

Introdução

A água tem diversas características e fatores que a faz ser um excelente agente arrefecedor:

- É encontrado normalmente em larga escala, entretanto nem sempre disponível e de custo reduzido ou mínimo;
- De fácil manuseio e de uso seguro;
- Tem a capacidade de absorver grande quantidade de calor por unidade de volume, principalmente se comparado ao ar;
- Não se expande ou comprime significativamente dentro de escalas de temperaturas determinadas;

A maior parte dos processos de produção industrial precisa de água de resfriamento para ter operações corretas, eficientes e eficazes. Especialmente em embarcações mercantes de alto mar e unidades offshore para serviços de petróleo, onde as mesmas estão cercadas de água abundante.

Os sistemas de água de arrefecimento controlam temperaturas e pressões por transferência de calor de equipamentos em funcionamento, tendo a água como agente receptor de calor, retirando o necessário para pleno e eficiente funcionamento das máquinas e motores. Em sequência, a água já aquecida deve ser resfriada novamente ou completada para ser reutilizada a arrefecer as máquinas e motores.

O valor total da produção e eficiência da máquina somente conseguirá ser mantido se o sistema de arrefecimento puder manter as temperaturas e pressões ideais dos processos. A instalação e a dinâmica do sistema de arrefecimento, sua eficácia e eficiência, dependerá do tipo de processo e/ou máquina a ser arrefecido, das características da água e das considerações ambientais.

Capítulo 1

Os cuidados com a água de arrefecimento

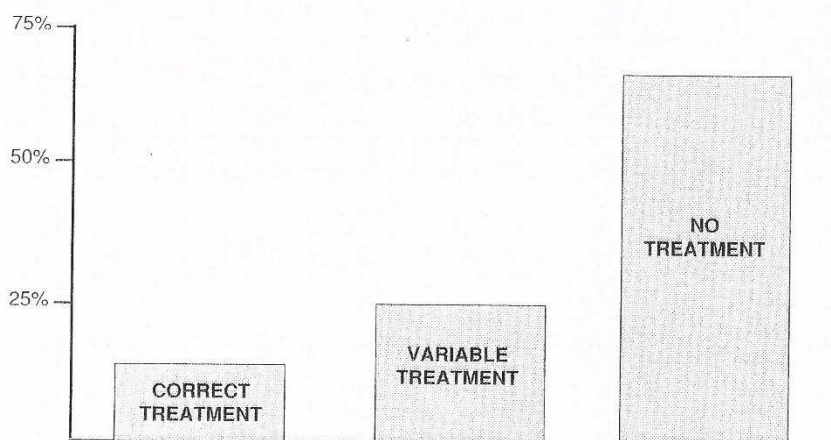
1.1- A grande importância em tratar a água de arrefecimento

O modo de operação do sistema de arrefecimento pode afetar diretamente a confiabilidade, eficiência, eficácia e custo financeiro de processos industriais, inclusive nas embarcações marítimas. A monitoração e o controle de manutenção dos elementos: corrosão, depósitos(incrustações), surgimento de microorganismos e enfim, da operação de todo o sistema é essencial para proporcionar um custo operacional reduzido.

Conhecer os sistemas de arrefecimento das máquinas e motores e suas necessidades de como controlar a qualidade da água de arrefecimento é um passo importante para selecionar um programa de manutenção do tratamento de água correto, eficiente e eficaz, mantendo as máquinas, equipamentos e motores em condições de operação de níveis excelentes, evitando baixos desempenhos operacionais, fadigas mecânicas e avarias.

O gráfico abaixo demonstra a porcentagem de registros de cabeçotes rachados ou trincados de cilindros do maior fabricante de motores marítimos, Sulzer, de acordo com a utilização de um sistema de tratamento de água de arrefecimento:

PERCENTAGE OF REPORTED CRACKED CYLINDER COVERS BASED ON UTILIZATION OF COOLING WATER TREATMENT



SOURCE: SULZER TECHNICAL BULLETIN

Fonte: SulzerTechnicalBulletin.

- Abaixo de 25%, os registros de cabeçotes trincados de cilindros que sofreram o correto tratamento da água de arrefecimento de motores;
- Por volta de 25%, os registros de cabeçotes trincados de cilindros que sofreram tratamento variado da água de arrefecimento de motores;
- Entre 50% e 75%, os registros de cabeçotes trincados de cilindros que não receberam o tratamento da água de arrefecimento de motores.

1.2 - A importância da monitoração

A monitoração é parte essencial que qualquer programa de tratamento de água industrial, principalmente no ambiente marítimo. Ela é utilizada para determinar a eficácia do tratamento e estabelecer um nível ideal de tratamento mais rentável, envolvendo a utilização de energia, água e produtos químicos.

Tendo como exemplo a corrosão, o propósito de monitorar é prever o comportamento corrosivo do sistema. Basicamente, existem dois objetivos à monitoração:

- Obter informações nas condições de operação do equipamento;
- Relacionar essas informações às variáveis de operação dos sistemas de água de arrefecimento. Exemplo: Potencial Hidrogenado, temperatura, qualidade da água, tratamento químico.

Conhecendo esses objetivos, serão então fornecidos os seguintes resultados:

- Prolongamento da vida útil do equipamento;
- mantém-se ou aumenta-se o desempenho do equipamento;
- Redução de custos operacionais de todo o sistema – todos os equipamentos envolvidos;
- confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos à operação.

Monitorar é uma prática padrão em toda a indústria de tratamento de água. Os operadores das unidades de processos podem utilizar essas informações para prever então a vida útil dos equipamentos e máquinas. A monitoração auxilia ao operador identificar fatores importantes que geram os problemas e, assim, ele estará pronto e seguro a implementar as soluções.

A monitoração também é uma ferramenta de diagnóstico. Ela oferece informações para se chegar às soluções. O conhecimento de como o problema se comporta,

como por exemplo, a corrosão, pode ser de grande valor. Muitas variáveis podem ser importantes e a capacidade de correlacionar as taxas de corrosão com uma única variável, sob condições específicas, podem ser vitais para o sistema. Como uma extensão lógica de diagnóstico, a monitoração é usada para avaliar a eficácia e eficiência de uma solução de um problema específico de tratamento de água.

Capítulo 2

Principais problemas relacionados à água de arrefecimento de motores

2.1 - Corrosão

É um processo eletroquímico no qual o metal retorna ao seu estado óxido natural. A corrosão causa perda de material ou penetração nas paredes de tubulações de forma a provocar vazamentos de fluidos do sistema, em nosso caso, a água. A água é o meio eletrolítico que transporta íons de um anodo para um catodo, provocando a perda de material e a corrosão.

O aço, comumente utilizado devido ao baixo custo, é o material em que mais a corrosão ocorre rapidamente. No cobre, alumínio, aço inox e demais ligas há corrosão, porém mais lenta, principalmente em pontos localizados, os *Pittings*.

Pode-se considerar três tipos de ataques corrosivos:

- O ataque geral, onde acontece a corrosão uniformemente distribuída sobre toda a superfície metálica;
- Galvânico, onde dois metais diferentes estão em contato, e o metal mais ativo sofre corrosão rapidamente;
- *Pitting*, corrosão de pontos localizados que pode perfurar as paredes das tubulações, provocando vazamentos, a curto prazo.

As características da água que afetam a corrosão:

- Oxigênio e outros gases dissolvidos;
- Sólidos dissolvidos e suspensos;
- Potencial Hidrogenado (alcalinidade ou acidez);
- Velocidade de fluxo do fluido;
- Temperatura;
- Atividade microbiológica.



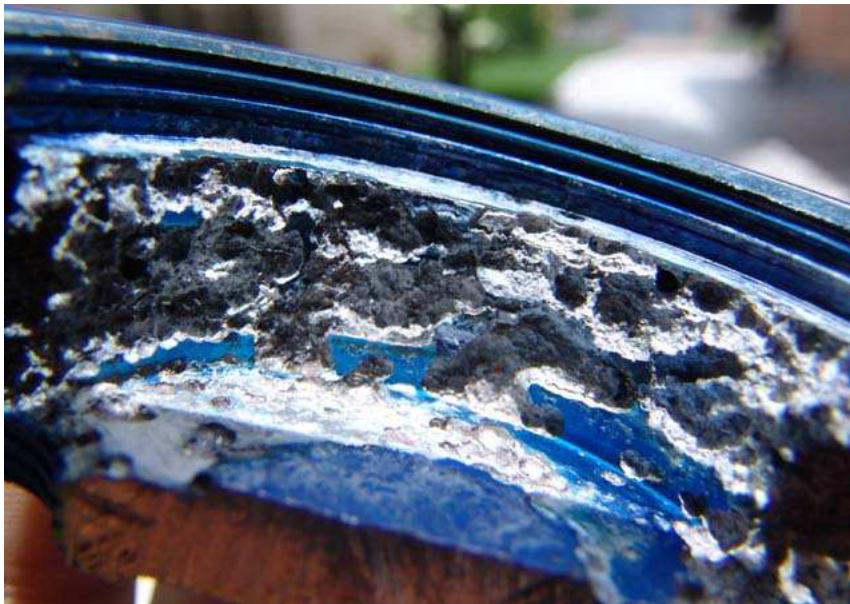
Corrosão de Ataque Geral

Fonte: <http://www.lytron.com>



Corrosão Generalizada em Rotor de Bomba Submersa.

Fonte: Livro: Corrosão, 3ª edição, LTC.



Corrosão Galvânica

Fonte: <http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/>



Corrosão Galvânica

Fonte: <http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/>

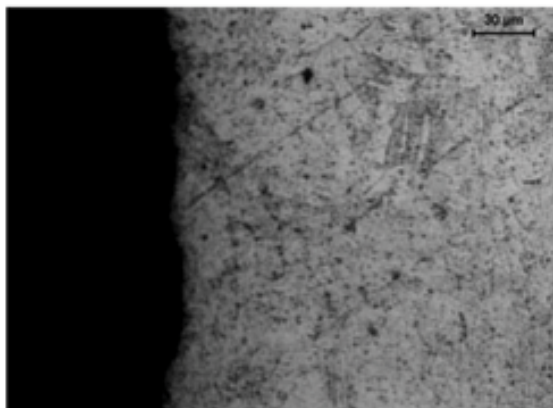
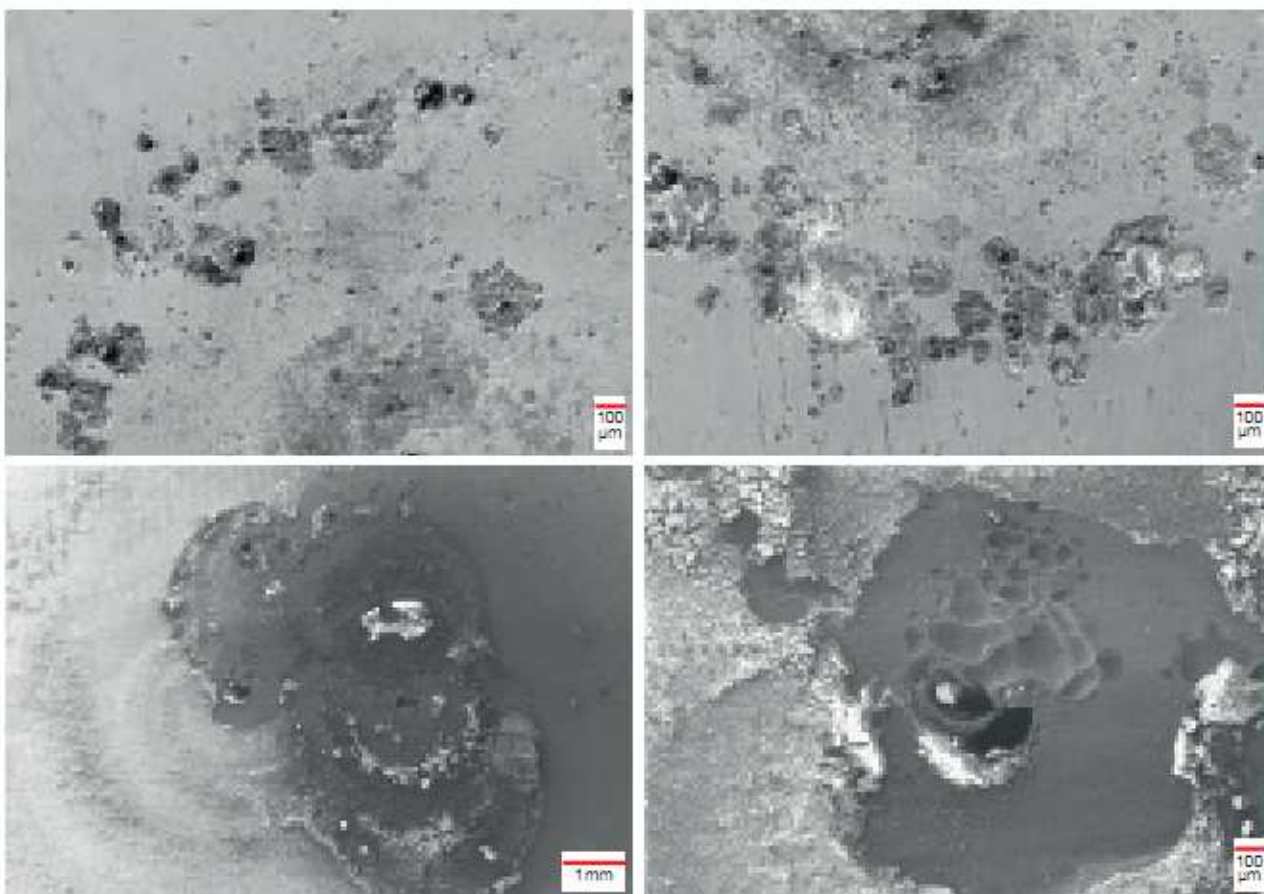


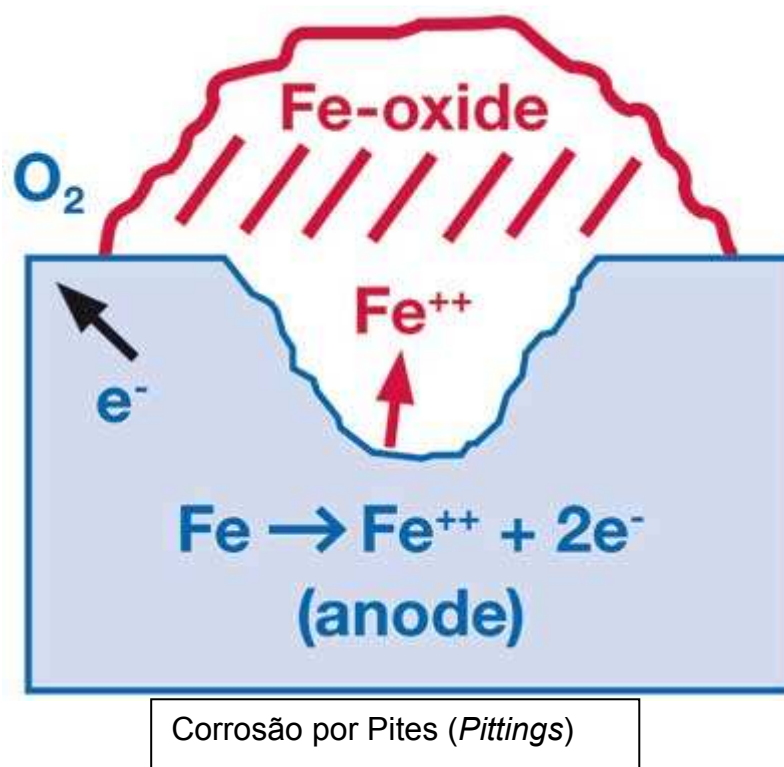
Figura 4 (a): A ocorrência da corrosão por pites no aço inoxidável 310S, no estado como recebida.

Fonte: Revista Matéria, 2009.

Abaixo, uma tubulação em aço inoxidável com visível corrosão por pites (*Pittings*):



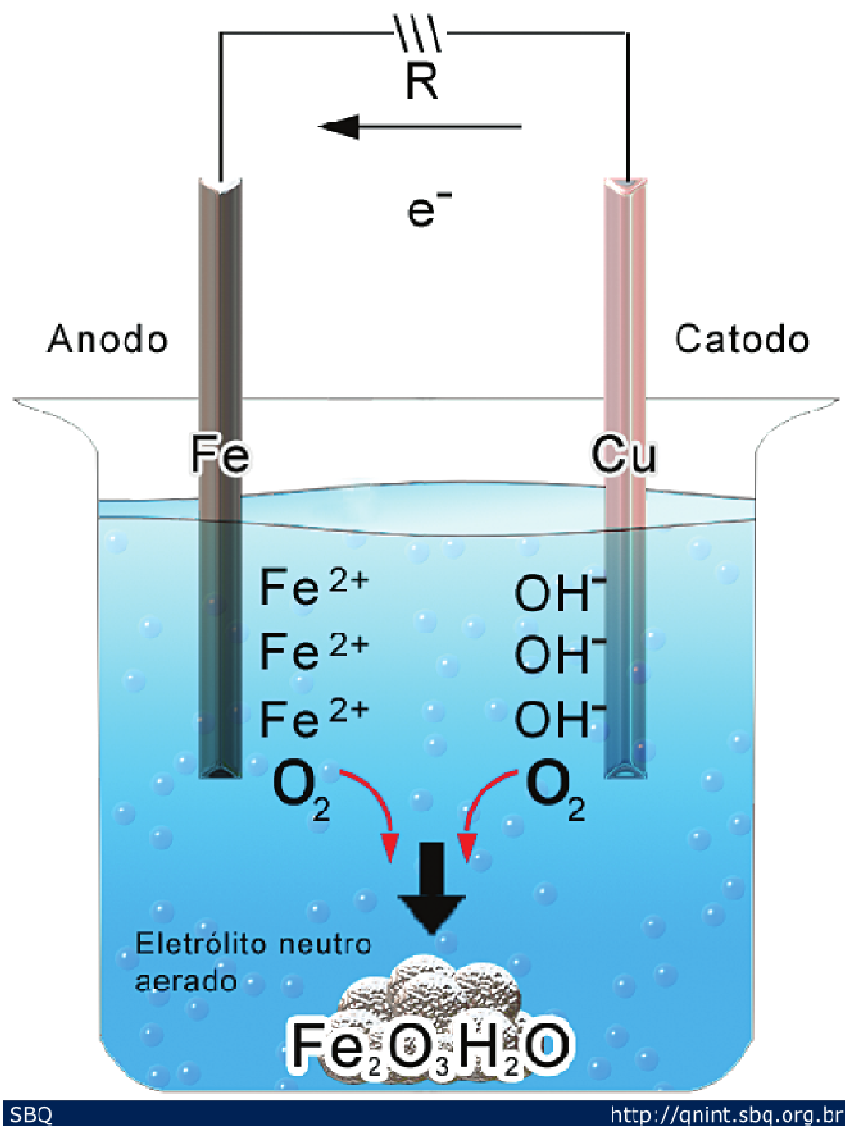
Fonte: <http://www.offshore-mag.com>



Fonte:<http://www.offshore-mag.com>

Como o oxigênio influencia na corrosão:

- O oxigênio dissolvido na água é essencial para a reação catódica ocorrer, através da transferência de elétrons do metal.



Fonte: <http://qnint.s bq.org.br>

Como sólidos em suspensão influenciam a corrosão:

- Através do aumento da condutividade elétrica da água. Os maiores exemplos são os cloretos e sulfetos.

Como a acidez e/ou alcalinidade interferem na corrosão:

- A acidez da água pode dissolver mais metais e as camadas de proteção de superfícies metálicas. A água mais alcalina favorece a formação de camadas de proteção à oxidação.



Escala do Potencial Hidrogenado (PH)

Fonte: <http://www.mecatronicaatual.com.br/artigos/1148-automao-em-caldeiras-tratamento-de-gua-parte-1>

Como a velocidade interfere na corrosão:

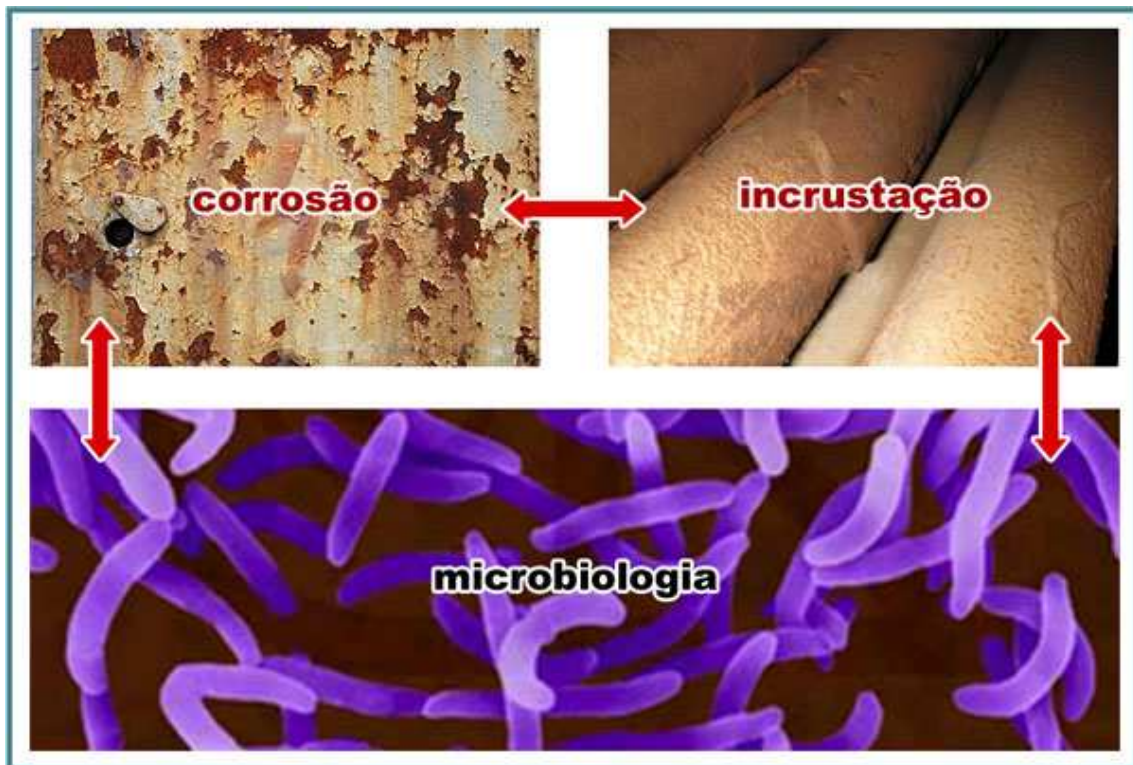
- Quanto maior a velocidade de passagem da água, maior será a corrosão, devido ao transporte de oxigênio ao metal e acarretando então produtos da corrosão numa razão maior.
- Quando a velocidade é baixa, depósitos de sólidos em suspensão podem estabelecer células de corrosão localizadas, e assim aumentando o índice de corrosão.

A temperatura interferindo na corrosão:

- Quanto mais alta for a temperatura da água, menos oxigênio dissolvido haverá e o impacto da corrosão será menor, principalmente nos sistemas de água de resfriamento.

Como a atividade microbológica interfere na corrosão:

- A proliferação de microorganismos na água promove a formação de células de corrosão.



Fonte: <http://www.supercms.com.br/>

Diante de tais agentes, a corrosão pode ser evitada ou minimizada por um ou mais métodos, a seguir:

- 1) Quando se iniciando um novo projeto, a escolha de metais resistentes à corrosão que minimizem os efeitos do meio ambiente agressivo.
- 2) A aplicação de materiais para pintura das superfícies ou aplicação de materiais plásticos;
- 3) Sistema de proteção catódica, utilizando anodos de sacrifício e/ou corrente impressa;
- 4) Adição de produtos químicos inibidores de corrosão, formando um filme ou camada, distribuída uniformemente em todo o sistema através da própria água, protegendo as superfícies metálicas do meio eletrolítico.

Este último é amplamente utilizado em sistemas de arrefecimento de água de motores de embarcações em todo o mundo, devido à disponibilidade no mercado internacional e vários fabricantes, facilidade de transporte (contidos em pequenas quantidades: vasilhas, bombonas e tambores), e custo reduzido em comparação a

quaisquer mudanças de projetos de embarcações já existentes e em operação no mundo.

O custo da corrosão:

A corrosão aumenta os custos de qualquer processo. Provoca a falha, avaria, parada de vários equipamentos, além da redução de eficiência e indisponibilidade de operação, deixando de ser um custo individualmente localizado e acarretando perdas financeiras maiores, quando equipamentos prioritários interferem diretamente nas operações e segurança das embarcações.

É essencial se ter um programa de controle à corrosão e, pelas facilidades de disponibilidades no mercado nacional e internacional, sem precisar modificar os projetos já existentes em embarcações, utilizar produtos químicos inibidores à corrosão. Somado a isso, é essencial se ter a bordo o controle e monitoração química da água doce a ser utilizada para os sistemas de arrefecimento de motores especificamente.

2.2- Incrustações ou depósitos

Formada por predominantemente uma camada de material inorgânico precipitado de substâncias solúveis em água. Os mais comuns são:

- Carbonato de cálcio;
- Fosfato de cálcio;
- Silicato de magnésio;
- Sílica.

Fatores decisivos para a formação de depósitos:

- Temperatura – influencia substâncias com solubidade direta ou inversa;
- Alcalinidade ou acidez (PH);
- A quantidade ou concentração de substâncias que formam o depósito na água – a qualidade da água utilizada.

Abaixo, seguem informações a respeito de perdas de trocas térmicas em equipamentos, devido às espessuras de depósitos e incrustações em sistemas de água de arrefecimento, segundo o “Minicursos CRQ-IV, Tratamento Químico de

Água de Resfriamento, Minicursos 2009, Conselho Regional de Química-IV Região (SP)”:

Redução da troca térmica

As perdas médias de calor, em função da espessura das incrustações, são tabuladas a seguir:

<u>ESPESSURA</u>	<u>% DE PERDA DE CALOR</u>
0,50 mm.....	4%
0,75 mm.....	7%
1,00 mm.....	9%
1,25 mm.....	10%
1,50 mm.....	13%
2,20 mm.....	15%
2,70 mm.....	16%

Conselho Regional de Química IV Região (SP) – Apoio: Caixa Econômica Federal

Fonte: Minicursos CRQ-IV, 2009.



Depósitos ou incrustações nas superfícies das tubulações reduzem a eficiência na transferência de calor, aumentam os custos financeiros e reduzem a vida útil dos equipamentos.

Formas de controlar a formação das incrustações:

- 1- Limitar a concentração de minerais antes de entrar no sistema de água, usando métodos de filtragem e/ ou extração;
- 2- Manter o PH em valores menores, mas isto acarretará numa maior acidez da água;
- 3- Tratamentos químicos eficientes para a instalação.

Preferencialmente, os produtos químicos são empregados evitando a formação das incrustações, pois mantém os minerais que formam as incrustações dissolvidas na água e não permitem o processo de cristalização de minerais se iniciar. Outros inibidores modificam a estrutura do cristal, reduzindo a velocidade de formação de depósitos. Produtos químicos e polímeros dispersantes são empregados também quando novos cristais se formam na solução, prevenindo a precipitação e depósito, mantendo as partículas em suspensão na água.

Segundo o “Minicursos CRQ-IV, Conselho Regional de Química-IV Região (SP), 2009”: “A dosagem de dispersantes distorce os cristais, impedindo que assumam formas geométricas definidas e, conseqüentemente, os aglomerados formados são irregulares e instáveis, não dando origem a incrustações de remoção difícil, como mostra a figura 2:”

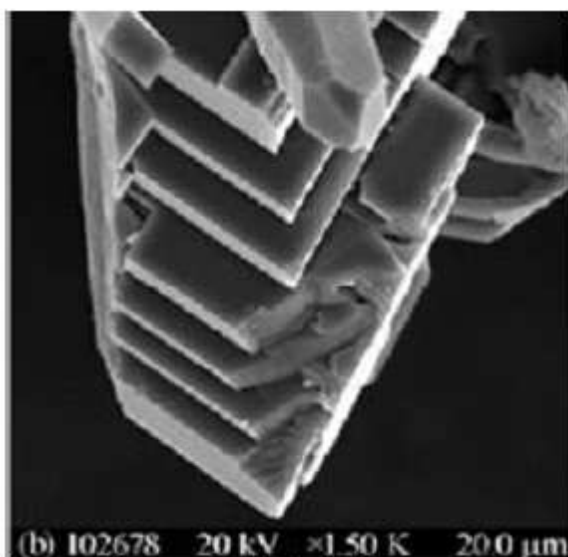


figura 1 (água sem adição de dispersantes)

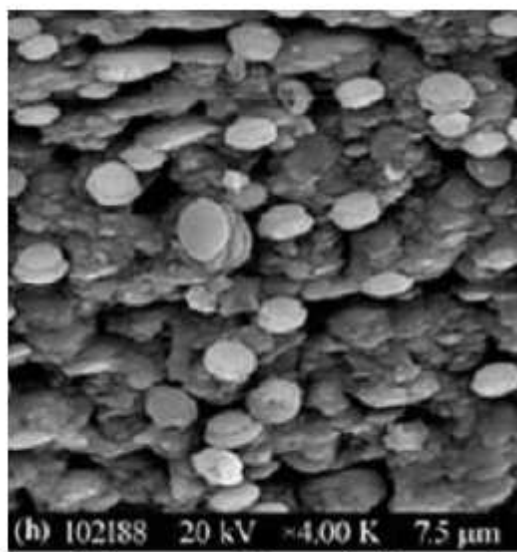


figura 2 (água com 0.5 ppm de dispersantes)

Fonte: Minicursos CRQ-IV, 2009.

Produtos químicos como fosfatos e polifosfatos orgânicos e compostos polímeros podem agir como inibidores e limitadores da formação de incrustações.

É essencial o controle e monitoramento da formação de depósitos, pois se não feito assim, pode-se resultar na perda energética/ eficiência nos processos envolvidos com água de arrefecimento, especialmente neste caso os motores diesel e equipamentos de seus sistemas de arrefecimento, gerando no final maiores custos operacionais às embarcações e financeiros às empresas ou companhias de navegação marítima/ armador.

2.3–Borra(lama)

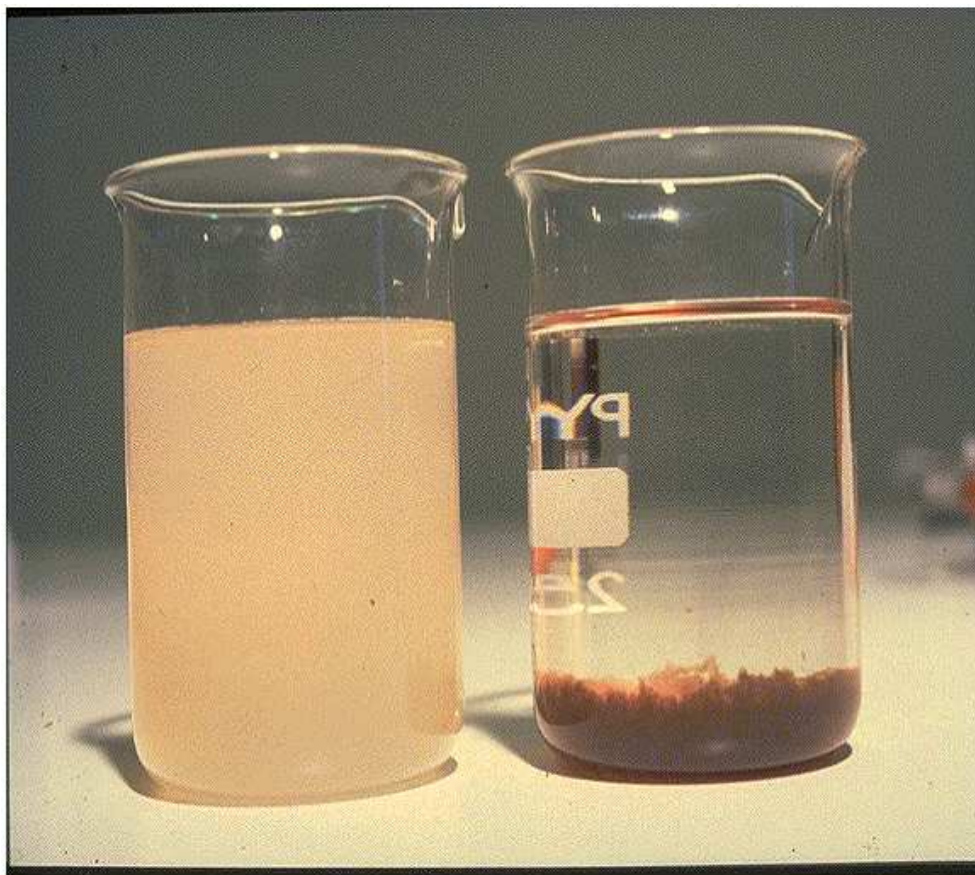
Acúmulo de qualquer material sólido, além de depósitos de incrustações, de modo que prejudica a operação e contribui para a deteriorização no sistema e água de arrefecimento.

Tipos mais comuns:

- Poeira
- Areia
- Produtos da corrosão;
- Material microbiológico;
- Fosfatos de alumínio;
- Fosfatos de ferro;

O que interfere na formação de borra no sistema de água de arrefecimento:

- Qualidade e características da água, inclusive a captada para completar ou renovar o sistema de água de arrefecimento – sólidos dissolvidos na água;
- Temperatura – o aumento da temperatura acarretará o aumento da borra;
- Velocidade do fluido – a sedimentação natural do material em suspensão;
- Formação microbiológica – formação de colônias, depósitos em superfícies.
- Corrosão por produtos insolúveis;



Fonte: Minicursos CRQ-IV, 2009.

A borra pode ser controlada mecanicamente ou por produtos químicos. O melhor método ou combinação deles depende do tipo de borra no sistema.

Algumas ferramentas podem ser usadas para controlar a formação de borra:

- 1- Evitar a entrada de substâncias que formam a borra, utilizando meios mecânicos ou químicos para tratar a água antes de ser acionada ao sistema;
- 2- A redução da formação através da filtração e/ou limpeza da água do sistema;
- 3- Utilização de produtos químicos dispersantes de uso contínuo.

Mais empregados, os produtos químicos dispersantes são para manter as substâncias em suspensão, evitando a precipitação nas superfícies metálicas, ou auxiliando a remover a borra já formada. O método de extração e/ou filtração pode ser combinada com os dispersantes.

2.4 - Contaminação microbiológica

A proliferação microbiológica descontrolada pode acarretar na formação de depósitos que contribuem para a formação de borra(lama), corrosão e incrustação. A contaminação na água de arrefecimento é feita por microorganismos e seus produtos resultantes da digestão(limos). São provenientes da água de alimentação a ser utilizada no sistema de arrefecimento (já estavam presentes) ou de contaminação através de trocadores de calor - por exemplo, contaminação por água salgada.

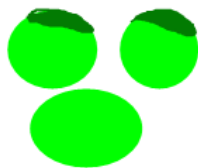
Abaixo são mostrados os microorganismos e suas respectivas características, de acordo com “Minicursos CRQ-IV, Tratamento Químico de Água de Resfriamento, Minicursos 2009, Conselho Regional de Química-IV Região (SP)”:

Fungos:

- A maioria dos fungos é filamentosa, embora levedura e alguns fungos aquáticos seja unicelulares;
- Fungos formam estruturas sólidas que podem alcançar tamanho considerável;
- Existem em temperaturas entre 5 e 38°C e PH entre 2.0 e 9.0, com um ótimo de 5 a 6;

Algas:

- São classificadas como plantas, já que dependem de fotossíntese;
- Variam em tamanho desde organismos unicelulares microscópicos até plantas de 50 metros de comprimento;
- Não podem sobreviver na ausência de ar, água de luz solar;
- Podem produzir grande quantidade de polissacarídeos (biofilme);
- Obstruem telas de filtros, reduzem a vazão e aceleram a corrosão;
- Podem existir entre 5 e 65°C e PH de 4.0 a 9.0;

**Unicelulares****Multicelulares**

Conselho Regional de Química IV Região (SP) – Apoio: Caixa Econômica Federal

Fonte: Minicursos CRQ-IV, 2009.

Bactérias:

- Universalmente distribuídas na natureza;
- Enorme variedade de microorganismos;
- Multiplicam-se por divisão celular;
- Formadoras de limo (biofilme);
- Utilizam contaminantes hidrocarbonetos;
- Bactérias do enxofre – bactérias anaeróbicas, sulfato redutoras;
- Bactérias do ciclo do nitrogênio;



Fonte: Minicursos CRQ-IV, 2009.

Abaixo, foto de tubulações com presença de crescimento biológico:



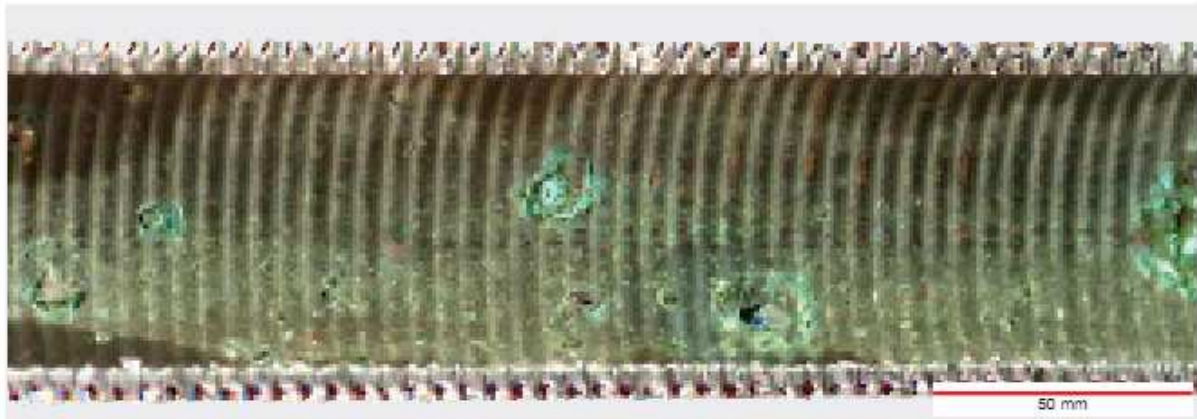
Fonte: Minicursos CRQ-IV, 2009.

Os limos reduzem a eficiência de troca de calor no sistema de água de resfriamento, funcionando como um isolante térmico.

Fatores que contribuem para o crescimento dos microorganismos:

- 1- Nutrientes: hidrocarbonetos e outras substâncias carbonadas podem servir de alimento para os organismos;
- 2- Ambiente: depende da disponibilidade de oxigênio e nutrientes;
- 3- Localização: quantidade de luz e qualidade da água;
- 4- Temperatura: prolifera a temperaturas entre 4.4 e 65⁰C.

Abaixo, uma tubulação de liga CuNi com visíveis ataques microbiológicos que levam à corrosão.



5 CuNi pipe with clearly visible local attacks of microbiologically induced corrosion (MIC).

Fonte: <http://www.sulzer.com/en/Industries/Water>

Os custos de manutenção (limpezas manuais e químicas) dos componentes do sistema, além de linhas e tubulações incrustadas, redução de passagem de água nas redes e danos às bombas fazem parte de um sistema de água de arrefecimento sem tratamento biológico adequado.

Para a detecção da população de bactérias e microorganismos na água de arrefecimento, laboratórios coletam amostras de água para realizar análises microbiológicas, assim confirmar a existência dos microorganismos.

A partir desse ponto, determina-se o método a ser utilizado para controlar, combater e exterminar os microorganismos.

Fatores a se considerar para ser realizar um efetivo programa de controle microbiológico:

- Os tipos de microorganismos;
- A presença dos microorganismos aponta a procurar a origem do problema;
- Características operacionais do sistema, como temperatura, vazão e consumo de água.

Para o tratamento microbiológico, serão utilizados biocidas selecionados de acordo com a colônia dos microorganismos encontrados na análise de laboratório.

Capítulo 3

Atingindo o sucesso de um programa de controle de tratamento de água de arrefecimento de motores

Alguns elementos devem ser considerados para se ter sucesso num programa de tratamento de água de arrefecimento de motores:

- 1- A qualidade dos produtos químicos utilizados no tratamento e a automação para o sistema ou projeto de tratamento;
- 2- Pessoal – incluem-se operadores, supervisores, engenheiros, Oficiais de Máquinas, gerência, contratados(laboratórios, fornecedores) – devem entender a importância do sistema de água de arrefecimento de motores e estarem comprometidos em manter o programa. Conhecer a instalação é essencial para o sucesso;
- 3- A monitoração e o controle devem ser contínuos e se utilizar as técnicas e equipamentos corretos;
- 4- A união desses elementos deverão proporcionar a maior disponibilidade, operacionalidade e redução de custos envolvidos nos equipamentos, máquinas, motores e embarcações.



Fonte: Water analysis at SulzerInnotec.

A verificação da qualidade da água pode indicar se o aço a ser utilizado é o adequado para a instalação.

3.1 Tratamentos adequados da água de arrefecimento

3.1.10 pré tratamento

É necessário o prétratamento para assegurar que os produtos químicos utilizados tenham o melhor desempenho possível.

A considerar os requisitos abaixo:

- 1- Água sem contaminantes – a água desmineralizada e sem resíduos oleosos, sujeiras, poeiras e ferrugem;
- 2- Caso haja contaminantes, efetuar os “flushings” ou lavagens das linhas de água, renovando o sistema com água limpa desmineralizada. O mesmo vale para os equipamentos envolvidos, se contaminados e sujos. Por exemplo, os trocadores de calor devem sofrer as manutenções e cuidados necessários para se evitar a entrada de água salgada ou outro fluido contaminante no sistema de água doce de arrefecimento;

Importante ressaltar que o operador/ Oficial de Máquinas deve executar *flushings* ou “purgas” para renovação de água observando os seguintes cuidados, segundo o “Minicursos CRQ-IV, Tratamento Químico de Água de Resfriamento, Minicursos 2009, Conselho Regional de Química-IV Região (SP)”:

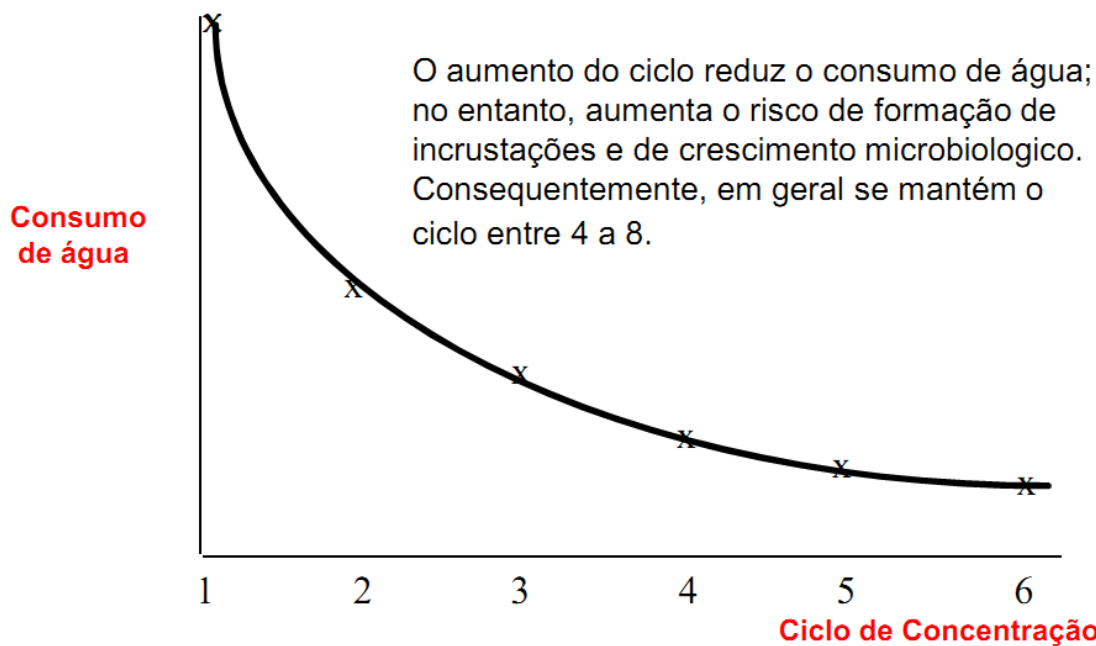
“Efeitos da purga:

Purga demasiada:

- Baixo ciclo de concentração;
- Perda de água;
- Perda de produtos químicos;

Purga insuficiente:

- Alto ciclo de concentração;
- Riscos de incrustações/ depósitos;
- Aumento de nutrientes no sistema;
- Risco de biodepósitos;”



Conselho Regional de Química IV Região (SP) – Apoio: Caixa Econômica Federal

Fonte: Fonte: Minicursos CRQ-IV, 2009.

3- Conhecer e implementar um sistema de controle de tratamento de água de arrefecimento para os motores na instalação ou embarcação. Há várias empresas de reconhecimento internacional neste mercado que fornecem produtos de alta qualidade e de última geração.

3.2Os tratamentos químicos adequados e o controle da água de arrefecimento

Adição de produtos químicos inibidores de corrosão, formando um filme ou camada, distribuída uniformemente em todo o sistema através da própria água, protegendo as superfícies metálicas do meio eletrolítico, é amplamente utilizado em sistemas de arrefecimento de água de motores de embarcações, devido à disponibilidade no mercado internacional e vários fabricantes, facilidade de transporte (contidos em pequenas quantidades: vasilhas, bombonas e tambores), e custo reduzido em comparação a quaisquer mudanças de projetos de embarcações já existentes e em operação.

Para o controle da corrosão, somado o controle de PH da água, podem ser utilizados os seguintes compostos, de acordo com “Tratamento Químico de Água de Resfriamento, Minicursos 2009, Conselho Regional de Química-IV Região (SP), 116 páginas”:

- “Inibidores de corrosão;
- Inibidores anódicos;
- Cromatos;
- Molibdatos;
- Silicatos;
- Ortofosfatos;
- Inibidores catódicos;
- Polifosfatos;
- Fosfonatos;
- Fosfanatos/zinco”

Para sistemas fechados de água doce de arrefecimento, são mais utilizados as seguintes bases de compostos químicos dosados à água:

- Nitritos;
- Boratos e compostos não baseados em nitrito;

Vários compostos podem ser combinados em um único produto químico, sendo indicados para cada instalação previamente identificada e estudada pela equipe técnica de bordo, gerência de manutenção e técnicos responsáveis da empresa fornecedora do produto químico. É imprescindível que a água esteja previamente limpa, sem contaminantes, sendo a ideal a água destilada.

Temos como exemplos as duas tabelas abaixo, de dois produtos químicos, “Maxigard” e “Drewgard”, ambos fornecidos pela companhia norte-americana Drewmarine, mostrando as suas respectivas aplicabilidades:

Maxigard Diesel Engine Water Treatment: produto com base em nitrito, de prevenção à corrosão dos metais e formação de incrustações; redução da corrosão devido à cavitação; é modificador da formação de incrustações, impedindo a cristalização e aderência nos metais; é estabilizador de PH. É apresentado em estado líquido, para fácil manuseio à dosagem.

Features	Benefits
Multi-component inhibitor	Protects against variable metal corrosion Reduces corrosion due to cavitation
Contains a scale modifier	Maintains heat transfer effectiveness Helps prevent overheating caused by sludge and mineral scale deposits Reduces cleaning and maintenance costs
Buffered	Stabilizes cooling water pH
Liquid	Easy to dose Cost effective

Fonte: www.drew-marine.com, 2009.

Drewgard CWT Diesel Engine Cooling Water Treatment: contendo basicamente as mesmas propriedades do Maxigard, o Drewgard se diferencia em prevenção, por

não ter base em nitrito, dificultando a proliferação de seres microbiológicos que, existente em ambiente com nitrito, degradam este último em nitrato, formando sólidos em lama dentro do sistema de água de arrefecimento.

Features	Benefits
Non-nitrite	No degradation to nitrates
Protection for aluminum	Ideal for high-speed engines
Multi-component corrosion inhibitor	Protects ferrous and non-ferrous metals
Scale modification	Maintains heat transfer efficiency Reduces cleaning and maintenance costs
Does not promote bacterial growth	No need for microbiocide
Ampoule test method	Easy to control
Versatile	Compatible with glycol-based antifreeze systems
Buffered	Stabilizes cooling water pH

Fonte: www.drew-marine.com, 2009.

Para controle de formação e proliferação microbiológica (algas, fungos e bactérias), somado ao controle de PH e flushings (renovação de água), existem biocidas que são aplicados de acordo com a instalação e o resultado de microorganismos encontrados em análise de laboratório reconhecido e credenciado.

Para controle de sais na água, evitando incrustações, usam-se métodos de coleta e análise da concentração de cloretos. O ideal de concentração de sais sempre será zero, mas existe uma faixa aceitável de controle. Valores acima da faixa determinada ou sugerida pelos manuais, pela experiência da empresa técnica, gerência e/ ou supervisor de manutenção e máquinas, significará que há a necessidade de eliminar o excesso de sais. O procedimento mais prático e eficaz permanece sendo a extração parcial ou total da água do sistema. O sistema deverá ser realimentado com água doce desmineralizada sempre que possível.

Abaixo, o produto inibidor de corrosão “Rocor NB liquid” da companhia Unitor. Os limites e os valores de nitrito para dosagem do produto na água de arrefecimento, após análise, estão na faixa entre zero e 2400ppm de NO_2 (limites mínimo emáximo) e faixa ideal (de 1080 a 1440ppm de NO_2).

O produto também controla os valores de PH entre 8.3 e 10.0, sendo a faixa ideal. Além, informa o valor máximo de concentração de cloreto na água, 50ppm,

recomendado pelos fabricantes de motores marítimos, e, a recomendação de uso de água destilada para completar os sistemas de água de arrefecimento.

Marine
Chemicals
UNITOR

ROCOR NB LIQUID

Liquid Cooling Water Corrosion Inhibitor

Product Description
Rocor NB Liquid is a liquid, nitrite/borate based compound with organic corrosion inhibitors for use in closed cooling water systems.

Directions for Use and Dose Rates
Rocor NB Liquid is a highly effective corrosion inhibitor for the common ferrous and non-ferrous metals in cooling water systems.
The stable oxide film that is formed prevents corrosion caused by electrolytic action between dissimilar metals used in the system.
Rocor NB Liquid has been field tested and found to have no detrimental effects on non metallic substances such as seals, glands, packing, hoses, gaskets etc., normally used in these systems.
The compound is alkaline and so will suppress acid corrosion, which would otherwise result in corrosion damage such as pitting. However, the alkalinity control is such that even if the product is accidentally overdosed, the pH of the water will remain within limits. The metals which would be affected by extremes of alkalinity or acidity are protected.

Normal nitrite limits: 1000-2400 ppm nitrite (NO₂)

Nitrite (as PPM NO ₂)	0	180	360	540	720	900	1080	1260	1440 - 2400
Rocor NB L/1000L	13.0	11.3	9.7	8.1	6.5	4.9	3.3	1.7	0

N.B. Buffering agents in Rocor NB Liquid maintain pH values within suitable limits when the product is dosed as recommended. Normal pH should be maintained between 8.3 and 10 by the treatment.
The engine manufacturer's recommendations for water quality should always be complied with. Chloride levels should always be as low as possible. Most engine manufacturers recommend a maximum of 50 ppm chlorides.
For this reason, Wilhelmsen Ships Service recommends the use of distilled water as make-up.

Product Properties

Appearance:	Red liquid
Density, g/cm ³ at 15°C:	1.1
pH (1 Vol%)	9
Compatibility:	
Metal:	Avoid contact with zinc and aluminium
Rubber:	No known effect

PACKAGING: Product No. Size (litres) Contains

Fonte: <http://www.wilhelmsen.com>

A frequência de coleta e análise dos elementos na água de arrefecimento dependerá sempre da qualidade da água de alimentação ou complementação, de possibilidades de contaminação por água salgada ou outros fluidos através de trocadores de calor, além dos resultados encontrados nas últimas análises realizadas.

Abaixo temos como exemplo uma simples e eficiente planilha de registro e controle de tratamento de água de motores, envolvendo: concentração de nitrito e dosagem, PH e concentração de cloretos(sais):

Controle de Tratamento de Água de Resfriamento de Motores

	NITRITO (ppm)	DOSAGEM (Litros)	CLORETO (ppm)	PH	NOTAS
Motor Principal					
Motor auxiliar#1					
Motor auxiliar#2					
Motor auxiliar #3					
Motor Gerador de Emergência					
Sistema Água Baixa Temperatura					

Considerações Finais

A água tem diversas características e propriedades que a faz ser reconhecida e utilizada como principal e melhor veículo de transferência de calor, em sistemas de arrefecimento para equipamentos, máquinas, motores.

Embora seja largamente disponível, de baixo custo e de fácil manuseio em sistemas de arrefecimento, a água tem sua parcela de participação nos processos químicos e biológicos que acarretam problemas nas unidades, podendo comprometer negativamente a eficiência, eficácia, operacionalidade e disponibilidade das máquinas, motores e todo o sistema envolvido.

Conseqüentemente, geram-se altos custos financeiros para a manutenção da competitividade das unidades no mercado internacional, principalmente voltado às embarcações da Marinha Mercante.

Todos esses fatores mostram como é imprescindível tratar a água de arrefecimento, tão grande relevância deve ser dada a esse elemento presente em nossas unidades marítimas.

Referências Bibliográficas:

Ashland Chemicals, **Shipboard Water Treatment Manual**, 2009, 25 pages, Fourth Edition.

Escola Náutica Infante D. Henrique, **Tecnologias Marítimas, Equipamentos e Sistemas do Navio**, 2007, João Emílio C. Silva, 31 páginas.

http://www.drew-marine.com/water_treatment.html, 2012. Acessado em NOV/2013.

<http://www.ashland.com/solutions/products-services/water-treatment-chemicals>, 2013. Acessado em NOV/2013.

Haeusermann, Roger. **Sulzer Technical Review 3/ 2011**. 37 páginas.

Conselho Regional de Química-IV Região (SP). **Tratamento Químico de Água de Resfriamento**. Minicursos 2009. 116 páginas. www.Crq4.org.br

RIBEIRO, R.B. et al. **Análise morfológica da corrosão por pites em aço inoxidável austenítico AISI 310S submetido à exposição em névoa salina**. *Matéria (Rio J.)* [online]. 2009, vol.14, n.3, pp. 957-964. ISSN 1517-7076.

[BBruhttp://www.scielo.br/img/revistas/rmat/v14n3/a07fig4a.gif&w=285&h=234&ei=XpUqPkIcSkkQeFwYGIBg&zoom=1&ved=1t:3588,r:2,s:0,i:83&iact=rc&page=1&tbnh=187&tbnw=228&start=0&ndsp=24&tx=122&ty=91](http://www.scielo.br/img/revistas/rmat/v14n3/a07fig4a.gif&w=285&h=234&ei=XpUqPkIcSkkQeFwYGIBg&zoom=1&ved=1t:3588,r:2,s:0,i:83&iact=rc&page=1&tbnh=187&tbnw=228&start=0&ndsp=24&tx=122&ty=91)
Acessado em: NOV/2013.

<http://www.lytron.com/Tools-and-Technical-Reference/Application-Notes/Preventing-Corrosion-in-Cooling-Systems>. 2012. Acessado em NOV/2013.

http://www.supercms.com.br/modelo1/default.asp?id=33&id_idioma=1&texto_menu=319. Acessado em NOV/2013.

<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/4159-corrosao-galvanica/>. Acessado em NOV/2013.

<http://www.offshore-mag.com/articles/print/volume-73/issue-5/productions-operations/pitting-and-crevice-corrosion-of-offshore-stainless-steel-tubing.html>, 2013. Acessado em NOV/2013.

<http://qnint.sbg.org.br/qni/visualizarConceito.php?idConceito=30>, 1990. Acessado em NOV/2013.

<http://www.wilhelmsen.com/services/maritime/companies/buss/DocLit/ProductLiterature/Documents/Chemicals%20Manual.pdf>. Acessado em NOV/2013.

Water analysis at Sulzer Innotec, <http://www.sulzer.com/en/Industries/Water>. Acessado em NOV/2013.

[Drew-marine.com](http://www.drew-marine.com), 2009, Drew Marine, CW-PD-12 (9/09)R5. Acessado em NOV/2013.

Gentil, Vicente. **Corrosão**. Livros Técnicos e Científicos. 4ª edição, LTC, Rio de Janeiro. 2003.