

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRANÇA ARANHA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS (APMA)



TRATAMENTO DE CASCO E PINTURA APLICADOS A NAVIOS

RUI RIO – BRANCO NETO

RIO DE JANEIRO, 2013

RUI RIO – BRANCO NETO

TRATAMENTO DE CASCO E PINTURA APLICADOS A NAVIOS

Monografia apresentada como exigência para conclusão do curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas (APMA) do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: Prof. Mestre Luiz Otavio Ribeiro Carneiro.

RIO DE JANEIRO, 2013

TRATAMENTO DE CASCO E PINTURA APLICADOS A NAVIOS

Elaborado por Rui

Aluno do curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas (APMA)

Rio de Janeiro, Setembro de 2013

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Mestre Luiz Otavio Ribeiro Carneiro

Nota: _____

1º Examinador: _____

2º Examinador: _____

Rio de Janeiro, 08 de Setembro de 2013.

DEDICATÓRIA

**Dedico esse trabalho ao meu pai Rui de
Morais Rio Branco (*in memoriam*), pela
dedicação e amor aos seus filhos e esposa.**

AGRADECIMENTO

Agradeço ao nosso Deus por estar sempre presente em nossas vidas, a minha mãe pelo seu amor tão grande e coragem nos momentos de dificuldade, a minha irmã pela sua determinação inspiradora em encarar novos desafios, a minha noiva por todo seu companheirismo, cumplicidade e paciência e aos professores por toda sua dedicação e tempo em nos fazer pessoas melhores.

EPÍGRAFE

O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho.

Abraham Lincoln

RESUMO

A pintura aplicada ao casco do navio é de fundamental importância para a proteção do chapeamento contra a corrosão e deve ter um alto grau de durabilidade para aguentar as adversidades do mar. A tinta possui componentes orgânicos em sua composição que evitam ou retardam a formação de algas marinhas e mexilhões se fixem no casco e prejudiquem a navegação da embarcação. No planejamento de uma docagem a limpeza e tratamento utilizados no casco acarretarão numa maior vida útil e redução de custos em sua manutenção. A correta análise de cada material a ser utilizado deve ser controlada minuciosamente a fim de evitar o retrabalho ou docagem prematura.

Palavras-chave: pintura, corrosão, proteção, atrito, navio.

ABSTRACT

The paint applied to the hull of the ship is of fundamental importance to the protection of the plating against corrosion and should have a high degree of durability to endure the hardships of the sea. The paint has organic components in its composition that prevent or delay the formation of seaweed and mussels from attaching to the hull and harm the sailing of the ship. In planning a docking cleaning and treatment used Hull will lead a longer life and reduced maintenance costs. A correct analysis of each material to be used must be controlled to avoid minunciosamente rework or docking prematurely.

Keywords: painting, corrosion protection, friction ship.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. CORROSÃO	14
2.1 Corrosão Química.....	15
2.2 Corrosão Eletroquímica.....	16
2.3 Meios Corrosivos.....	16
2.4 Corrosão Quanto aos Tipos de Desgaste	17
3. TECNICAS E MÉTODOS DE PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO	22
3.1 Revestimento	22
3.2 Alterações do Meio Corrosivo.....	23
3.3 Proteção Catódica.....	23
4. PINTURA	23
4.1 Tipos de Tintas e Seus Componentes	24
4.2 Preparo da Superfície para Pintura	25
5. LIMPEZA DE SUPERFÍCIES	26
5.1 Preparo da Superfície	27
5.2 Decapagem	28
5.3 Métodos de Jateamento	31
6. PINTURAS E CAMADAS	32
7. APLICAÇÃO DAS TINTAS	34
7.1 Pincel ou Trincha.....	34
7.2 Rolos.....	35
7.3 Pistola Pneumática Convencional	36
7.4 Pistola Pneumática de Pintura Tipo “Air Less”	37
7.5 Pintura Eletrostática.....	38
7.6 Pintura Eletroforética.....	39

7.7 Pintura por Imersão	39
8. FALHAS DURANTE A APLICAÇÃO DE TINTAS.....	40
8.1 Falhas Comuns na Aplicação	41
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processos corrosivos	14
Figura 2 - Corrosão química.....	15
Figura 3- Corrosão eletroquímica.....	16
Figura 4 - Corrosão uniforme	18
Figura 5 - Corrosão em placas.....	18
Figura 6 - Corrosão por pites.....	19
Figura 7 - Corrosão alveolar.....	19
Figura 8 - Corrosão intergranular	20
Figura 9 - Corrosão transgranular.....	20
Figura 10 - Corrosão galvânica	20
Figura 11 - Corrosão-erosão.....	21
Figura 12 - Corrosão microbiológica	21
Figura 13 - Corrosão com cavitação.....	22
Figura 14 - Diferença da superfície tratada	26
Figura 15 - Limpeza da superfície a ser tratada.....	27
Figura 16 - Lixadeira	28
Figura 17 - Espátula.....	29
Figura 18 - Escova rotativa.....	30
Figura 19 - Marteleto tipo agulha	30
Figura 20 - Decapagem com jateamento de água a alta pressão	32
Figura 21 - Primeira camada de tinta “primer”.....	33
Figura 22 - Pincel ou trincha	35
Figura 23 - Rolo de lã de carneiro	36
Figura 24 - Pistola pneumática convencional.....	37
Figura 25 - Pistola pneumática tipo “air less”	38
Figura 26 - Equipamento de pintura eletrostática.....	38
Figura 27 - Pintura eletroforética	39
Figura 28 - Pintura por imersão.....	40
Figura 29 - Escorrimento ou decaimento	41
Figura 30 - Manchas ou manchamento	42
Figura 31 - Pulverização deficiente ou atomização seca.....	43

Figura 32 - Porosidade ou presença de poros	43
Figura 33 - Sangramento ou ressolubilização	44
Figura 34 - Crateras	45
Figura 35 - Impregnação de abrasivos e/ou materiais estranhos	45
Figura 36 - Inclusão de pêlos.....	46
Figura 37 - Empolamento e formação de bolhas.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Taxa de corrosão em chapas ao longo dos anos	17
---	----

1. INTRODUÇÃO

A preparação e manutenção do casco da embarcação é de fundamental importância para redução de custos e falhas inesperadas. As modernas funções das tintas permitem uma grande proteção contra o desgaste de chapeamento e poder de ataque aos organismos marinhos que podem vir a se fixar no casco da embarcação.

O material utilizado no casco nas embarcações marítimas é o aço e por uma questão de norma e segurança o desgaste não pode ser mais que 20% da espessura de projeto. As tintas agem como proteção anticorrosiva ao desgaste natural dessas chapas.

O acúmulo de algas e outros organismos marinhos ao longo do tempo levam a um maior custo de deslocamento da embarcação devido ao aumento de atrito com a água. Em navios de grande porte o custo de combustível durante uma viagem pode chegar na casa das dezenas de milhares de dólares.

2. CORROSÃO

É a deterioração de um material metálico por ação química ou eletroquímica do meio ambiente. A corrosão é a ferrugem dos metais, é a tendência do metal voltar ao seu estado bruto. Com exceção de alguns metais nobres (ex. ouro, cobre) que são encontrados em seu estado natural, os metais são geralmente encontrados na natureza sob a forma de compostos, sendo mais comum os óxidos e sulfetos metálicos.

Assim os metais tendem a reagir espontaneamente com os líquidos ou gases do meio ambiente, o ferro se enferruja em presença do ar ou água, os objetos de prata escurecem quando expostos ao ar.

A corrosão nas chapas do casco do navio alteram sua estrutura e causam o aumento do consumo de combustível devido as alterações hidrodinâmicas. O processo de corrosão é um processo natural por isso é impossível impedir o surgimento de todas as formas de corrosão.

As características do fluido que influenciam no processo de corrosão são entre outras, sua natureza, temperatura, concentração, impurezas, umidade, velocidade. Os processos corrosivos, em sua generalidade, podem ser classificados como corrosão química e corrosão eletrolítica.

Estima-se que no Brasil os gastos com produtos e tratamentos de combate à corrosão cheguem a US\$ 10 bilhões e boa parte deles na indústria petrolífera. Além do fator meio ambiente, essa preocupação se torna maior pelos amargos prejuízos financeiros decorrentes deste processo químico.



Figura 1 – Processos corrosivos
Fonte - <http://www.csemil.com.br>

2.1 Corrosão Química

Os processos por corrosão química são denominados de corrosão ou oxidação. Eles ocorrem com menos frequência na natureza e surgiram com o advento da industrialização onde são encontradas operações com temperaturas elevadas.

Os processos são caracterizados por:

- Ocorrer na interação entre o metal e o meio corrosivo no qual o metal está inserido. São exemplos, nesse caso, as pilhas de corrosão;]
- Ocorrer em temperaturas elevadas, sempre acima do ponto de orvalho;
- Ocorrer necessariamente na ausência de água.



Figura 2 - Corrosão química
Fonte – <http://www.embratecno.com.br>

2.2 Corrosão Eletroquímica

Os processos por corrosão eletroquímica são os mais comuns de serem encontrados na natureza. Para que a corrosão eletroquímica ocorra é necessário a presença de umidade, assim, a umidade é agravante da corrosão. Cabe ressaltar que a umidade pode reagir com gases poluentes da atmosfera gerando ácidos. Na maioria dos casos ele ocorre em meio aquoso ocorrendo a formação de eletrólito, há o deslocamento de elétrons, um lado sofre oxidação e o outro sofre redução.



Figura 3- Corrosão eletroquímica

Fonte – <http://www.brasilecola.com/quimica/maresia-corrosao-dos-metais.htm>

2.3 Meios Corrosivos

São meios corrosivos responsáveis pelo aparecimento do eletrólito que é uma solução condutora elétrica constituída de meio aquoso contendo sais, ácidos e bases.

Os principais meios corrosivos são:

- Atmosfera – A umidade contida no ar, sais em suspensão, poeira, etc. A água que condensa na superfície do metal acelera a corrosão na presença de sais e partículas em suspensão;
- Solos – contém umidade e sais dissolvidos e dependendo da região o solo pode possuir características ácidas ou básicas.
- Águas naturais – são as águas de rios, lagos e subsolos. Elas podem conter sais minerais ácidos ou básicos dissolvidos e pode conter bactérias ou resíduos que acelerem a corrosão.
- Água do mar – pela presença acentuada de sais dissolvidos é um eletrólito por excelência e causam grande desgaste nas chapas de aço das embarcações.

Corrosão típica em águas tropicais						
Material	Taxa média de penetração ($\mu\text{m}/\text{ano}$)			Profundidade média dos 20 pontos de ataque mais profundos		
	1 ano	8 anos	16 anos	1 ano	8 anos	16 anos
Água Doce (a)						
Aço Carb. (b)	195	65	45	510	1470	1830
Aço 0,3 Cu	200	75	45	560	1630	1630
Água Salgada (c)						
Aço Carb.(b)	150	80	75	1040	1680	2290
Aço 0,3 Cu	150	90	80	915	1600	160
Aço 2 Ni	190	100	85	840	2390	(d)
Aço 5 Ni	160	100	85	735	2970	(d)
Aço 5 Cr	70	100	85	685	1600	1750
(a) Gatun Lake, Panamá.			(b) Sem carepa (decapado).			
(c) Pacífico - Panamá			(d) Corrosão passante			

Tabela 1 - Taxa de corrosão em chapas ao longo dos anos

Fonte – http://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/6348-corroso-em-gua-salgada#.UhoMV9JtipA

2.4 Corrosão Quanto aos Tipos de Desgaste

A corrosão pode se apresentar de diversas formas e a sua classificação é feita de acordo com a aparência do metal que sofreu corrosão.

- Corrosão uniforme – a corrosão se dá de maneira uniforme por toda superfície em contato com o meio corrosivo. A corrosão é facilmente diagnosticada através da espessura da chapa;



Figura 4 - Corrosão uniforme
Fonte – <http://www.icz.org.br>

- Corrosão em placas – a corrosão ocorre em placas que vão se desprendendo progressivamente devido a corrosão, é comum em metais que formam películas protetoras. As placas tornam-se mais espessas até o rompimento proporcionando novas áreas a serem atacadas;



Figura 5 - Corrosão em placas
Fonte – <http://www.icz.org.br>

- Corrosão por pites – a corrosão se dá de maneira intensa mas de forma muito localizada, sua profundidade é maior em relação ao seu diâmetro. A principal causa é a existência de pequenas áreas no material, altamente anódicas em relação às áreas catódicas adjacentes ;



Figura 6 - Corrosão por pites
Fonte – <http://www.icz.org.br>

- Corrosão alveolar – a corrosão se apresenta em forma de crateras em pontos localizados da superfície metálica, é uma variante da corrosão por pites onde as cavidades apresentam um maior diâmetro e uma menor profundidade;

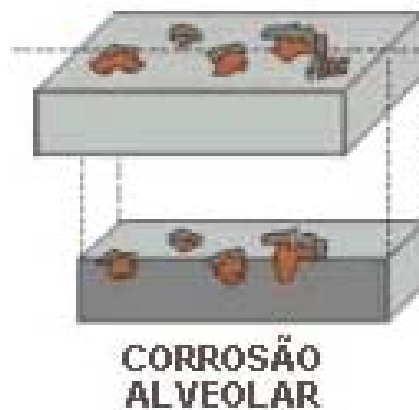


Figura 7 - Corrosão alveolar
Fonte – <http://www.icz.org.br>

- Corrosão intergranular ou intercrystalina – a corrosão se manifesta em torno dos grãos na superfície metálica como no caso das cadeiras de praia de aço inoxidável. A periferia do grão fica com menor quantidade de cromo livre do que o interior dos grãos, tornando-se assim, regiões anódicas, aonde vão se formar trincas.



**CORROSÃO
INTERGRANULAR
(Vista da área exposta)**

Figura 8 - Corrosão intergranular

Fonte – <http://www.icz.org.br>

- Corrosão transgranular ou transcristalina ou por tensão – a corrosão ocorre em formas de trincas, é provocada pela existência de tensões de tração que se propagam pelo interior dos grãos do material;

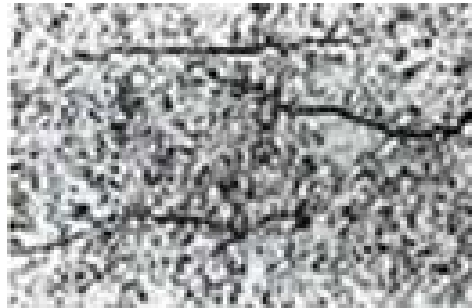


Figura 9 - Corrosão transgranular

Fonte – <http://www.epoxipiso.com.br>

- Corrosão galvânica – ocorre quando dois materiais ou duas ligas diferentes estão ou entram em contato em meio eletrolítico formando uma pilha passiva-ativa;



Figura 10 - Corrosão galvânica

Fonte – <http://knowledgeispowerquiimento.wordpress.com>

- Corrosão-Erosão – ocorre quando há um turbilhonamento do escoamento do fluido em contato provocando a erosão;

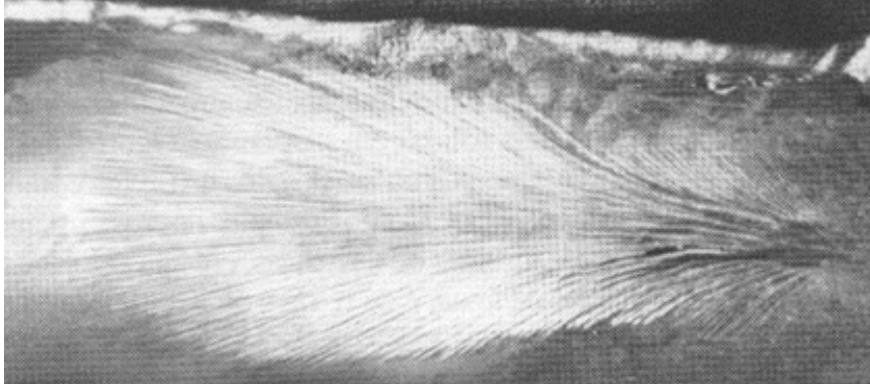


Figura 11 - Corrosão-erosão
Fonte – internet

- Corrosão microbiológica – ocorre pela ação de microorganismo que depositam ou retiram oxigênio do material ou consumindo hidrogênio do material provocando uma despolarização das áreas catódicas;



Figura 12 - Corrosão microbiológica
Fonte – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Alagoas

- Corrosão com cavitação – ocorre devido ao colapso de bolhas formadas entre regiões de baixa e alta pressões pelo deslocamento do fluido.

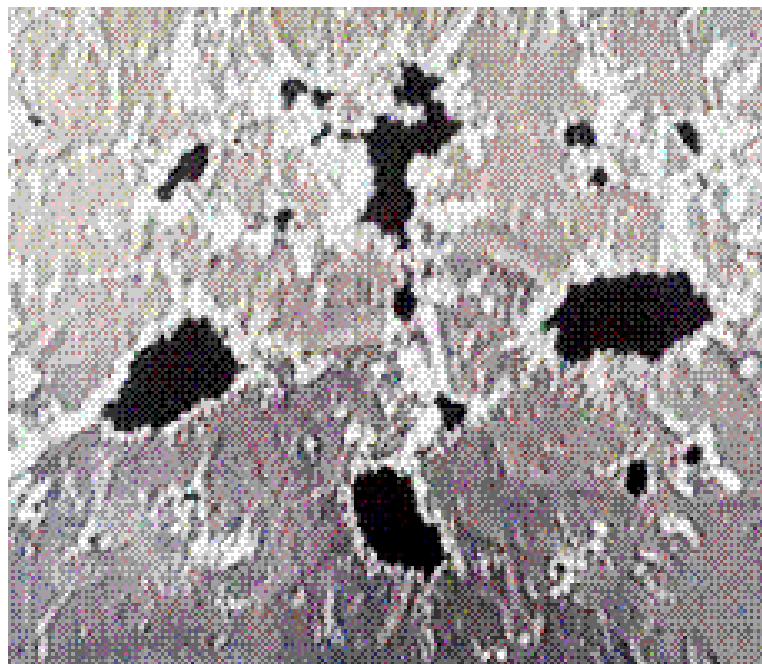


Figura 13 - Corrosão com cavitação

Fonte – <http://www.alfatest.com.br/noticias/ultrasom2.html>

3. TECNICAS E MÉTODOS DE PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO.

Técnicas e métodos de proteção anti corrosiva são aplicados de maneira a melhorar a resistência do material. Entre as formas conhecidas podemos citar os revestimentos, inibidores de corrosão, técnicas de modificação do meio em que os materiais estão inseridos e proteção catódica.

3.1 Revestimento

Uma maneira de proteção anticorrosiva é separar o meio corrosivo do material através de uma camada de revestimento que separe as duas superfícies. Aliar proteção anticorrosiva e preservação ambiental. Mais do que nunca, as empresas do segmento de petróleo e gás têm procurado por produtos e tratamentos que unam esses dois itens.

3.2 Alterações do Meio Corrosivo

A desaeração consiste na retirada do oxigênio do meio uma vez que o mesmo é um agente despolarizante e sua retirada favorece a polarização catódica. Ateração do Ph ou controle é outra forma de diminuição do processo corrosivo.

3.3 Proteção Catódica

Método que consiste em transformar o metal a sofrer corrosão em cátodo através de uma alta polarização catódica imposta ao metal. Esse artifício é amplamente utilizado em embarcações .

4. PINTURA

Quando se vai proteger uma estrutura por meio de revestimento por pintura, é comum definir-se um esquema de pintura adotando procedimentos dentro do qual se especificam todos os detalhes técnicos envolvidos em sua aplicação. Há diversos tipos de tintas no mercado e maior ainda é a sua aplicabilidade. Será exposto a seguir métodos de pintura e preparação de superfície aplicados ao meio marítimo.

Atualmente as tintas fornecidas aos navios já vêm prontas, necessitando apenas serem misturadas. A pintura aplicada a navios é a forma mais eficiente de prevenir contra a corrosão e oxidação do aço. Tem a função de revestimento do chapeamento isolando o meio corrosivo do material exposto a corrosão e diminuir a rugosidade da superfície.

Uma boa tinta deve ser impermeável, ter boa aderência, resistir as lavagens e condições do tempo, ter elasticidade para resistir às vibrações e mudanças de temperatura. Outra função da tinta é a proteção contra as incrustações oriundas do meio marinho que tendem a se depositar nas obras vivas e conseqüentemente maior aumento do atrito da embarcação com a água.

De maneira geral um bom projeto de pintura como proteção corrosiva e combate a microorganismos será meio caminho andado no controle de custos e manutenções.

4.1 Tipos de Tintas e Seus Componentes

Para entender um esquema de pintura é fundamental conhecer o material no qual a tinta será empregada. Ela é constituída de no mínimo um e no máximo três componentes que são o veículo (ou resina), solvente e pigmento.

Veículo (ou resina) da tinta – é o componente fundamental de uma tinta assegurando características como elasticidade, impermeabilidade e aderência à superfície pintada. Não existe tinta sem veículo. As resinas mais conhecidas nas embarcações são: tinta a óleo, alquídicas modificadas com óleo, betuminosas, acrílicas, vinílicas, borracha clorada e epox

Solvente – contribui para mantê-la no estado líquido, na sua aplicação e, também, na limpeza dos equipamentos de pintura. Após a formação do filme de tinta seco, sobre uma superfície pintada, não teremos mais solvente presente.

Pigmentos – São materiais adicionados ao veículo com finalidades específicas, tais como: conferir cor à tinta, torna-la antiderrapante (areia de rio), proteger contra a corrosão (pigmento anticorrosivo), etc. O verniz incolor aplicado sobre a madeira é um bom exemplo de tinta sem qualquer pigmento.

As tintas opacas são tintas usadas na carena do navio (parte do casco abaixo da linha d'água) para sua proteção. As tintas de fundo se classificam em dois grupos: anticorrosivas e anti-incrustantes. As tintas de Fundo conhecidas como primer, é a base para as outras tintas, ou seja, utilizada na primeira demão de tinta, com a finalidade de aderência. Por conter partículas anticorrosivas é considerado um componente importante do esquema de pintura. Sendo assim, as características que o torna tão importante, são: aderência à superfície, forte resistência às substâncias químicas e corrosivas, composição resistente e flexibilidade.

As anticorrosivas são usadas para a proteção das chapas contra corrosão e as anti-incrustantes tem por objetivo proteger as chapas contra incrustações de mariscos e outros animais marinhos. As tintas anti-incrustantes devem ser aplicadas sobre as anticorrosivas, pois atacam as chapas.

As tintas betuminosas são as tintas feitas à base de betume, piche ou alcatrão e constituem a mais eficiente proteção ao ferro ou aço, porém, apresentam uma grande

desvantagem, que é a de serem extremamente combustíveis. São usadas em duplos-fundos, chapas internas do casco, tanques de aguada, etc.

As tintas Intermediárias, também chamadas de *tié coat*, geralmente são utilizadas para aumentar a espessura física do esquema de pintura, colaborando com a resistência à eletricidade, à abrasão e ao impacto, que são propriedades fundamentais. Esta deve aderir ao primer e servir de base à tinta de acabamento.

As tintas de Acabamento possuem finalidades estéticas, porém têm funções como proteção das demais camadas do esquema e aumentar a impermeabilidade deste.

A aplicação das tintas obedece, em geral, a um esquema de pintura que é a descrição dos passos a serem seguidos para realização do trabalho de forma segura e correta do ponto de vista técnico.

4.2 Preparo da Superfície para Pintura

É essencial que as superfícies ao serem pintadas estejam bem secas e completamente livres de ferrugem, gordura ou qualquer outra sujeira, pois qualquer substância estranha impedirá que a tinta fique em contato perfeito e direto com a superfície, prejudicando a sua aderência.

A remoção de óleos, graxas, gorduras e principalmente produtos de corrosão (óxidos) é de grande importância porque as tintas sempre exigem, em maior ou menor grau, uma preparação da superfície, que objetiva criar um perfil de rugosidade capaz de facilitar a adesão mecânica da tinta à superfície metálica.

Tinta aplicada sobre a ferrugem não impedirá a ação da mesma, pois continuará, imperceptível, soltando a pintura. Atualmente existem vários aparelhos mecânicos para a retirada da ferrugem como: marteletes ou máquinas de bater ferrugem a ar comprimido ou elétricas, escovas de arame rotativas, jatos de areia, etc.

Todas as superfícies devem estar completamente secas; a umidade causará a descascação posterior da pintura.

Nunca devemos aplicar a segunda demão da pintura sem que a primeira esteja completamente seca, pois isso ocasionará o enrugamento e rachadura posterior da pintura.



Figura 14 - Diferença da superfície tratada

Fonte – http://santamariamauela.blogspot.com.br/2008_07_01_archive.html

5. LIMPEZA DE SUPERFÍCIES

A limpeza e preparo das superfícies é tão importante quanto a própria tinta. Há uma ordem é razão a ser obedecida de forma a obter um alto padrão de proteção e preparação de superfícies da parte submersa do casco de navios. Todos os trabalhos relacionados ao serviço e finalidade serão contemplados a seguir.

Navios que já sofreram processos anteriores de pintura necessitam de maiores cuidados e procedimentos antes de uma nova pintura. Isso ocorre pela necessidade de se retirar as incrustações marinhas, que aumentam o peso do navio, afetam a hidrodinâmica do casco, e conseqüentemente, diminuem o seu desempenho. Faz-se também pela necessidade de aumentar a vida útil do mesmo.

Limpeza Com Solvente - remove resíduos metálicos, óleo e graxa mediante o emprego de solventes. É pré-requisito para todos os tipos de limpeza. Após a limpeza, a superfície deve ser lavada com água doce;

Limpeza Normal - remove resíduos e outros materiais com o emprego de ferramentas manuais como escovas de aço, raspadores, lixas ou picaretas. É pré-requisito para limpeza mecânica;

Limpeza Mecânica - remove ferrugem e placas de tintas por meio de escovas rotativas, marteletes a ar comprimido, esmeris e lixadeiras.



Figura 15 - Limpeza da superfície a ser tratada

Fonte – http://seaportservicos.com.br/serv_estaleiro/solda-e-jateamento/

5.1 Preparo da Superfície

O presente plano visa especificar as medidas preventivas para execução dos trabalhos inerentes a preparação de superfícies. Numa primeira fase todo o casco abaixo da linha de água será lavado com jacto de água, onde serão removidos todos os organismos presentes bem como todo e qualquer resíduo depositado, sendo prioritária a remoção de hidrocarbonetos bem como qualquer resíduo gorduroso. Após a lavagem, a superfície em questão será saneada através da projeção de granalha por via seca, removendo assim parte da pintura existente, organismos e resíduos não removidos através da lavagem através de um jato de água, bem como toda e qualquer marca de corrosão presente no casco. Seguidamente serão removidos todos os ânodos de sacrifício presentes no casco com recurso a rebarbadora e discos de corte.

Após inspeção, e em caso de necessidade serão decapadas pontualmente zonas que apresentem sinais de corrosão com recurso a rebarbadora e catrabucha de aço. Toda a

superfície será novamente lavada com um jato de água e inspecionada a fim de identificar imperfeições no saneamento e zonas de corrosão profunda a serem separadas. Após inspeção serão marcadas e isoladas as zonas afetadas a fixação de ânodos de sacrifício, bem como todas as zonas que não deverão ser pintadas e a respectiva marcação da linha de água com recurso a fita autocolante, seguidamente poderá ser iniciada a pintura com recurso a jato de tinta, pincel e rolo para zonas onde não seja viável a projeção de tinta.

5.2 Decapagem

Chama-se decapagem a todo o processo sobre superfícies metálicas que visa à remoção de oxidações e impurezas inorgânicas, como recozimento, camadas de oxidação (como a ferrugem), crostas de fundição e incrustações superficiais. A decapagem pode ser feita por jato de água ou por jato de granalhas. A decapagem por jato de água é uma tecnologia utilizada para limpeza de superfícies, que utiliza a pressão da água para remover tinta, ferrugem, revestimentos antigos e outros contaminantes de superfície.

Lixa – muito utilizada a bordo, principalmente acoplada a lixadeiras. Apresenta como inconveniente provocar o polimento da superfície metálica. Nunca usar sobre superfícies galvanizadas;



Figura 16 - Lixadeira

Fonte – <http://ofcenter.com.br>

Raspa – sua aplicação é comum na retirada de filme de tinta seco que começou a se desprender da chapa e do excesso de óxido encontrado em regiões isoladas. Seu uso é manual, localizado e de pouco rendimento;

Escova de aço – ajuda na retirada do excesso de óxido, sem agredir muito a chapa. É recomendada para limpeza de superfícies galvanizadas;

Espátula – ajuda na retirada de filme de tinta seco que tenha começado a desprender-se da chapa e na aplicação de massa sobre pequenas áreas;



Figura 17 - Espátula

Fonte – <http://5124.br.all.biz/esptula-raspa-tudo-g15571>

Martelete – aplicado sobre superfície para uma retirada mais eficiente de óxidos;

Picadeira manual – utilizada na retirada de óxido em locais de difícil acesso, como cantos e interior de perfis de metal. Seu uso é pontual, sendo de pouco rendimento;

Lixadeira – muito utilizada no tratamento de chapas e perfis de embarcação. Apresenta bom rendimento, entretanto, provoca o polimento da superfície, prejudicando a aderência da tinta que será aplicada. Não utilizar sobre chapas ou perfis galvanizados;

Escova rotativa – é muito comum sua utilização na limpeza de chapas e perfis. Pode ser aplicada de forma cuidadosa sobre superfícies ou perfis galvanizados;



Figura 18 - Escova rotativa
Fonte – Internet

Martelete tipo agulha – muito utilizado a bordo para o tratamento de cantos de difícil acesso e em cordões de solda. Complementa-se a limpeza utilizando escova manual ou rotativa;



Figura 19 - Martelete tipo agulha
Fonte – Internet

Martelete rotativo – equipamento bastante utilizado no tratamento do convés de embarcações de aço. Sua aplicação é mais comum na retirada de camadas grossas de óxido que, geralmente, ocorre sob a tinta. Apresenta como grande inconveniente o fato de ferir muito a superfície tratada. Após seu uso utilizamos lixadeiras ou escovas rotativas para completar o serviço;

Martelete tipo raspa – martelete pneumático que ajuda no tratamento de cantos de difícil acesso e de áreas isoladas atacadas pela corrosão;

5.3 Métodos de Jateamento

- **Jateamento** - remove a camada de óxidos e outras substâncias depositadas na chapa metálica. Pode ser jato abrasivo de ar comprimido ou granalha de ferro em diferentes padrões;
- **SA3 - Jateamento ao Metal Branco** - a superfície se apresenta na cor cinza clara. isenta de tintas, ferrugem e outras matérias estranhas. Neste, a carepa, ferrugem e outros são totalmente removidos ficando completamente livre de resíduos e por isso a superfície apresentará a aparência branca;
- **SA2 - Jateamento ao Metal Quase Branco** - a superfície pode apresentar áreas com sombras leves ou descoloração. Neste, o jateamento remove praticamente toda carepa de laminação, ferrugem e outros materiais, de forma que possam aparecer ainda poucas manchas na superfície. Após a limpeza a superfície deverá apresentar cor cinza clara;
- **SA2^{1/2} - Jateamento Comercial** - o padrão mínimo para este tipo de jato abrasivo considera a remoção de todo o óleo, graxa, terra, carepa de laminação, ferrugem e manchas de ferrugem e tintas. Limpeza onde a maior parte da carepa de laminação e ferrugem é removida através de um jateamento feito cuidadosamente. Após esta operação a superfície deverá apresentar uma cor acinzentada;
- **SA 1 - Jateamento Ligeiro** - Chamada também de limpeza ligeira ou de escovamento, por ser uma operação rápida. Remove superfícies de aço onde a carepa foi eliminada e se observa uma corrosão atmosférica uniforme e generalizada, mas não apresenta sinais de deterioração visíveis. Geralmente utilizada para repintura limpeza precária. Não

retira completamente as escamas de laminação e ferrugem mas permite o emprego de tintas betuminosas;

- **Jateamento Abrasivo Úmido** - jateamento com mistura de areia, água e ar comprimido. Evita a formação do pó do jateamento seco, mas exige a adição de inibidores de corrosão para evitar a oxidação da chapa;
- **Jateamento de Água Alta Pressão** - jato de água doce em pressões da ordem de 150 a 200 atm. É uma técnica para remoção de tinta ou limpeza de superfície através do impacto da água dá o efeito de limpeza completa. Este processo também não produz faísca, sendo desta forma viável à aplicação em áreas de riscos. Porém não produz rugosidade suficiente na superfície. Indicada para locais onde já foram jateados.



Figura 20 - Decapagem com jateamento de água a alta pressão
Fonte – http://santamariamauela.blogspot.com.br/2008_07_01_archive.html

6. PINTURAS E CAMADAS

Tinta de fundo ou primárias “primer” – são aplicadas diretamente ao substrato. São aplicadas em uma ou mais demãos, sendo responsáveis pela proteção anticorrosiva. Estas

tintas são, na sua grande maioria, pigmentadas com partículas com propriedades anticorrosivas, que garantem, no seu contato com a superfície metálica, uma maior eficácia da proteção contra corrosão. Em alguns casos, a tinta de fundo objetiva tão-somente facilitar a adesão ou a aplicação da tinta de acabamento;



Figura 21 - Primeira camada de tinta “primer”

Fonte – Internet

Tintas intermediárias – tem por objetivo tornar mais barato o esquema de pintura, facilitar a aplicação da tinta de acabamento ou permitir a sua compatibilização com a de fundo. Ela aumenta a espessura do revestimento com um menor número de demãos, com o objetivo de melhorar as características de proteção por barreira do mesmo;

Tinta de acabamento – São também aplicadas em uma ou mais demãos e, além de destinarem-se a conferir cor final ao equipamento ou à instalação, funcionam como primeira barreira entre o meio líquido ou atmosfera úmida e a tinta que se segue. Geralmente são mais impermeáveis que a tinta de fundo, conferem resistência química ao revestimento, pois elas é que estarão em contato direto com o meio corrosivo. Seu emprego objetiva ainda: minimizar ganhos de calor, diminuição da rugosidade da superfície e impedir a aderência de vidas marinhas no casco da embarcação.

7. APLICAÇÃO DAS TINTAS

A pintura do casco é uma das partes mais importantes dos serviços de docagem e por isso a escolha do método de aplicação de uma tinta é tão importante, deve ser durável e ter um ótimo desempenho, para isso deve-se levar em conta alguns fatores, como a seleção de um esquema de pintura compatível com o material a ser pintado, as condições ambientais em que estará exposto, qualidade das tintas e processos de aplicação.

A finalidade dos métodos de aplicação das tintas é o mesmo que é a obtenção de um filme ou película uniforme por toda extensão da superfície.

Os métodos de aplicação de tintas podem ser divididos em 2 grupos:

Espalhamento - que possui como característica uma película não uniforme sobre a superfície. Não há como atingir espessuras elevadas rapidamente, sendo necessária várias demãos ao custo de uma grande quantidade de produto aplicado.

Pulverização – consiste no processo da pulverização da tinta antes de sua chegada a superfície. Essa pulverização ocorre com o auxílio de ar comprimido na pistola convencional e, na pistola sem ar (airless spray), devido a elevada pressão na tinta e posterior descompressão através de um bico com geometria especial.

A pulverização possui a vantagem de possuir maior espalhamento, rendimento, uniformidade na película de pintura e espessuras mais elevadas.

7.1 Pincel ou Trincha

É o método de aplicação mais antigo e até hoje é de grande utilidade, de uso comum a bordo, geralmente utilizado na aplicação do primer quando a superfície estiver muito irregular ou quando o local for de difícil acesso como, frestas, cordões de solda, rebites, dentre outros, onde outros métodos de aplicação poderiam deixar algumas falhas. São de baixo rendimento e para sua reutilização são necessários cuidados especiais em sua

limpeza.

É muito importante observar se está ocorrendo desprendimento das fibras da trincha durante a aplicação. Fibras deixadas na película de tinta são possíveis pontos de corrosão no futuro. Na pintura industrial, a trincha deve ser utilizada para recorte ou pintura de reforço ("strie coat") em cordões de solda, cantos, quinas, regiões com pites severos, acessórios e locais de difícil acesso.

A trincha deve ser usada para pintura de peças de pequena dimensão, tipo tubulações de pequeno diâmetro, estruturas leves e cantoneiras. Na pintura por pulverização, a trincha deve ser usada como ferramenta auxiliar para correção de escorrimento, pintura de regiões inacessíveis para a pistola, etc. As tintas a base de silicato inorgânico de zinco não devem ser aplicadas à trincha e rolo.



Figura 22 - Pincel ou trincha

Fonte – <http://aprendaaconstruirereformar.blogspot.com.br/2010/06/ferramentas-usadas-em-pintura.html>

7.2 Rolos

São muito utilizados a bordo de embarcações. São feitos de lã de carneiro ou espuma sintética, apresentam um rendimento satisfatório para aplicação de tinta em perfis e chapas, visa obter elevadas espessuras por demão, por ser também um método de aplicação por espalhamento, a espessura final pode apresentar grande variação, tem a vantagem de proporcionar maior rendimento produtivo do que a pintura com trincha. O filme de tinta seco é de ótima espessura. Indicado para superfícies planas ou com grande raio de curvatura.

O movimento do rolo não deve restringir a um sentido apenas. Fazer passes

cruzados com o rolo para obter melhor uniformização na película quanto à espessura.

O "rolo epóxi" de pelos aparados é recomendável para pintura de tintas epóxi. Rolos de espuma não resistem a solventes orgânicos e se desmancham deixando grumos na película. Fazer "overlapping" de 5 cm entre faixas adjacentes.

Os defeitos mais comuns na aplicação à trincha e rolo são: espessuras variáveis, estrias, impregnação de pelos e fibras, acabamento rugoso, etc. A aplicação de tintas não conversíveis, como a borracha clorada, tende a apresentar sangramento no método de espalhamento.



Figura 23 - Rolo de lã de carneiro

Fonte – <http://www.solostocks.com.br/venda-produtos/maquinaria-construcao/outra-maquinaria-construcao/rolo-de-la-de-carneiro-para-pintura-com-suporte-de-15-cm-eccofer-1246088>

7.3 Pistola Pneumática Convencional

Na pintura por pulverização utilizando pistola convencional, a atomização é feita com auxílio de ar comprimido que entra na pistola por passagem distinta da tinta e são misturados e expelidos pela capa de ar, formando leque cujo tamanho e forma são controláveis. O processo garante maior produtividade e obtenção de espessura da camada praticamente constante ao longo da superfície pintada. Porém depende do operador para regulá-la adequadamente.

A alimentação da tinta pode ser por sucção, pressão e gravidade. Os mais comuns na pintura industrial são alimentação por pressão (tanques) e por sucção (caneca).

A alimentação por sucção, conhecido como pistola de caneca, é feita criando-se vácuo com a passagem de ar comprimido na capa de ar que succiona a tinta contida num recipiente de um quarto de galão e aberto para o exterior. São ideais quando necessita de

trocas frequentes de cores e pintura de pequenas áreas. Bastante usado em oficina de pintura de automóveis.



Figura 24 - Pistola pneumática convencional
Fonte – Internet

7.4 Pistola Pneumática de Pintura Tipo “Air Less”

A pintura com pistola "airless spray" ou pistola sem ar, também conhecida como pistola hidráulica, é um método de aplicação por pulverização indicado para pintura de grandes áreas, como cascos de navios e tanques de armazenamento de petróleo devido ao elevado rendimento produtivo e qualidade de trabalho excelente. Ideal para uma pintura por pulverização de tintas com elevada viscosidade. É a mais sofisticada e necessita de uma pressão de ar comprimido muito maior.



Figura 25 - Pistola pneumática tipo “air less”
Fonte – Internet

7.5 Pintura Eletrostática

Consiste na aplicação de carga elétrica na tinta e na superfície a ser pintada formando um campo eletrostático, assim a tinta eletrizada é atraída por este campo e as partículas que seriam perdidas são atraídas para a peça. Sendo assim, o aproveitamento da tinta é muito maior nesta pintura.



Figura 26 - Equipamento de pintura eletrostática

Fonte – http://www.rocostabrazil.com.br/site/catalogonline/catalogo/item/equipamento-eletrstatico-a-po-bfx-982-plus?category_id=34

7.6 Pintura Eletroforética

É semelhante à idéia da pintura eletrostática, porém no processo eletroforético a superfície a ser pintada é imersa em um banho aquoso e sob a ação de um campo elétrico.



Figura 27 - Pintura eletroforética

Fonte – <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/high-quality-of-electrophoretic-painting-759418681.html>

7.7 Pintura por Imersão

A pintura por imersão pode ser dividida em imersão eletroforética e imersão simples. Na imersão eletroforética, a peça a ser pintada é mergulhada em um banho de tinta contida em um tanque, sendo que entre o tanque e a peça é estabelecida uma diferença de potencial em torno de 300 volts, com película uniforme, da ordem de 15 mm a 30 mm. O banho deve ser mantido com agitação constante. Já na imersão simples, não é estabelecida a diferença de potencial entre a peça e o tanque, havendo simplesmente o banho de tinta com agitação constante.

A tinta não deve ter *pot life* curto. O método de aplicação conhecido como *Flooding* pode substituir a pintura por imersão. Faz-se um esguicho com mangueira, dando banho de tinta na peça. Este método é utilizado para a pintura de transformadores elétricos. Como principal vantagem da pintura por imersão pode-se criar a minimização de perdas. Entretanto, esta técnica possui a desvantagem de gerar muitos problemas de escorrimento.



Figura 28 - Pintura por imersão

Fonte – <http://www.abn.com.br/editorias1.php?id=66946>

8. FALHAS DURANTE A APLICAÇÃO DE TINTAS

O reconhecimento do tipo de defeito que encontramos na pintura industrial, a compreensão de sua causa e como corrigi-lo prontamente reduz o custo da manutenção enquanto permitem manter uma aparência estética de alto nível de aceitação.

Todas as tintas falham, eventualmente, por causa do imperismo, sobretudo as externas. Contudo, falhas precoces são onerosas e frequentemente ocorrem.

Quando o defeito é detectado após a secagem da tinta, com ou sem exposição, a pintura tem que ser removida de substrato para evitar ocorrência de corrosão. Se, contudo o defeito é restrito a aspectos de superfícies como cor, brilho ou textura bastará, no geral, lixar e aplicar outra demão.

8.1 Falhas Comuns na Aplicação

- Escorrimento ou Decaimento :

Excessiva fluidez da tinta em superfícies verticais. Ocorre sob a forma de cordões (leve) ou de cortina (pesado), e sua causa é devido ao excesso de espessura, diluição excessiva da tinta, tixotropia insuficiente;



Figura 29 - Escorrimento ou decaimento
Fonte - <http://www.embratecno.com.br>

- **Espessura Irregular:**
É caracterizada pela falta de uniformidade do filme (fora das tolerâncias médias). As áreas em que ocorre a escassez (pouca cobertura), definida por um sombreamento da demão anterior podem até favorecer o aparecimento da corrosão.
As possíveis causas que podem ocasionar a espessura irregular são a falta de habilidade do pintor, trincha ou rolo inadequados, pintura a pistola com vento, tinta muito viscosa ou com pouco alastramento, diluição incorreta, falta de controle da espessura molhada, pistola com pulverização e superfícies difíceis de pintar;
- **Manchas Ou Manchamento:**
É caracterizado pelo aparecimento de manchas. É causado pela contaminação da superfície ou área de trabalho, tintas pouco misturadas formando uma tinta heterogênea, tintas com defeito de fabricação, respingos de solvente sobre a tinta fresca ou seca;



Figura 30 - Manchas ou manchamento
Fonte - <http://www.embratecno.com.br>

- **Pulverização Deficiente ou Atomização Seca:**
É caracterizado por uma superfície sem brilho, áspera, porém o pó da tinta não sai ao contato dos dedos. As principais causas são as partículas da tinta quase seca quando atingem a superfície de contato devido a evaporação muito rápida do solvente, pistolas posicionadas muito distante da superfície de aplicação, ambientes expostos a altas temperaturas, fortes ventos no local, pressão de pulverização muito alta;

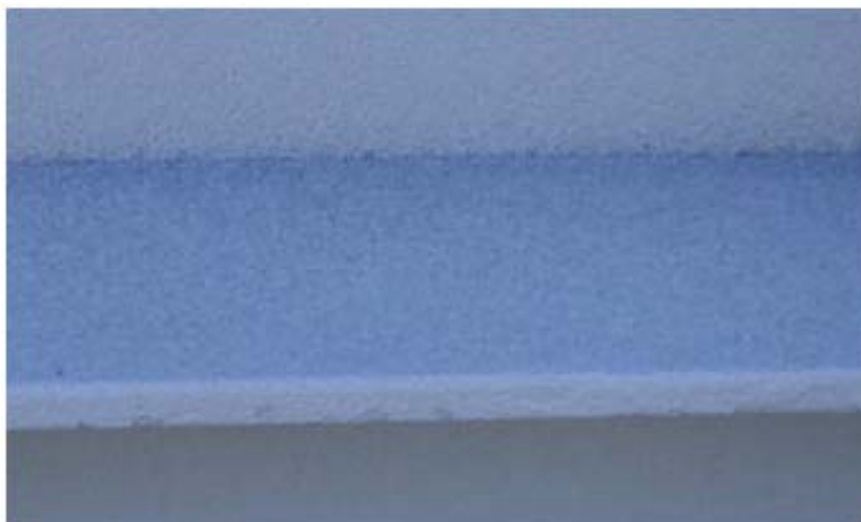


Figura 31 - Pulverização deficiente ou atomização seca

Fonte - www.rennermm.com.br

- **Porosidade ou Presença de Poros:**

Caracteriza-se pela presença de descontinuidades em forma de orifícios invisíveis aos olhos, sendo detectada somente com a presença de aparelhos. As principais causas são a oclusão de ar ou solvente no filme, contaminação da superfície, atomização deficiente ou muito grossa, espessura insuficiente, rugosidade muito alta, temperatura muito alta da superfície a ser pintada, falta de habilidade do pintor, falta de controle do filme úmido;



Figura 32 - Porosidade ou presença de poros

Fonte – <http://www.embratecno.com.br>

- **Sangramento ou Ressolubilização:**

Caracterizada por uma grande mancha de cor diferente. As principais causas são migrações de tinta entre demãos de tinta diferentes, ocorre em pinturas termo-plásticas pelo solvente da demão subsequente, independente do método de aplicação quando a demão existente é uma tinta betuminosa. Esse defeito ocorre também com a aplicação a trincha ou rolo de outro termo-plástico, por exemplo, acabamento branco de borracha clorada aplicada à trincha sobre primer de borracha clorada vermelho. Devido ao método de aplicação a ressolubilização causará manchas róseo-avermelhadas no acabamento;

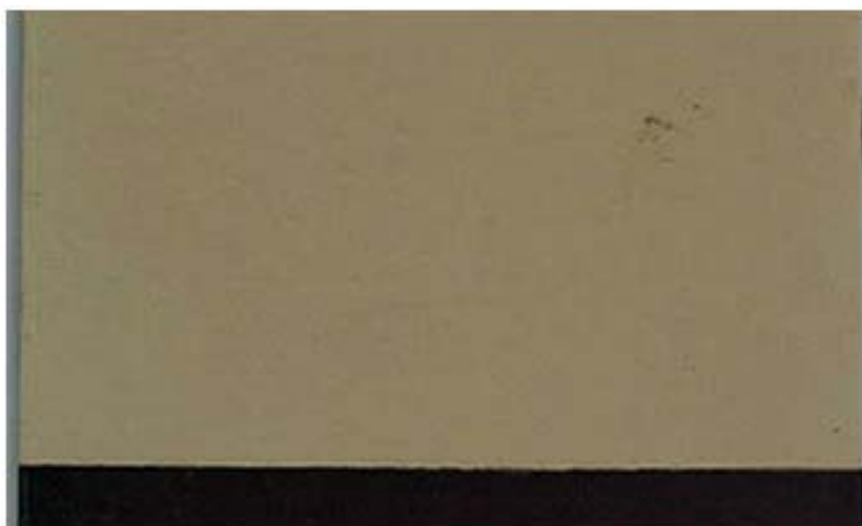


Figura 33 - Sangramento ou ressolubilização

Fonte - www.rennermm.com.br

- **Cratera ou Craterização:**

É um defeito semelhante a pequenas crateras uniformes que ocorrem no filme de tinta e que são formadas de bolhas que após romperem não mais se nivelam. As crateras ocorrem devido a oclusão do solvente ou ar durante a aplicação, água no ar de atomização da pistola, superfícies com temperaturas quente, pressão alta ocasionando excessiva atomização;

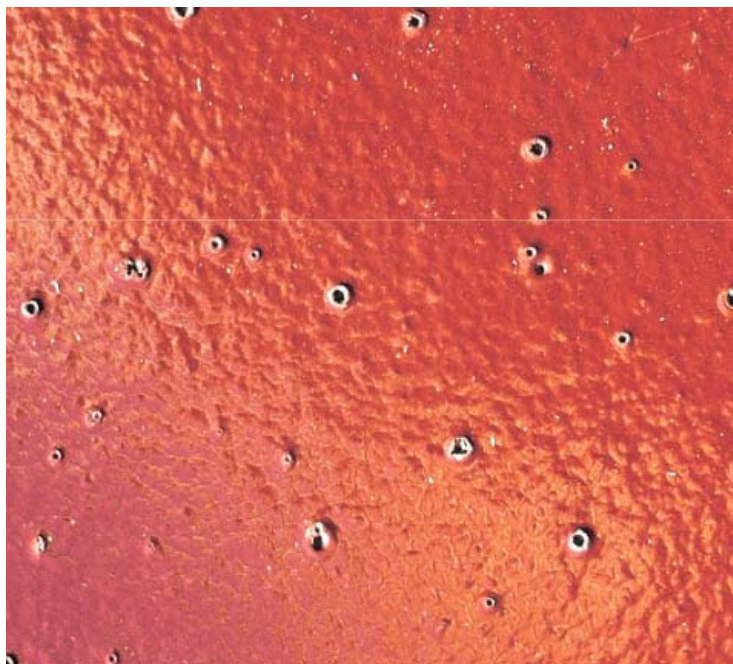


Figura 34 - Crateras

Fonte - <http://www.embratecno.com.br>

- **Impregnação de Abrasivos e/ou Materiais Estranhos:**
É caracterizado por uma superfície áspera com aspecto de uma lixa. As principais causas são a aplicação da pintura com área contaminada por poeira ou grãos abrasivos, contaminação da superfície quando tinta ainda em estado úmido, materiais contaminados por terra ou outros abrasivos na aplicação da pintura;



Figura 35 - Impregnação de abrasivos e/ou materiais estranhos

Fonte - www.rennermm.com.br

- Inclusão de pêlos:

Apresenta a superfície pintada impregnada de pêlos ou fiapos que podem aflorar tornando-se visíveis ou ocluídos no seio da pintura marcando assim a superfície. São possíveis causa dessa contaminação contaminação da superfície antes da pintura, materiais como fios, fiapos, cabelos no material de pintura (trinchas, rolos); pêlos levados pelo vento que caem sobre a tinta fresca; tintas previamente contaminadas com essas impurezas.;



Figura 36 - Inclusão de pêlos
Fonte - www.rennermm.com.br

- Empolamento e Formação de Bolhas:

Caracteriza-se pela existência de protuberâncias semi-esféricas que variam de tamanho e intensidade. São causadas por empolamento seco pela oclusão do solvente ou ar no filme de pintura, mistura de tintas ou camadas incompatíveis, superfícies quentes. Pode ocorrer empolamento com líquido no interior devido as condições de imersão, incompatibilidade com a proteção catódica ou excesso de proteção catódica, pintura sobre sal solúvel;



Figura 37 - Empolamento e formação de bolhas
Fonte - <http://www.embratecno.com.br>

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preparação para a docagem já é um trabalho complexo, com uma série cuidados que devem ser observados, como maré, ventos, para posteriormente, seguir corretamente o plano de docagem e fazer os serviços conforme vistorias da Sociedade Classificadora. Dessa forma, dar-se-á o início dos serviços.

Enquanto a embarcação permanece docada, os serviços são constantes, pois deve-se obedecer o tempo acordado com o armador e a Sociedade Classificadora.

O esquema de pintura deve ser durável e ter um ótimo desempenho e para isso deve-se levar em conta alguns fatores tais como a seleção de um esquema de pintura compatível com o material a ser pintado, as condições ambientais em que estará exposto, a qualidade das tintas e os processos de aplicação.

O presente trabalho mostrou a necessidade do planejamento da docagem, a importância de um tratamento de casco bem feito e suas consequências, bem como salientou os tipos de limpeza e tratamentos utilizados e sua influência no tempo de vida útil do casco do navio.

A pintura também está inserida no contexto de vida útil das embarcações já que são diretamente impactadas pelo meio, devendo ser resistentes às cracas e demais seres marinhos incrustantes.

Desta forma considera-se que cada ponto elucidado é importante, devendo ser analisado individualmente no momento da docagem. Cada serviço deve ser analisado e controlado, evitando as possíveis situações geradoras de defeitos e problemas que podem ocasionar um retrabalho.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Marinha do Brasil, Diretoria de Engenharia da Marinha, ENGENALMARINST N° 60-01- Pintura de Manutenção de Obras Vivas, Costados, Conveses Externos e Tanques dos Navios, Embarcações e submarinos em serviço, Rio de Janeiro 2000.

CASTRO, Luciano Viceconte de - Qualidade da Pintura na Construção Naval – UFRJ, 2009.

CORDEIRO DUTRA, Aldo; DE PAULA NUNES, Laerce. Proteção Catódica: Técnica de Combate à Corrosão. 4ª edição Revisada e Ampliada. Editora: Interciência.

COURTAUDS INTERNACIONAL LTDA, Guia completo para pintura de barcos, São Paulo, 2000.

CSE - CURSO DE PINTURA INDUSTRIAL. Disponível em <http://www.csemil.com.br/SGI/ZEN/TeD/Pintura.pdf>, acessado em AGO.2013.

CORROSÃO, Um Problema de Bilhões de Dólares. Disponível em: <http://www.macaehoffshore.com.br/revista/internas.asp?acao=noticia3&edicao=18>
Acesso em: AGO.2013.

GENTIL, V. Corrosão. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e científicos, 1996.

MACAÉ OFFSHORE – Revista, edição No 18. Disponível em <http://revestimentosorganicos.blogspot.com/p/corrosao.html>. Acessado em AGO.2013.

MAGNAN, Murillo de Carvalho - Pintura na proteção anticorrosiva - UEZO, Rio de Janeiro, 2011.

MAINIER, F.B; GUIMARÃES, P.I C e MARÇON, F. Corrosão: Um Exemplo Usual de Fenômeno Químico. Química Nova na Escola, 2004.

MEKAL TINTAS. Disponível em http://www.grupomekal.com.br/system/filemanager/biblioteca/manual_pintura.pdf, acessado em AGO.2013.

RENNER MARÍTIMA & MANUTENÇÃO. Disponível em <http://www.rennercoatings.com/hotsite/site/defeitos18.html>, acessado em AGO.2013.

RODRIGUES, José Miguel DOS S. SOUSA - Simulador Interactivo de Docagem de Navios em Ambiente Tridimensional, IST – Lisboa, 2008;

SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M.R. Importância, Sentido e Contribuições de Pesquisas para o Ensino Médio de Química. Química Nova na Escola, 1994.

SOUZA, Waleska Loiola Pereira- Corrosão em Navios: Técnicas Anticorrosivas - Ciaga, Rio de Janeiro, 2011.

VERNO, K; CESAR, V.M.L. e ALEXANDRE, R.S. Eletroquímica para o Ensino Médio, 1997.