

QUALIFICAÇÃO PARA INSPETOR DE PINTURA INDUSTRIAL

Nível 1

Módulo V

Falhas e Defeitos

Copyright©2020, ABRACO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CORROSÃO

Este material de treinamento incluindo o conteúdo, como apresentação e fotos, assim como a seleção e arranjo do conteúdo deste material, são propriedades exclusivas da ABRACO, salvo indicação ao contrário.

Isto inclui, mas não se limita à direitos autorais, marcas registradas e "designs". Todos os direitos são reservados.

Você está autorizado a armazenar e utilizar trechos do treinamento somente para o seu uso pessoal e não comercial. Qualquer outro tipo de utilização, reproduções, traduções, adaptações, arranjos, quaisquer outras alterações, publicações, distribuição ou armazenagem deste em qualquer forma e por qualquer meio, total ou parcialmente, sem prévia autorização por escrito da ABRACO é estritamente proibido.

Projeto gráfico e diagramação
Conceito Comunicação Integrada
www.conceito-online.com.br



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CORROSÃO

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • CEP 20081-311
(21) 2516-1962 • www.abraco.org.br • cursos@abraco.org.br

Sumário

FALHAS DURANTE A APLICAÇÃO DE TINTAS	5
1.1 Falhas mais Comuns que Ocorrem Durante a Aplicação de Tintas	6
1.2 Recomendações Especiais.....	10
1.3 Gabaritos para Avaliação de Falhas: Normas e Diagramas	10
FALHAS APÓS A EXPOSIÇÃO	12
2.1 Alterações Normais e Falhas da Película Pintada	12
2.2 Fatores e Condições de Exposição Associados a Falhas e Alterações da Película Pintada	13
2.3 Classificação e Tipos de Falhas.....	13
2.4. Terminologia das Falhas	14

APRESENTAÇÃO

Dentre as medidas existentes para a prevenção da corrosão, sem nenhuma dúvida, a aplicação de revestimento para recobrimento das estruturas, isolando a estrutura do meio corrosivo, é a técnica de maior aplicação prática. Dentro dos diferentes tipos de revestimentos, a pintura industrial dos equipamentos e instalações se torna a mais importante, principalmente no que diz respeito aos seus custos, tanto de produto como de aplicação.

Com isso, a pintura industrial e sua manutenção possuem um grande destaque no investimento necessário à construção das unidades industriais, garantia de sua integridade estrutural e continuidade operacional. Assim, a atividade de inspeção de pintura se torna fundamental para o controle do processo e do produto final. Os inspetores ajudam a subsidiar todo o processo de qualidade das fabricações, evitando que haja um comprometimento sério na confiabilidade do processo..

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 reduzem o custo da manutenção enquanto permitem manter uma aparência estética de alto nível de aceitação.

Todas as tintas falham, eventualmente, por causa do intemperismo, sobretudo as externas. Contudo, falhas precoces são onerosos e freqüentemente ocorrem.

Quando as falhas da pintura concernentes a aplicação podem ser imediatamente detectadas. Modificações nas condições de aplicação resultam no remédio imediato. Quando o defeito é detectado após a secagem da tinta, com ou sem exposição, a pintura tem que ser removida do substrato para evitar ocorrência de corrosão. Se, contudo o defeito é restrito a aspectos superficiais como cor, brilho ou textura bastará, no geral, lixar e aplicar outra demão.

1.1 Falhas mais Comuns que Ocorrem Durante a Aplicação de Tintas

A) ESCORRIMENTO

Outra denominação: Descaimento

Descrição: Defeito ocorrido durante a aplicação do revestimento, em forma de ondas ou lágrimas.

Causas: Excesso de espessura, diluição excessiva da tinta, tixotropia insuficiente, pistola muito próxima à superfície, superfície muito lisa, especificação inadequada da tinta.

Correção:

a. Antes da Secagem: Remova o excesso de tinta com trincha ou boneca de pano. Usar trincha macia. Reformular a tinta.

b. Após Secagem: Lixar e aplicar outra demão.

Importante: O controle de película úmida é um dos melhores métodos para evitar este defeito.

B) ESPESSURA IRREGULAR (FALTA E/OU EXCESSO):

Descrição: Variação da espessura, fora dos limites de tolerância especificados. As áreas em escassez apresentam pouca cobertura, “sombreamento” da demão anterior, podendo até favorecer a corrosão.

Causas: a. Falta de habilidade do pintor; b. Trincha ou rolo inadequados; c. Pintura a pistola com vento; d. Tinta muito viscosa ou com pouco alastramento; e. Diluição incorreta; f. Falta de controle da espessura molhada; g. Pistola com pulverização espasmódica; h. Superfícies difíceis de pintar.

Correções:

a. Antes da Secagem: Controlar a espessura da película úmida, áreas com excesso remover com trincha macia, áreas em escassez, aplicar outro passe..

b. Após a Secagem: Lixar e procurar uniformizar áreas de baixa espessura, com outra demão. Modifique as condições de aplicação com pistola.

c. No caso da 1ª demão, onde há riscos ou já houve ocorrência de corrosão por insuficiência de espessura, remover toda a pintura e aplicar outra demão.

C) MANCHA

Descrição: Defeito superficial da película, no qual a cor ou tonalidade apresentam-se diferentes do restante da superfície.

Causas: a. Contaminação da superfície, dos equipamentos de aplicação ou da área de trabalho; b. Homogeneização inadequada; c. Defeitos de formulação; d. Respingos de solvente (inclusive água) sobre a tinta fresca ou seca.

Correções:

- a. Antes de Secar: Remover com pano embebido em solvente.
- b. Aguardar que a área de trabalho fique sem contaminantes, adequada a pintura.
- c. Inspeccionar os equipamentos de aplicação. d. Homogeneizar a tinta, agitando-a.
- e. Após secagem: No caso de falta de agitação, lixar e aplicar outra demão.
- f. Demais casos, remover a pintura

Importante:

- a. No caso de alvenaria, poderá estar havendo infiltração.
- b. No caso de madeira, poderá estar havendo exsudação ou solubilização de substâncias resinosas.
- c. No caso de tinta defeituosa, as manchas poderão ocorrer por flutuação dos pigmentos.

D) “OVERSPRAY”

Outra denominação: Pulverização Seca.

Descrição: Defeito de pintura por pulverização de tinta líquida, que apresenta aspecto áspero e fosco, decorrente da perda de solvente entre a pistola e a superfície, impedindo o seu alastramento.

Causas: a. Pistola muito distante da superfície ou com pressão excessiva; b. Forte calor ambiente (solvente muito volátil); d. Vento.

Correções:

- a. Antes da Secagem em: Aplicar um pano com solvente
- b. Após a Secagem: Lixar e aplicar outra demão, corrigindo eventuais ajustes na pistola e/ou na diluição, usando solvente menos volátil, adequado para temperatura ambiente elevada.

NOTA: Este defeito é mais comum nas tintas de secagem rápida. Pode também ser a causa de um outro defeito chamado Porosidade, ou mesmo causar surgimento de corrosão precoce em áreas recém pintadas, porém não se deve ser confundida com empoamento. (o mesmo que gizamento).

E) PORO

Outra denominação: Porosidade.

Descrição: Microfalha estrutural na película, visível ou não a olho nú, na forma de pequenos orifícios, que possibilita a penetração de agentes corrosivos.

Causas: a. Oclusão de ar ou solvente no filme; b. Superfície contaminada; c. Atomização deficiente, muito grossa; d. Espessura insuficiente; e. Perfil de Ancoragem: rugosidade muito alta; f. Temperatura da superfície muito quente; g. Falta de controle do filme úmido; h. “Over Spray”.

Correções:

- a. Antes da secagem: Corrigir a atomização
- b. Após secagem: Dependendo da extensão lixar e aplicar outra demão ou remover a pintura toda.

F) SANGRAMENTO

Outra denominação: Bleeding

Descrição: Defeito caracterizado pela migração da substância solúvel, para as demãos superiores da pintura, dando origem à manchas.

Causas: a. Ressolubilização de pintura existente, pelo solvente da demão subsequente, independentemente do método de aplicação, quando a demão existente é tinta betuminosa ou derivada que migra para a demão superior; b. Este defeito também ocorre com aplicação a trincha ou rolo, 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.

Correções:

a. Após Secagem, no caso das betuminosas, remover toda a pintura. No caso de tintas do mesmo tipo, aplicar com pistola em vez de rolo ou trincha.

NOTA: Dependendo das condições o aparecimento do sangramento poderá ocorrer após exposição.

G) CRATERA

Descrição: Pequena depressão arredondada na película seca de tinta, que não expõe a camada anterior ou o substrato.

Causas: a. Oclusão de solvente ou ar durante a aplicação; b. Água e/ou óleo no ar de atomização da pistola; c. Superfícies quentes; d. Excessiva atomização: pressão alta; e. Respingo d'água sobre a tinta fresca.

Correção:

a. Lixar e aplicar outra demão.

H) IMPREGNAÇÃO

Descrição: Defeito superficial na película da tinta, caracterizado pela presença de materiais impróprios (abrasivos, pelos, poeira e outros contaminantes).

Causas: a. Pintura sobre superfícies contaminada com pelos (trincha ou rolo), fiapos, poeira e/ou grãos de abrasivo; b. Contaminação da superfície da tinta ainda úmida pelo abrasivo que cai sobre ela; c. Tinta, rolo ou trincha contaminada por areia, terra, abrasivo, etc. d. Poeira levada pelo vento sobre a tinta fresca.

Correções:

a. Antes da secagem: Filtrar a tinta e aplicar panos com solventes para remover a pintura contaminada.

b. Após secagem: Dependendo da intensidade, lixar ou remover toda a pintura contaminada e aplicar outra demão.

c. Limpar o equipamento contaminado

- d. Limpar a superfície, removendo o pó antes de pintar.
- e. Melhorar as condições do canteiro, protegendo a área de pintura contra contaminação.

I) EMPOLAMENTO

Outra denominação: Bolha

Descrição: Defeito caracterizado pelo aparecimento de bolhas na película, que variam de tamanho e intensidade.

Causas:

1) Empolamento Seco

- a. Ocorre em condições secas;
- b. Oclusão de solvente ou ar no filme;
- c. Tintas incompatíveis ;
- d. Superfícies muito quentes.

2) Empolamento com líquido no interior:

- e. Ocorre em condições de imersão;
- f. Incompatibilidade com proteção catódica ou excesso de proteção catódica;
- g. Pintura sobre sal solúvel.

Correções:

- a. Antes da secagem: Remover a pintura com pano e solvente
- b. Após a secagem: Dependendo da intensidade lixar e retocar ou lixar e aplicar outra demão.
- c. Drenar e limpar os equipamentos contaminados com água e a superfície.
- d. Não aplicar tintas incompatíveis entre si nem as que sejam inadequadas para proteção catódica.
- e. Evitar pintar sobre superfícies muito quentes.

J) ENRUGAMENTO

Descrição: Defeito superficial na película, caracterizado pelo aparecimento de rugas.

Causas: Espessura de película muito alta, solventes muito voláteis e superfícies quentes. (neste último caso, para tintas à base de resina fenólica)

Correção:

Dependendo da extensão do defeito, lixar e/ou remover toda a pintura e em seguida, limpar e aplicar nova demão.

1.2 Recomendações Especiais

A) POLIURETANOS (2 COMPONENTES)

Chamamos a atenção para a extrema sensibilidade dos poliuretanos com relação a água seja de contaminação pelo ar da pistola, de alta umidade durante aplicação ou de solvente contaminado: a água decompõe esta tinta resultando em empolamento, tipo “fervura” algo parecido com uma espuma sólida. Também ocorre com aplicação de espessura excessiva.

B) PINTURA SOBRE PRIMER DE ZINCO

De superfície porosa, estes primers tendem a ocluir muito ar. Por isso convém aplicar um “tie-coat, o qual por suas baixas espessuras e viscosidade penetra no primer de zinco, expulsando o ar. Caso a demão subsequente ao primer de zinco seja uma tinta viscosa e espessa, tipo AE/HB aplique-a conforme a técnica do “mist-coat” isto é, aplique o 1º passe bem delgado ao que chamamos na prática de “queimar o primer de zinco” com uma “poeira de tinta” permitindo ao ar ocluído sair, caso contrário é empolamento na certa.

1.3 Gabaritos para Avaliação de Falhas: Normas e Diagramas

Além da caracterização morfológica das falhas é igualmente importante, quantificá-las, o que não é tarefa simples. Erros mais comuns são:

Relaciona a falha com a totalidade da superfície pintada e não, como seria correto, com a porção da superfície que está sendo inspecionada. Por exemplo:

Superfície total (pintada e aprovada) 395m²;

Porção da superfície sob inspeção (além dos 395m²) – 59m².

Superestimar ou subestimar a realidade (geralmente o erro é a maior). Quando a falha é localizada é mais fácil a avaliação do que quando espalhada e generalizada.

Assim, para evitar estes erros, é aconselhável o uso de trena.

Quando o local for de difícil medição ou não tiver trena, a maneira prática é imaginar linhas de 1 metro de distância formando quadrados como nas ilustrações acima, porém resultará em uma estimativa menos exata que com a trena.

As Normas que tratam do assunto são: ASTM D 610 e SSPC-VIS2 conforme vistas no item “N” – Preparação da Superfície para Pintura.

No caso específico de empolamento/bolhas emprega-se a Norma ASTM D 714 que, em vez de percentagem, avalia através de pontuação par (2,4,6 e 8) correspondentes aos conceitos: Pouco, Médio, Denso Médio, Denso. Esta Norma D 714 pode ser empregada para avaliar outras falhas, além de Bolhas.

FALHAS APÓS A EXPOSIÇÃO

Logo após formada, pela aplicação e secagem da tinta, a película de pintura começa ser submetida as ações decorrentes do meio ambiente, sofrendo efeitos que irão determinar alterações superfícies ou em sua integridade. Estas alterações poderão ser pouco ou muito significativas e poderão ocorrer a curto ou em longo prazo, dependendo de uma série de fatores, e finalmente poderão ser consideradas alterações normais para determinado sistema de pintura e sob determinadas condições ou deverão ser consideradas como falha, quando a alteração for anormal para condições e para o sistema de pintura considerado.

2.1 Alterações Normais e Falhas da Película Pintada

Alterações da película pintada quando inerentes ao tipo usado, estão certamente, dentro das expectativas da especificação ou do projeto e se espera sejam do conhecimento do inspetor de pintura, não devendo ser consideradas como defeito ou falha da película pintada.

Situa-se neste caso, de alteração normal e esperada, a sensível perda de brilho que se observa em curto prazo nas pinturas feitas com tintas de acabamento epóxi-poliamina ou epóxi-poliamida, seguida de gizamento (“chalking”) a médio prazo, quando exposta a radiação solar direta.

A alteração acima se ocorrer em acabamentos acrílicos ou poliuretânicos alifáticos, a curto ou em médio prazo, deve ser interpretada como falha.

Outro exemplo de alteração normal na superfície da pintura, é a forte retenção de poeira que se observa nas películas de pintura de borracha clorada, quando em clima quente e exposta a atmosfera empoeiradas. Esta alteração é consequência de termo-plasticidade da resina de borracha clorada e do plastificante usado na preparação destas tintas. Com o calor a tinta de borracha clorada tem sua dureza diminuída e retém o material particulado que eventualmente se deposite em sua superfície. Para tintas conversíveis ou termo rígida como epóxi-poliamina ou epóxi-poliamida ou de poliuretano, a retenção de poeira em sua películas é considerado falha.

2.2 Fatores e Condições de Exposição Associados a Falhas e Alterações da Película Pintada

A radiação solar, a água e a poluição atmosférica são normalmente os principais fatores que uma película de pintura exposta deve resistir. A maior ou menor incidência desses fatores sobre a película está relacionada às condições de exposição.

Evidentemente, deve ser lembrado que a Especificação de Pintura, envolvendo: o Sistema de Pintura (tipos das tintas e espessuras); a Preparação da superfície (padrão de preparação); e a Aplicação (método, intervalo entre demãos e condições atmosféricas); deve ter sido corretamente dimensionada para as condições de exposição, caso contrário as falhas se relacionarão ou com a inadequabilidade da Especificação de Pintura ou com falha de execução.

2.3 Classificação e Tipos de Falhas

As falhas que aparecem após a exposição da película podem ser classificadas em dois grupos. No primeiro ou Grupo A estão as falhas admitidas como de efeito superficial; e no segundo, ou Grupo B estão as falhas consideradas como de efeito estrutural.

As falhas de efeito superficial afetam fundamentalmente as propriedades óticas da película, cor e brilho, interferindo nas características decorativas, estéticas, de segurança ou ainda de identificação pela cor da película.

As falhas de efeito estrutural comprometem a integridade da película e por consequência a eficiência protetora do revestimento.

A) GRUPO A – FALHAS DE EFEITO SUPERFICIAL:

- A.1. Perda de Brilho
- A.2. Alteração de Cor (desbotamento, escurecimento, alteração total e amarelecimento)
- A.3. Calcinação e erosão
- A.4. Sangramento
- A.5. Enrugamento
- A.6. Retenção de Poeira

B) GRUPO B – FALHAS DE EFEITO ESTRUTURAL:

- B.1. Descascamento
- B.2. Empolamento
- B.3. Fendimento
- B.4. Enferrujamento

2.4. Terminologia das Falhas

A) PERDA DE BRILHO:

Redução do brilho original da película

B) ALTERAÇÃO DA COR:

Alteração da cor da película pode ser de natureza química resultante da ação de poluentes atmosféricos sobre os pigmentos ou sobre o veículo da tinta, ou pode estar associada à calcinação de pigmentos que compõem a cor.

C) CALCINAÇÃO (GIZAMENTO) E EROSÃO:

Calcinação (gizamento)

É o acontecimento apresentado na película de pintura caracterizado pela presença de pós soltos, removíveis, envolvidos da própria película, na ou imediatamente abaixo da superfície. A calcinação pode ser facilmente detectada friccionando a película com um tecido de cor contrastante ou mesmo com o dedo (ASTM D-659-44).

Erosão

Desgaste da película pelas chuvas como consequência natural da calcinação. De acordo com o tipo da tinta e com as condições do meio a calcinação que antecede a erosão apresentará um grau maior ou menor de aderência do pó formado na superfície da película, o qual por sua vez será removido pelas chuvas com maior ou menor facilidade.

A consequência final será o aparecimento das demãos anteriores ou mesmo do substrato. Acabamentos epóxi bem formulados, podem perder por erosão cerca de 50um de espessura após 10 anos de exposição em clima tropical de litorânea ao desabrigo.

D) SANGRAMENTO:

Formação de manchas na superfície do acabamento. Esta ocorrência é mais acentuada na aplicação ou logo após a aplicação, como resultado da solubilização de pigmentos solúveis nas demãos anteriores que se difundem para a última demão, no entanto, pode ocorrer tardiamente como resultados da migração de plastificante, corantes, óleos ou substâncias betuminosas presentes nas demãos anteriores.

E) ENRUGAMENTO:

A película com aspecto de pele ou couro enrugado. Esta ocorrência, quando não intencional é consequência da forte contração superficial da película de tintas alquídicas e principalmente óleo resinosas com óleo de tungue, mal for mulada. A configuração da película enrugada pode se assemelhar a de couro de jacaré, recebendo o nome inglês de “alligating”, ocorrência comum em tintas de piche de alcatrão expostas ao desabrigo.

F) RETENÇÃO DE POEIRA:

Película com sujidade aderida. Esta ocorrência está relacionada com a retenção de poeira, cisco e pó na superfície da película. A sujidade depositada penetra à película, não se conseguindo removê-la completamente mesmo após vigorosa lavagem com detergente em solução aquosa. A película fica suja e encardida.

G) DESCASCAMENTO:

Perda de aderência caracterizada pela separação de uma ou mais demãos do sistema de pintura do substrato. Quando acontece entre demãos a ocorrência é chamado “descascamento entre demãos”, delaminação ou desfolhamento.

H) EMPOLAMENTO:

A formação de bolhas em uma película de tinta seca. A falha é avaliada levando em conta a quantidade de bolhas (densidade) e o tamanho das bolhas, conforme a Norma ABNT MB-786 ou conforme a Norma Internacional ISO 4628/1-1978 (E), ambas contendo padrões fotográficos para comparação, ou ainda a Norma ASTM Method D 714 Evaluating Degree of Blistering of Paints.

A formação de bolhas acontece devido a formação de pressão em determinados pontos da interface substrato-película, podendo as bolhas ficarem cheias de líquidos ou de gases. Com a elevação da pressão, a película perde sua aderência ao substrato e sofre alongamento com a forma de domo.

I) CRAQUEAMENTO:

Tipos de trincas na película de tinta, com ou sem a exposição do substrato, cuja nomenclatura pode variar, em função da forma e profundidade, conforme os tipos abaixo:

Craqueamento Superficial (“checking”) – A película forma ligeiras fissuras estreitas e pouco profundas que não penetram até o substrato.

Craqueamento até o Substrato (“Cracking”) – A película apresenta fendas profundas que penetram até o substrato. O uso de lupa com 10 aumentos é recomendado para distinguir o craqueamento superficial do craqueamento até o substrato.

A Norma ASTM D 660-44 apresenta padrões fotográficos relativos ao craqueamento superficial (“checking”) e a Norma ASTM D 661-44 STANDARD METHOD OF EVALUATING DEGREE OF CRACKING OF EXTERIOR PAINTS apresenta padrões fotográficos de referência para craqueamento até o substrato.

Craqueamento Gretado (“Mud-cracking”) - Craqueamento da película até o substrato, caracterizado pela configuração similar a que ocorre em camadas de terra argilosa molhada (barro ou lama) ao secar superficialmente. Este tipo de craqueamento é bastante comum em tintas de zinco etil silicato aplicadas com excesso de espessura neste caso a falha poderia ser classificada como de aplicação.

J) ENFERRUJAMENTO:

Degradação da película em relação ao meio, com visível deterioração do substrato. Em termos da Norma Internacional ISO 4628/1, adotada pela ABNT sob denominação ABNT NBR – 5770 – determinação do grau de enferrujamento de superfícies pintadas, designa o grau de formação / de ferrugem constatada em superfícies de aço pintadas, tendo como referência padrões fotográficos publicados na Norma.

BIBLIOGRAFIA

M.E. Almeida, Guia sobre proteção anticorrosiva na indústria automóvel, 2000.

J. Fazenda, Tintas e vernizes – Ciência e tecnologia, São Paulo, 2005. V. Gentil, Corrosão, Rio de Janeiro, 2003.

C.G. Munger, Corrosion prevention by protective coatings, Houston, 1999.

L.P. Nunes, Pintura industrial na proteção anticorrosiva, Rio de Janeiro, 1998.

P.R. Roberge, Protective coatings, in “Corrosion basics – An introduction”, Houston, 2006, pp. 411-466.

D.G. Weldon, Failure analysis of paints and coatings, Chichester, 2005.

AGRADECIMENTO

A Associação Brasileira de Corrosão - ABRACO
agradece aos seus instrutores pelo apoio na elaboração deste material