três diferentes formas: neutra (BTAH), catiônica (BTAH_2^+) e aniônica (BTA^-).

O benzotriazol de massa molecular $119,12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, se apresenta na forma de flocos quando possui impurezas e na forma de pó quando puro; sua coloração pode variar de amarela a branca dependendo da sua pureza. Seu ponto de fusão é de 96°C , não possui odor característico, a solubilidade em água a 20°C é de $1,9\% \text{ m/m}$. A decomposição térmica começa a partir de 160°C , possui baixo grau de toxicidade, não é higroscópico e nem oxidante.

8.6 ESTUDOS REALIZADOS DO BENZOTRIAZOL

O benzotriazol vem sendo estudado como inibidor de corrosão para o cobre, ligas de cobre, ferro, aço carbono e aços inoxidáveis. Os estudos realizados no Laboratório de Caracterização de Interfaces Eletroquímicas do IQ-USP, por Da Costa, Agostinho, Rubim e Chagas com cobre mostraram que o filme inibidor formado corresponde ao complexo benzotriazolato cuproso, polimérico mesmo em meio de ácido sulfúrico, onde o produto da corrosão é o íon Cu (Cobre). Os estudos com latão mostraram que o complexo com o Cu continua sendo responsável pela ação inibidora e, em consequência, a ação do BTAH decresce com o aumento do teor de zinco na liga.

Maciel, Blessa, Alonso e Agostinho, estudaram o BTAH como inibidor de corrosão para a liga cobre-níquel em meio de ácido sulfúrico $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ contendo íons Fe (Ferro) como oxidante, empregando um eletrodo de cilindro rotativo construído pelo grupo para estudos de corrosão.

Estudos por espectroscopia, mostraram que o filme inibidor corresponde ao complexo cobre-benzotriazol. Estudos com o BTAH empregando como substrato ferro e ligas de ferro, vêm sendo feitos. No caso do ferro a presença de impurezas, teor maior ou menor de carbono, afeta grandemente a ação do BTAH, estudos estes realizados por Rodrigues.

Estudando a ação do BTAH como inibidor para o aço inoxidável 316 em meio de HCl 2 mol.L^{-1} , onde concluíram que a adição de íons Cu à solução, aumenta a eficiência do BTAH para o referido material metálico. Efeito semelhante foi observado por Santos, Fajardo, De Micheli e Agostinho para o aço carbono 1010 em meio de H_2SO_4 e HCl $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$.

Os primeiros estudos com BTAH em meio água-etanol foram realizadas por Rodrigues, Agostinho e Andrade. Foi observado que misturas água-etanol na proporção em volume considerável mudam completamente a ação do BTAH na interface, quando comparada à observada em meio puramente aquoso.

Estudando a ação do BTAH em meio água-etano como inibidor para os aços utilizados no setor automotivo, pode-se observar que a ação da corrosão levou muito mais tempo para atuar comprado aos outros métodos de inibição.

8.7 ÁLCOOIS COMO INIBIDORES DE CORROSÃO

A literatura relata do uso de alguns álcoois como inibidores de corrosão para o níquel, liga CrMo, aço austenítico Cr-Ni, aço inoxidável 304 entre outros. Sendo utilizados sozinhos, ou com outros inibidores, com o objetivo, de se obter efeito sinérgico, aumentando assim à eficiência inibidora.

Estudiosos verificaram o efeito do dodecil sulfato de sódio (SDS) e alguns álcoois na eficiência inibidora para corrosão do níquel. As propriedades corrosivas do níquel foram estudadas por medidas de perda de massa, voltametria e impedância eletroquímica. A eficiência inibidora do surfactante SDS para níquel aumenta com o aumento da concentração de SDS. Mas quando a concentração de surfactante excede a concentração micelar crítica (cmc - a menor concentração onde ocorre a formação de micelas de um surfactante), a eficiência inibidora diminui com a adição de surfactante. A velocidade de corrosão de níquel primeiro aumenta a um valor máximo e depois diminui com o aumento da concentração de álcool. A adição de butanol e etanol pode aumentar a velocidade de corrosão de níquel em solução de HCl. Assim o estudo verificou uma melhor eficiência para níquel com SDS, do que quando foram adicionados etanol ou propanol ao meio com SDS.

Para verificar o efeito do álcool propargílico para a inibição da corrosão da liga CrMo em meio de ácido sulfúrico. Foram utilizadas como técnicas medidas de potencial de circuito aberto, polarização e medidas de impedância eletroquímica. A mudança para valores positivos, nas medidas de potencial de circuito aberto, indicam que o álcool propargílico é efetivo na reação anódica, e diminui as correntes catódicas. A inibição da corrosão do aço CrMo pelo álcool propargílico foi interpretado com circuito equivalentes com duas constantes de tempo.

Estudando a inibição da corrosão do aço austenítico Cr-Ni em meio de H_2SO_4 por 2-butin-1-ol. Os resultados mostraram que o 2-butin-1-ol é efetivo como inibidor anódico na corrosão do aço austenítico Cr-Ni em meio de ácido sulfúrico. Os valores negativos da energia livre de adsorção indicam adsorção espontânea para o inibidor na superfície do aço austenítico Cr-Ni. A inibição é atribuída à adsorção do álcool na superfície do aço por ligações triplas dos átomos de carbono.

Rodrigues, Andrade e Agostinho estudaram o benzotriazol (BTAH) como inibidor da corrosão para aço inoxidável 304 em meio água-etanol contendo H_2SO_4 . Foram utilizadas medidas de perda de massa, curvas potencio táticas anódicas e catódicas e microscopia eletrônica de varredura. Os resultados mostram que o efeito do BTAH na interface depende da concentração, para concentrações iguais ou menores que $3,1 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$ tem-se um efeito catalítico e acima deste valor de concentração um efeito inibidor em soluções de H_2SO_4 2 mol.L^{-1} -água-etanol. Um efeito sinérgico foi observado na presença de etanol para a mais alta concentração de BTAH quando o sistema é comparado com aquele em meio aquoso. Para o aço inoxidável 304 em H_2SO_4 2 mol.L^{-1} -água-etanol foi verificado que o BTAH é um inibidor tanto anódico, quanto catódico.

8.8 ÁLCOOIS COMO INIBIDORES DE CORROSÃO PARA O AÇO CARBONO

Na literatura são poucos os trabalhos que apresentam álcoois como inibidores de corrosão para aço carbono. O comportamento da polarização do aço carbono no sistema etanol/água/ácido sulfúrico foi estudado por Kabasakaloglu, Kalyoncu e Kiyak. A polarização anódica e catódica para o aço carbono em soluções ácido sulfúrico etanólica é dependente da concentração ácida. Um conteúdo de água de 4% poderia ser suficiente para que o metal fosse facilmente passivado em soluções ácidas. A corrente de passivação depende da concentração de etanol em soluções ácidas etanólicas.

Estudiosos Verificaram o efeito sinérgico do álcool propargílico e iodeto de potássio como inibidores do aço carbono em meio de H_2SO_4 0,5 mol.L^{-1} . Os estudos mostraram que o álcool propargílico é um inibidor efetivo na redução da velocidade de corrosão para o aço carbono em solução de ácido sulfúrico e esta ação inibidora é devido à adsorção de moléculas de álcool propargílico na superfície do metal. Um efeito sinérgico foi verificado entre álcool propargílico e iodeto de potássio. A adição do KI na solução melhora a eficiência inibidora do álcool propargílico significativamente. A adsorção do álcool propargílico foi estabilizada pela presença de íons iodeto em solução.

O álcool propargílico na corrosão do aço carbono em soluções de H_3PO_4 apresentou os resultados das polarizações potencio táticas e espectroscopia de impedância eletroquímica demonstraram que o mecanismo de corrosão do aço carbono em soluções de H_3PO_4 é similar ao do ferro em soluções de H_2SO_4 . Existe uma relação linear entre a velocidade de corrosão do aço carbono e a concentração de H_3PO_4 . O álcool propargílico inibe a reação de corrosão

catódica em temperaturas iguais ou maiores que 40 °C, mas acelera a anódica sem mudar o mecanismo de ambas as reações. A inibição pelo álcool propargílico do aço carbono em H_3PO_4 é atribuída à adsorção do álcool sobre a superfície do aço através das ligações triplas dos átomos de carbono.

9 RESULTADOS E DISCURSÃO

9.1 ESTUDO DAS SOLUÇÕES

Essas medidas foram realizadas para uma melhor caracterização das soluções empregadas.

O intuito dessas medidas foi o de verificar o efeito do benzotriazol misturado ao álcool etanol como inibidor de corrosão para os aços utilizados no setor automotivo.

9.2 ESTUDOS ELETROQUÍMICOS

Estudos para o aço carbono 1008 foram realizados em meio de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ na ausência e presença de metanol, etanol e propanol e na ausência e presença de BTAH em concentrações $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ e $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Foram utilizadas como técnicas medidas de potencial de circuito aberto em função do tempo, ensaios gravimétricos, curvas de polarização potencio táctica anódica e catódica, ensaios de impedância eletroquímica e análise para caracterização da superfície, utilizando microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura e espectrometria por dispersão de energia.

A maior concentração de BTAH, $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ foi estudada apenas para os meios sem álcool e na presença de etanol, em virtude dos melhores resultados de sinergismo BTAH-etanol e pelo maior interesse tecnológico deste sistema. Para esses sistemas foi utilizado como técnicas medidas de potencial de circuito aberto em função do tempo, ensaios gravimétricos, curvas de polarização potencio táctica e potencio dinâmica anódica e catódica e ensaios de impedância eletroquímica.

Os resultados baseados no aço carbono 1008 são tecnicamente semelhantes quando aplicados aos aços que são estampados no setor automotivo.

10 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos neste trabalho, as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

Nas concentrações de álcool estudado, os efeitos significativos da interação álcool-BTAH se dão apenas na interface.

As propriedades físico químicas das soluções tais como densidade, viscosidade e condutividade elétrica são comparáveis na ausência e presença dos diferentes álcoois. A adição de BTAH não afeta estas propriedades nem os valores de tensão superficial das soluções aquosas de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ na ausência e presença dos diferentes álcoois.

Os valores de tensão superficial das soluções aquosas na presença dos álcoois confirmam que a interação água-álcool decresce com o tamanho da cadeia carbônica. A corrosão para o aço carbono 1008 em meio de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ nos meios estudados é generalizada tanto na ausência, confirmando a literatura, quanto na presença dos álcoois.

O efeito sinérgico álcool-benzotriazol na inibição da corrosão do aço carbono em meio aquoso aerado de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ foi bem evidenciado pelas diferentes técnicas empregadas. O sinergismo depende da temperatura do sistema. Foi possível obter a eficiência inibidora máxima do BTAH.

Baseado em todas essas técnicas e estudos que foram apresentados, podemos concluir que os mesmos resultados podem ser obtidos quando aplicados aos aços que são estampados no setor automotivo e que os mesmo não perdem nem alteram suas estruturas físico-químicas.

Ao aplicarmos o sinérgico álcool-benzotriazol além de inibir a corrosão dos aços reduzimos o número de peças inutilizáveis obtendo um maior aproveitamento da produção e não agredimos o meio ambiente.

11 REFERÊNCIAS

ARANHA, Hernani. “O benzotriazol (BTAH) como inibidor de corrosão do aço inoxidável tipo 304 imerso em banhos de decapagem ácidos”, Dissertação de Mestrado IQUSP – São Paulo, SP, 1994.

BENTISS, Fouad; LAGRENÉE, Maurice; TRAISNEL, Michel. e HORNEZ, Jackeline. C. *Corrosion Science*, 41, 789-803, 1999.

BENTISS, Fouad; TRAISNEL, Michel; GENGEMBRE, L. e LAGRENÉE, Maurice. *Applied Surface Science*, 161, 194-202, 2000.

BENTISS, Fouad; TRAISNEL, Michel.; GENGEMBRE, L’homme. e LAGRENÉE, Maurice. *Applied Surface Science*, 152, 237-249, 1999.

BLESSA, Fouad, ALONSO, José. e AGOSTINHO, Silvia Maria Leite. “Ação do benzotriazol (BATH) na corrosão do ferro por íons H^+ e por íons Fe^{3+} ”, 39ª Reunião Anual da SBPC, Brasília, DF, 1987.

COSTA, Silvia Lucia Feitosa Affonso da. e AGOSTINHO, Silvia Maria Leite., *Corrosion*, 45, 6, 472-477, 1989.

COSTA, Silvia Lucia Feitosa Affonso da. e AGOSTINHO, Silvia Maria Leite., *J. Eletroanal. Chem.*, 296, 51-56, 1990.

COSTA, Silvia Lucia Feitosa Affonso da. e AGOSTINHO, Silvia Maria Leite, CHAGAS, Hélio Cardoso. e RUBIM, Joel. C., *Corrosion*, 43, 3, 149, 1987.

COSTA, Silvia Lucia Feitosa Affonso da. e AGOSTINHO, Silvia Maria Leite e RUBIM, Joel. C., *Eletroanal. Chem.*, 220, 259, 1987.

CUNHA, Maico Taras, “Estudo comparativo dos inibidores benzotriazol e tolitriazol na oxidação de materiais ferrosos em meio de ácido sulfúrico”, Dissertação de Mestrado. IQUSP – São Paulo, SP, 2003.

GOMMA, Gamal K., *Materials Chemistry and Physics*, 55, 241-246, 1998.

GUEDES, Isabel Correia. “Eficiência dos inibidores de corrosão benzotriazol, N- feniltiouréia e cloreto de hexadeciltrimetil amônio quaternário para ferro puro, aço carbono e aço ARBL em meio de ácido sulfúrico”. Tese de doutoramento, EPUSP – São Paulo, SP, 1996.

PANOSSIAN, Zebhour “Corrosão e Proteção contra corrosão em equipamentos e estruturas metálicas”, Volume 2, IPT, São Paulo, 1993.

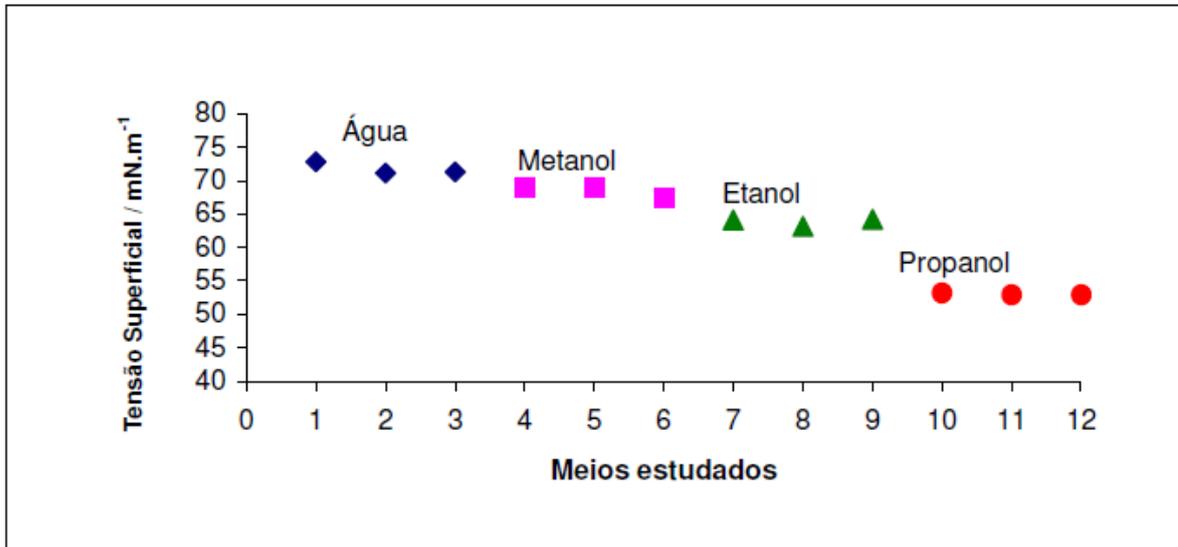
RODRIGUES, Paulo. Rogério. Pinto, “O benzotriazol como inibidor de corrosão para ferro e ligas ferrosas em meios de ácido sulfúrico”, Tese de Doutorado. IQUSP – São Paulo, SP, 1997.

SANTOS, Isis Valença de Souza, “Filmes de benzotriazol sobre materiais ferrosos: formação, eficiência, resistência, efeito de aditivos e do transporte de massa”, Dissertação de Mestrado. IQUSP – São Paulo, SP, 2003.

SASTRI, V. S. “Corrosion Inhibitors – Principles and Applications”, John Wiley & Sons, New York, p.35, 2001.

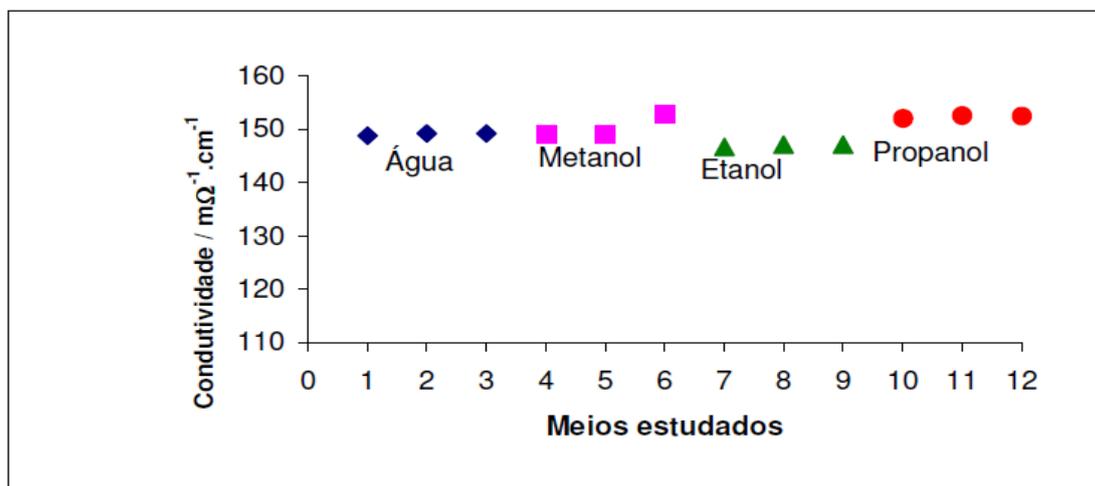
11 ANEXO

TENSÃO SUPERFICIAL APLICADA AO AÇO 1008



Valores de Tensão Superficial das soluções

CONDUTIVIDADE APLICADA AO AÇO 1008

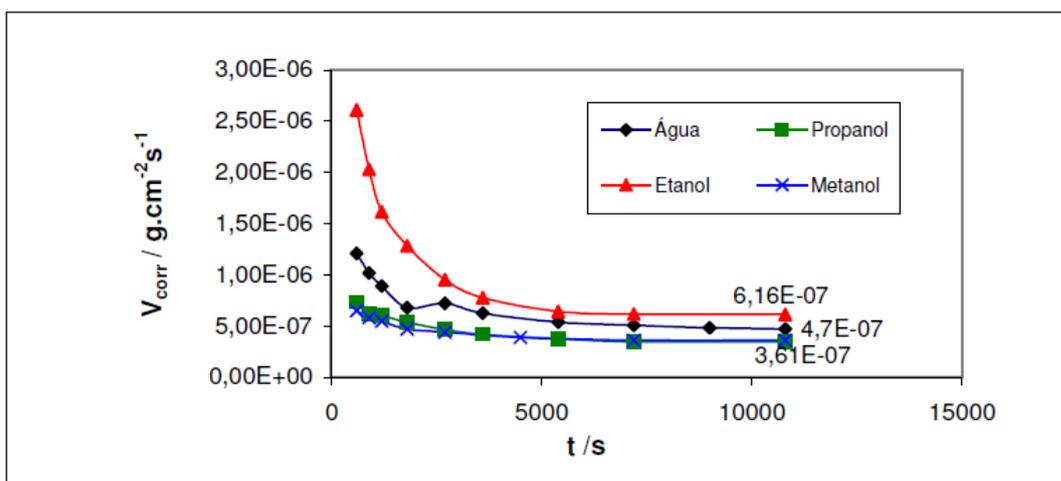


Valores de condutividade das soluções

As medidas de condutividade, na ausência e presença de álcoois e de BTAH apresentaram valor médio de $(150 \pm 3) \text{ m}\Omega^{-1}.\text{cm}^{-1}$ que foi considerado praticamente constante, dentro da precisão experimental.

ENSAIOS GRAVIMÉTRICOS APLICADOS AO AÇO 1008

As medidas de perda de massa do aço carbono 1008 foram feitas com diferentes tempos de imersão, até se obter o valor estacionário da velocidade de corrosão, dentro da precisão experimental, para o aço carbono em meio aquoso de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$. A figura ilustra os experimentos realizados, a 20°C para definir o intervalo de tempo necessário para a condição de estado estacionário, em meio de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ na ausência e presença de álcoois.



V_{corr} para o aço carbono 1008 em meio de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ sem e com álcool a 20°C .

Durante os primeiros instantes de imersão é possível verificar uma elevada velocidade de corrosão, mostrando que a superfície metálica está mais ativa. Quando a imersão ocorre, há uma dissolução da camada natural protetora de óxidos formada ao ar, deixando assim a superfície mais ativa.

Para um maior intervalo de tempo é possível admitir que uma camada protetora de óxidos hidratados e hidróxidos são formadas na interface metal/solução. Durante esse processo transitório a superfície metálica encontra-se menos protegida, facilitando a dissolução do metal e por consequência a velocidade de corrosão é maior.

RESULTADOS OBTIDOS POR MICROSCOPIA ÓPTICA

As figuras abaixo apresentam as superfícies do aço carbono 1008 após imersão em todos os meios estudados (com exceção dos meios com a concentração de BTAH $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$), vistas com um microscópio mecanográfico, com aumento de 100x. O tratamento superficial

foi realizado com lixa de cobertura de silício até a grana 1200, antes da imersão dos corpos de prova. O tempo de imersão foi de 30 minutos e a temperatura de 25 °C. Na figura 3.54 se vê a superfície do aço carbono antes da imersão, após polimento com lixas sucessivas de granas 230, 320, 400, 600 e 1200.



Amp. 100x

Micrografia óptica para o aço carbono 1008 após tratamento com lixas de grana 230, 320, 400, 600 e 1200.



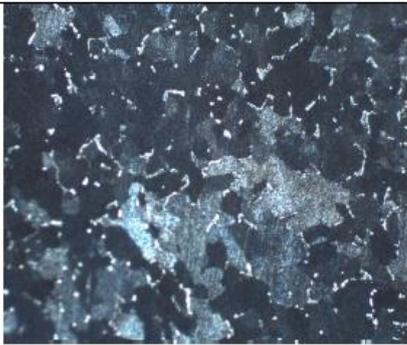
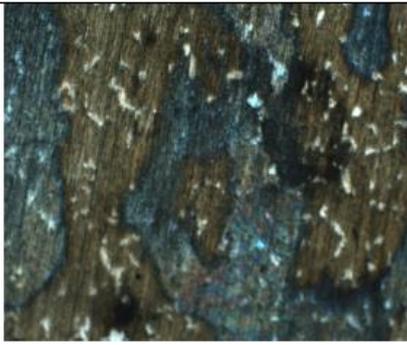
Amp. 100x

- Micrografia óptica para o aço carbono 1008 após imersão em meio de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$.



Amp. 100x

- Micrografias ópticas para o aço carbono 1008 após imersão em meio de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ + BTAH $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

 <p>Amp. 100x - Micrografias ópticas para o aço carbono 1008 após imersão em meio de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ + Metanol.</p>	 <p>Amp. 100x - Micrografias ópticas para o aço carbono 1008 após imersão em meio de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ + BTAH $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ + Metanol.</p>
 <p>Amp. 100x - Micrografias ópticas para o aço carbono 1008 após imersão em meio de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ + Etanol.</p>	 <p>Amp. 100x - Micrografias ópticas para o aço carbono 1008 após imersão em meio de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ + BTAH $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ + Etanol.</p>
 <p>Amp. 100x - Micrografias ópticas para o aço carbono 1008 após imersão em meio de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ + Propanol.</p>	 <p>Amp. 100x - Micrografias ópticas para o aço carbono 1008 após imersão em meio de H_2SO_4 $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ + BTAH $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ + Propanol.</p>



Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ

De acordo com a NBR 14725-4:2009

Data da revisão 28.11.2011

Versão 2.0

SEÇÃO 1. Identificação do produto e da empresa

1.1 Identificador do produto

No. de catálogo	822315
Nome do produto	1H-Benzotriazol para síntese
Número de registro REACH	Não há número de registro disponível para essa substância, uma vez que a substância ou a utilização da mesma são isentas de registro de acordo com o Artigo 2 da norma REACH (CE) No. 1907/2006, a tonelagem anual não exige registro ou o registro está previsto para um prazo posterior.

1.2 Usos identificados da substância ou mistura e usos não recomendados

Usos identificados	Químico para síntese Para informações adicionais sobre os usos, por favor consulte o portal Merck Chemicals (www.merck-chemicals.com).
--------------------	--

1.3 Datalhes do fornecedor da folha de dados de segurança

Companhia	Merck S/A * Brasil * Rua Torre Eiffel, 100 - Parque Rincão - Gleba A Cotia - CEP: 06705-481 - São Paulo - SP * tel/fax: +5511 4616-5431 / +5511 4614-0109
-----------	---

1.4 Número do telefone de emergência

Cotia/SP * tel.: ++5511 46165431 * fax:++5511 46140109 Rio de Janeiro * tel.: ++552124442211 * fax: ++552124442001

SEÇÃO 2. Identificação de perigos

2.1 Classificação da substância ou mistura

Classificação (REGULAMENTAÇÃO (EC) Nº 1272/2008)

Toxicidade aguda, Categoria 4, Inalação, H332

Toxicidade aguda, Categoria 4, Oral, H302

Sólido inflamável, Categoria 1, H228

Irritação nos olhos, Categoria 2, H319

Toxicidade crônica em meio aquático, Categoria 3, H412

Para obter o texto completo das Declarações H mencionadas nesta seção, consulte a seção 16.

Classificação (67/548/CEE ou 1999/45/CE)

Xn	Nocivo	R52/53
Xi	Irritante	R20/22 R36

Para o texto completo sobre as frases R mencionadas nesta Seção, ver a Seção 16.

No. de catálogo
Nome do produto

822315
1H-Benzotriazol para síntese

2.2 Elementos do rótulo

Rotulagem (REGULAMENTAÇÃO (EC) Nº 1272/2008)

Pictogramas de risco



Palavra de advertência

Perigo

Frases de perigo

H228 Matéria sólida inflamável.
H302 + H332 Nocivo se ingerido ou inalado.
H319 Causa irritação ocular séria.
H412 Perigosos para a vida aquática com efeitos prolongados.

Frases de precaução

P210 Manter distante do calor/ de faíscas/ de chamas diretas/ de superfícies quentes. - Não fumar.
P273 Evitar a liberação no ambiente.
P304 + P340 SE INALADO: Remover a vítima para um ambiente de ar puro e permanecer em repouso em uma posição confortável para respirar.
P305 + P351 + P338 SE NOS OLHOS: Lavar cuidadosamente com água durante vários minutos. Remover as lentes de contato, se presentes e de fácil remoção. Continue enxaguando.
P370 + P378 Em caso de incêndio: para a extinção utilizar areiar.

Rótulagem reduzida (≤125 ml)

Pictogramas de risco



Palavra de advertência

Perigo

Frases de perigo

H412 Perigosos para a vida aquática com efeitos prolongados.

Frases de precaução

P370 + P378 Em caso de incêndio: para a extinção utilizar areiar.

Nº CAS 95-14-7

Rotulagem (67/548/CEE ou 1999/45/CE)

XnNocivo Símbolo(s):

R - Frase(s) 20/22-36-52/53

Nocivo por inalação e ingestão. Irritante para os olhos. Nocivo para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nocivos a longo prazo no ambiente aquático.

Nº CE 202-394-1

Rótulagem reduzida (≤125 ml)

XnSímbolo(s):

Nocivo

R - Frase(s) 20/22-52/53

Nocivo por inalação e ingestão. Nocivo para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nocivos a longo prazo no ambiente

No. de catálogo 822315
Nome do produto 1H-Benzotriazol para síntese

aquático.

2.3 Outros perigos Não conhecidos.

SEÇÃO 3. Composição e informações sobre os ingredientes

Fórmula	C ₆ H ₅ N ₃ (Hill)
Nº CAS	95-14-7
Nº CE	202-394-1
Massa molar	119,12 g/mol

Componentes perigosos (REGULAMENTAÇÃO (EC) Nº 1272/2008)

Nome químico (Concentração)

Nº CAS	Nº CE / Número de registo	Nº de Index	Classificação
1-H-Benzotriazole (<= 100 %)			
95-14-7	202-394-1 / *)	-	Toxicidade aguda, Categoria 4, H332 Toxicidade aguda, Categoria 4, H302 Sólido inflamável, Categoria 1, H228 Irritação nos olhos, Categoria 2, H319 Toxicidade crônica em meio aquático, Categoria 3, H412

*) Não há número de registo disponível para essa substância, uma vez que a substância ou a utilização da mesma são isentas de registo de acordo com o Artigo 2 da norma REACH (CE) No. 1907/2006, a tonelage anual não exige registo ou o registo está previsto para um prazo posterior.

Para obter o texto completo das Declarações H mencionadas nesta seção, consulte a seção 16.

Componentes perigosos (1999/45/CE)

Nome químico (Concentração)

Nº CAS	Nº CE	Nº de Index	Classificação
1-H-Benzotriazole (<= 100 %)			
95-14-7	202-394-1	-	R52/53 Xn, Nocivo; R20/22 Xi, Irritante; R36

Para o texto completo sobre as frases R mencionadas nesta Seção, ver a Seção 16.

SEÇÃO 4. Medidas de primeiros-socorros

4.1 Descrição das medidas de primeiros socorros

Após inalação: Exposição ao ar fresco. Em caso de paragem respiratória: Respiração artificial ou ventilação com aparelhagem cardiopulmonar. Chamar eventualmente alimentação de oxigênio. Chamar imediatamente um médico.

Após contacto com a pele: Lavar abundantemente com água. Tirar a roupa contaminada.

Após contacto com os olhos: Enxaguar abundantemente com água. Consultar um oftalmologista.

Após ingestão: fazer a vítima beber imediatamente água (dois copos no máximo) Consultar um médico.

4.2 Sintomas e efeitos mais importantes, agudos e retardados

As Fichas de dados de Segurança para itens de catálogo estão igualmente disponíveis em www.merck-chemicals.com

No. de catálogo 822315
Nome do produto 1H-Benzotriazol para síntese

efeitos irritantes, Tosse, Respiração superficial, Cianose, Sonolência, Diarréia, Náusea, Vômitos

4.3 Indicação da atenção médica imediata e do tratamento especial necessário
Não existem informações disponíveis.

SEÇÃO 5. Medidas de combate a incêndio

5.1 Meios de extinção

Meios adequados de extinção
Água, Dióxido de carbono (CO₂), Espuma, Pó seco

Agentes de extinção inadequados

Nenhuma limitação de agentes extintores é dada para essa substância/mistura.

5.2 Riscos especiais resultantes da substância ou da mistura

Material combustível, Os vapores são mais pesados que o ar e podem espalhar-se junto ao solo.

Em caso de forte aquecimento podem formar-se misturas explosivas com o ar.

Em caso de incêndio formam-se gases inflamáveis e vapores perigosos.

Um incêndio pode provocar o desenvolvimento de:

gases nitrosos

5.3 Precauções para bombeiros

Equipamento especial de proteção para o pessoal destacado para o combate a incêndios

Não ficar na zona de perigo sem aparelhos respiratórios autônomos apropriados para respiração independente do ambiente. De forma a evitar o contacto com a pele, mantenha uma distância de segurança e utilize vestuário protetor adequado.

Informações complementares

Suprimir (abater) com jatos de água os gases, vapores e névoas. Evitar a contaminação da água de superfície e da água subterrânea com a água de combate a incêndios.

SEÇÃO 6. Medidas de controle para derramamento ou vazamento

6.1 Precauções pessoais, equipamentos de proteção e procedimentos de emergência

Recomendações para pessoal não envolvido com emergências: Evitar a produção de pó; não inalar os pós. Evitar o contacto com a substância. Assegurar ventilação adequada. Evacuar a área de perigo, observar os procedimentos de emergência, consultar um especialista.

Recomendações para atendentes de emergências: Equipamento protetor, vide seção 8.

6.2 Precauções ambientais

Não despejar os resíduos no esgoto. Risco de explosão.

6.3 Métodos e materiais de contenção e limpeza

Cobrir ralos. Recolher, emendar e bombear vazamentos.

Observar as possíveis restrições de material (vide seções 7.2 e 10.5).

Absorver em estado seco. Proceder à eliminação de resíduos. Limpeza posterior. Evitar a formação de pós.

6.4 Consulta a outras seções

Indicações sobre tratamento de dejetos, vide seção 13

SEÇÃO 7. Manuseio e armazenamento

7.1 Precauções para manuseio seguro

Trabalhar com chaminé. Não inalar a substância.

No. de catálogo 822315
Nome do produto 1H-Benzotriazol para síntese

Observar os avisos das etiquetas.

Orientação para prevenção de fogo e explosão

~~Guardar longe de chamas, superfícies aquecidas e fontes de ignição. Tomar medidas preventivas contra descargas eletrostáticas.~~

7.2 Condições para armazenamento seguro, incluindo incompatibilidades
Hermeticamente fechado. Em local seco. Manter afastado do calor e de fontes de ignição.

Armazenar de +15°C a +25°C.

7.3 Utilizações finais específicas

Nenhum uso específico é previsto além dos mencionados na sessão 1.2.



SEÇÃO 8. Controle de exposição e proteção individual

8.1 Parâmetros de controle

Não contém substâncias com valores limites de exposição ocupacional.

8.2 Controles da exposição

Medidas de planejamento

Medidas técnicas e operações de trabalho adequadas devem ter prioridade sobre o uso de equipamento de proteção pessoal.

Vide seção 7.1.

Medidas de proteção individual

As características dos meios de proteção para o corpo devem ser selecionadas em função da concentração e da quantidade das substâncias tóxicas de acordo com as condições específicas do local de trabalho. A resistência dos meios de proteção aos agentes químicos deve ser esclarecida junto dos fornecedores.

Medidas de higiene

Mudar imediatamente a roupa contaminada. Profilaxia cutânea. Depois de terminar o trabalho, lavar as mãos e a cara.

Proteção para a pele/olhos

Oculos de segurança

Proteção das mãos

contacto total:

Substância da luva:	Borracha de nitrilo
Espessura da luva:	0,11 mm
Pausa:	> 480 min

contacto com salpicos:

Substância da luva:	Borracha de nitrilo
Espessura da luva:	0,11 mm
Pausa:	> 480 min

As luvas de proteção a usar têm que obedecer às especificações da directiva EC 89/686/EEC e do padrão resultante EN374, por exemplo KCL 741 Dermatril® L (contacto total), KCL 741 Dermatril® L (contacto com salpicos).

As ruturas acima descritas foram determinadas pelo KCL em testes de laboratório seg. a EN374 com amostras dos tipos de luvas recomendados.

No. de catálogo 822315
Nome do produto 1H-Benzotriazol para síntese

Esta recomendação aplica-se apenas ao produto descrito na ficha de dados de segurança por nós fornecida bem como para a aplicação especificada. Quando houver dissolução ou mistura com outras substâncias e sob as devidas condições houver desvios aos descritos na EN374 por favor contactar o fornecedor de luvas com marcação CE (ex: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Internet: www.kcl.de).

Outro equipamento de protecção
Tecido protector anti-estático retardador de chama

Protecção respiratória
necessário em caso de formação de pó.
Tipo de Filtro recomendado: Filtro A-(P2)
O empresário deve assegurar que a manutenção, limpeza e teste dos dispositivos de protecção respiratória sejam executados de acordo com as instruções do produtor. Estas medidas devem ser adequadamente documentadas.

Controles de riscos ambientais
Não despejar os resíduos no esgoto.
Risco de explosão.

SEÇÃO 9. Propriedades físicas e químicas

9.1 Informações sobre propriedades físico-químicas básicas

Estado físico	sólido
Cor	amarelo-claro
Odor	inodoro
Limite de odor	não aplicável
pH	6,0 - 7,0 em 100 g/l 20 °C suspensão
Ponto de fusão	99 °C
Ponto/intervalo de ebulição	350 °C em 1.013 hPa
Ponto de combustão	212 °C Método: DIN 51758
Velocidade de evaporação	Não existem informações disponíveis.
Inflamabilidade (sólido, gás)	A substância ou mistura é um sólido inflamável com a sub-categoria 1.
Limite de explosão inferior	Não existem informações disponíveis.
Limite de explosão superior	Não existem informações disponíveis.
Pressão do vapor	0,053 hPa em 20 °C

No. de catálogo 822315
Nome do produto 1H-Benzotriazol para síntese

Densidade relativa do vapor Não existem informações disponíveis.

Densidade relativa 1,36 g/cm³
em 20 °C

Solubilidade em água 19 g/l
em 20 °C

Coefficiente de partição (n-octanol/água) log Pow: 1,44
(experimental)
Não se prevê qualquer bio-acumulação. (Literatura)

Temperatura de auto-ignição Não existem informações disponíveis.

Temperatura de decomposição > 240 °C

Viscosidade, dinâmica Não existem informações disponíveis.

Riscos de explosão Não classificado como explosivo.

Propriedades oxidantes Não existem informações disponíveis.

9.2 Outras informações

Temperatura de ignição ca. 400 °C

Densidade aparente ca.500 kg/m³

SEÇÃO 10. Estabilidade e reatividade

10.1 Reatividade

Em caso de forte aquecimento podem formar-se misturas explosivas com o ar.

Em geral o seguinte aplica-se a substâncias e preparações orgânicas inflamáveis: numa distribuição geralmente fina, quando voltado para cima pode gerar uma potencial explosão de pó.

10.2 Estabilidade química

O produto é quimicamente estável em condições ambientes padrão (temperatura ambiente).

10.3 Possibilidade de reações perigosas

Reações violentas são possíveis com:

Agentes oxidantes fortes

10.4 Condições a serem evitadas

Forte aquecimento.

10.5 Materiais incompatíveis

não existem indicações

10.6 Produtos de decomposição perigosa

em caso de incêndio: vide o capítulo 5°.

No. de catálogo 822315
Nome do produto 1H-Benzotriazol para síntese

SEÇÃO 11. Informações toxicológicas

11.1 Informações sobre efeitos toxicológicos

Toxicidade aguda por via oral
DL50 ratazana: 560 mg/kg (RTECS)

absorção

Toxicidade aguda por inalação
CL50 ratazana: 1,4 mg/l; 4 h (RTECS)
Sintomas: Tosse

absorção

Toxicidade aguda por via dérmica
DL50 coelho: > 2.000 mg/kg (Ficha de datos de seguridad externa)

Irritação na pele
coelho
Resultado: Sem irritação.
Diretrizes para o teste 404 da OECD

Irritação nos olhos
Causa irritação ocular séria.

Sensibilização
Teste de sensibilização (Magnusson e Kligman):
Resultado: negativo
Método: Diretrizes para o teste 406 da OECD

Genotoxicidade in vitro
Mutagenicidade(teste em célula de mamífero): aberração de cromossomas.
Resultado: positivo
(National Toxicology Program)

Toxicidade sistêmica de órgão-alvo específico - exposição única
A substância ou mistura não está classificada como um tóxico específico com alvo de órgão, exposição singular.

Toxicidade sistêmica de órgão-alvo específico - exposição repetida
A substância ou mistura não está classificada como um tóxico específico com alvo de órgão, exposição repetida.

Risco de aspiração
Os critérios de classificação não foram satisfeitos com respeito aos dados disponíveis.

11.2 Informações complementares

Efeitos sistêmicos:
Após absorção.
Náusea, Vômitos, Diarréia, Respiração superficial, Sonolência, Cianose
Dados adicionais:
Outras propriedades perigosas não podem ser excluídas.
Manusear de acordo com as boas práticas industriais de higiene e segurança.

SEÇÃO 12. Informações ecológicas

12.1 Toxicidade

Toxicidade para os peixes
CL50 *Lepomis macrochirus* (Peixe-lua): 25 mg/l; 96 h (Ficha de datos de seguridad externa)

No. de catálogo 822315
Nome do produto 1H-Benzotriazol para síntese

Toxicidade em dáfnias e outros invertebrados aquáticos.
CE50 Daphnia magna: 91 mg/l; 48 h (Ficha de dados de seguridad externa)

Toxicidade para as algas
IC50 Desmodesmus subspicatus (alga verde): 231 mg/l; 72 h (Ficha de dados de seguridad externa)

Toxicidade para as bactérias
CE50 lodo activado: 1.060 mg/l
OECD TG 209

12.2 Persistência e degradabilidade
Não existem informações disponíveis.

12.3 Potencial biocumulativo
Coeficiente de partição (n-octanol/água)
log Pow: 1,44
(experimental)
Não se prevê qualquer bio-acumulação. (Literatura)

12.4 Mobilidade no solo
Não existem informações disponíveis.

12.5 Resultados da avaliação PBT e vPvB
Avaliação de PBT/vPvB não realizada uma vez que a avaliação de segurança química não é exigida/não foi realizada.

12.6 Outros efeitos adversos
Informações ecológicas adicionais
A descarga no meio ambiente deve ser evitada.

SEÇÃO 13. Considerações sobre tratamento e disposição

Métodos de tratamento de resíduos

Os dejetos devem ser descartados em conformidade com a Diretiva de dejetos 2008/98/CE e outras regulamentações nacionais e locais. Mantenha as substâncias químicas em seus recipientes originais. Não misturar com outros dejetos. O manuseio de recipientes sujos deve ser realizado da mesma forma que o do produto em si.

Para processos relacionados à devolução de substâncias químicas e recipientes, vide www.retrologistik.com ou entre em contato conosco em caso de dúvidas.

SEÇÃO 14. Informações sobre transporte

ADR/RID
UN 1325 FLAMMABLE SOLID, ORGANIC, N.O.S. (1 H-BENZOTRIAZOLE), 4.1, II
Environmentally hazardous não

IATA
UN 1325 FLAMMABLE SOLID, ORGANIC, N.O.S. (1 H-BENZOTRIAZOLE), 4.1, II
Environmentally hazardous no

IMDG
UN 1325 FLAMMABLE SOLID, ORGANIC, N.O.S. (1 H-BENZOTRIAZOLE), 4.1, II
SEMF-A S-G
Marine pollutant no

As informações relativas ao transporte ADR/RID, IATA - DGR, IMDG -Code mencionam-se de

No. de catálogo 822315
Nome do produto 1H-Benzotriazol para síntese

acordo com a regulamentação internacional e no formato aplicável na Alemanha. Não estão consideradas possíveis diferenças a nível nacional.

SEÇÃO 15. Regulamentações

15.1 Normas de segurança, saúde e ambientais específicas para a substância ou mistura

Legislação nacional

Classe de armazenagem 4.1B

15.2 Avaliação de segurança química

Não é realizada avaliação de segurança química para este produto.



SEÇÃO 16. Outras informações

Texto completo das Declarações H mencionadas nas seções 2 e 3.

H228	Matéria sólida inflamável.
H302	Nocivo se ingerido.
H319	Causa irritação ocular séria.
H332	Nocivo se inalado.
H412	Perigosos para a vida aquática com efeitos prolongados.

Texto das frases-R referidas nos títulos 2 e 3

R20/22	Nocivo por inalação e ingestão.
R36	Irritante para os olhos.
R52/53	Nocivo para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nocivos a longo prazo no ambiente aquático.

Recomendação de treinamento

Proporcione informações, instruções e treinamento adequados para os operadores.

Legenda das abreviações e acrônimos

As abreviaturas e acrônimos utilizados podem ser consultados em <http://www.wikipedia.org>.

As indicações baseiam-se no nível actual dos nossos conhecimentos e servem para a caracterização do produto no que se refere às medidas de segurança a tomar. Estas indicações não implicam qualquer garantia de propriedades do produto descrito.
