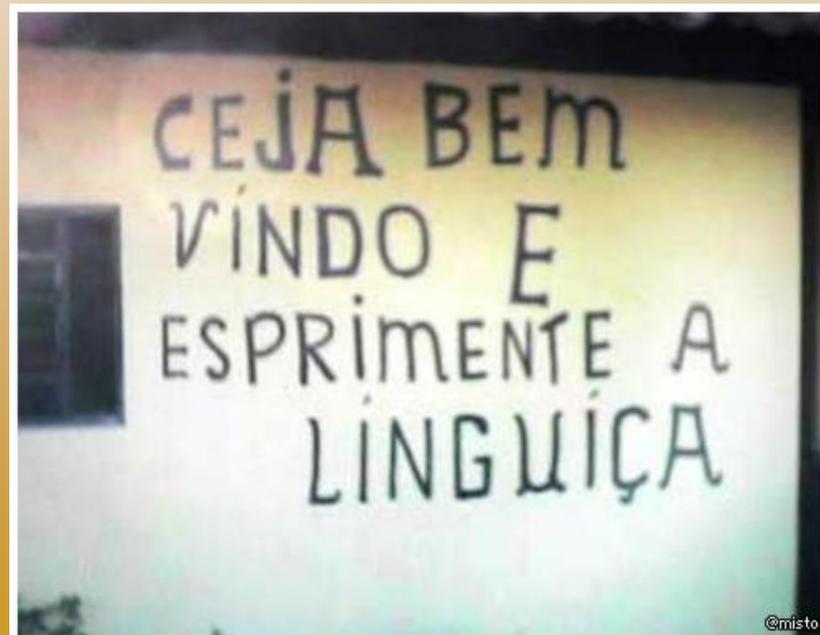


# **FALHAS E DEFEITOS**

**Neusvaldo Lira de Almeida**

[neusval@ipt.br](mailto:neusval@ipt.br)

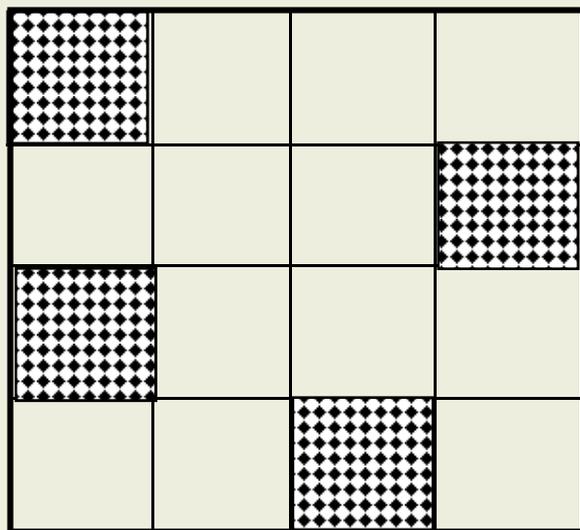


**O QUE SÃO FALHAS ?**  
**E**  
**O QUE SÃO DEFEITOS ?**

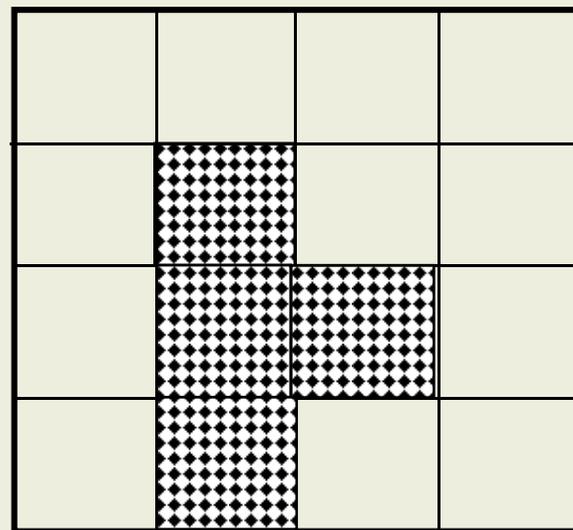


# Classificação

## Normas e Diagramas



*Generalizada*



*Localizada*

# FALHAS E DEFEITOS

## Critérios da Petrobrás

Quanto à INTENSIDADE  
(dimensão)

Quanto à DENSIDADE

Leve ou Fraca  
Média  
Acentuada  
Diversificada (quando a  
forma é variável)

Pouca incidência  
Média incidência  
Generalizada

## DEFEITOS DE APLICAÇÃO e FALHAS APÓS A APLICAÇÃO (DE PELÍCULA)



## FALHAS APÓS A EXPOSIÇÃO

Após a formação, a película começa sofrer efeitos do meio ambiente que irão determinar alterações superficiais. Estas alterações podem ser consideradas **normais** para determinado sistema de pintura e sob determinadas condições ou ser consideradas **falhas**, depende do sistema de pintura considerado.



## Alterações Normais e Falhas da Película

Alterações inerentes ao tipo de tinta não devem ser consideradas defeito ou falha da película.

A perda de brilho em tintas de acabamento epóxi, gizamento (chalking), quando exposta à radiação solar direta.

E se esta alteração ocorrer em acabamentos acrílicos ou poliuretânicos alifáticos ?

Retenção de poeira em pintura de borracha clorada em clima quente. É consequência da termo-plasticidade da resina e do plastificante. O calor amolece a tinta e retém o material particulado que se deposita na superfície.

Para tintas termo-rígida como as epóxis e poliuretano, a retenção de poeira é considerada falha.

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

A radiação solar, água, produtos químicos e contaminantes atmosféricos são os principais fatores a que uma película de pintura deve resistir.

A Especificação de Pintura – Dimensionada para as condições de exposição

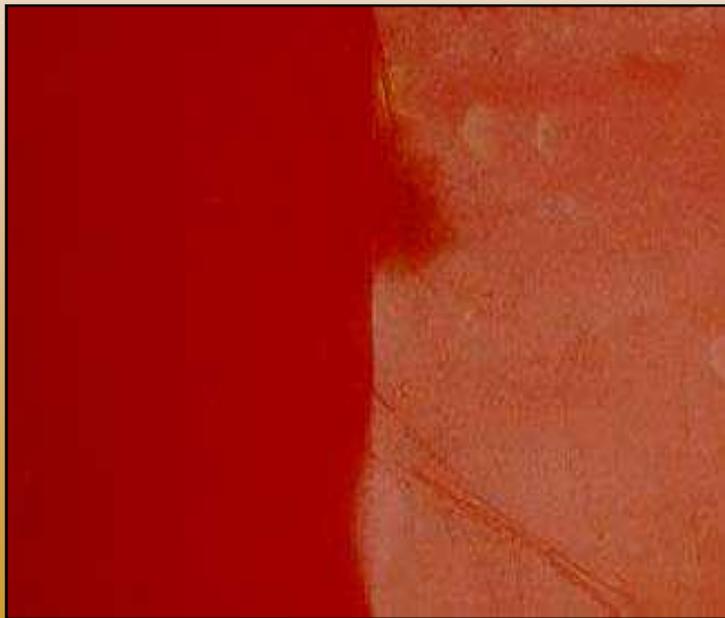
- Sistema de Pintura (tipos das tintas e espessuras)
- Preparação da superfície (padrão de preparação)
- Aplicação (método, intervalo entre demãos e condições atmosféricas)

caso contrário as falhas se relacionarão ou com Especificação mal feita ou com falha de execução.

As falhas que aparecem após a exposição da película podem ser classificadas em dois grupos.

Grupo A – falhas de efeito superficial.

Grupo B – falhas consideradas como de efeito estrutural.



As falhas de efeito superficial afetam a cor e brilho e interferem 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.

## **FALHAS DE EFEITO SUPERFICIAL**

Perda de Brilho

Alteração de Cor - desbotamento, escurecimento e amarelecimento

Calcinação

Erosão

Sangramento

Enrugamento

Retenção de Poeira

# FALHAS DE EFEITO ESTRUTURAL

Descascamento

Empolamento

Fendimento

Enferrujamento

## Falhas mais Comuns que Ocorrem Durante a Aplicação de Tintas

## ESCORRIMENTO

Outra denominação: Descaimento

Descrição: Excessiva fluidez da tinta em superfícies verticais.

Ocorre sob a forma de cordões (leve) ou de cortina (pesado)

Causas: Excesso de espessura, diluição excessiva da tinta,  
tixotropia insuficiente

Temperatura do substrato

# ESCORRIMENTO

Correção:

Antes da Secagem

Remover o excesso de tinta com trincha ou boneca de pano.

Modificar as condições da aplicação à pistola.

Usar trincha macia.

Reformular a tinta.

Após Secagem

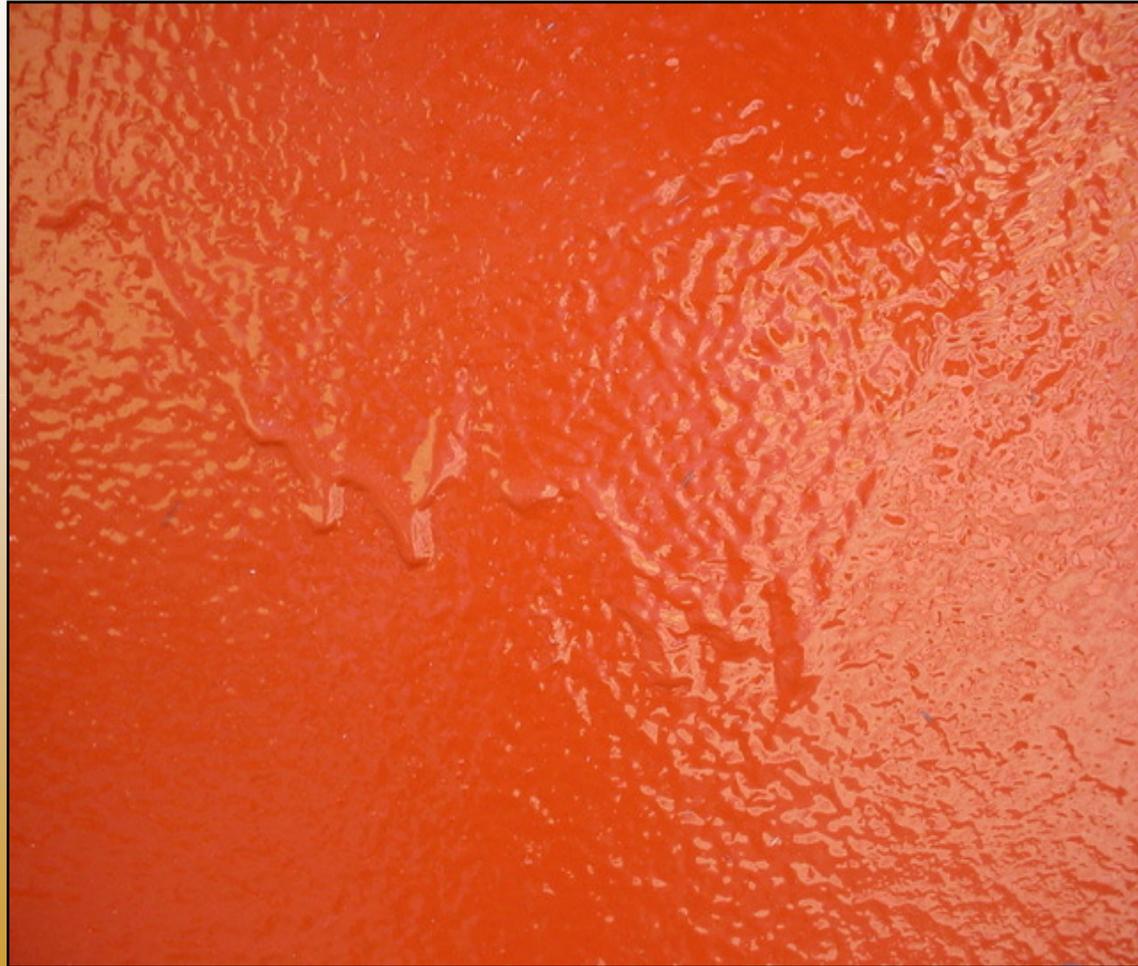
Lixar e aplicar outra demão.

O controle da espessura molhada é um dos melhores métodos para evitar este defeito.

## ESCORRIMENTO -1



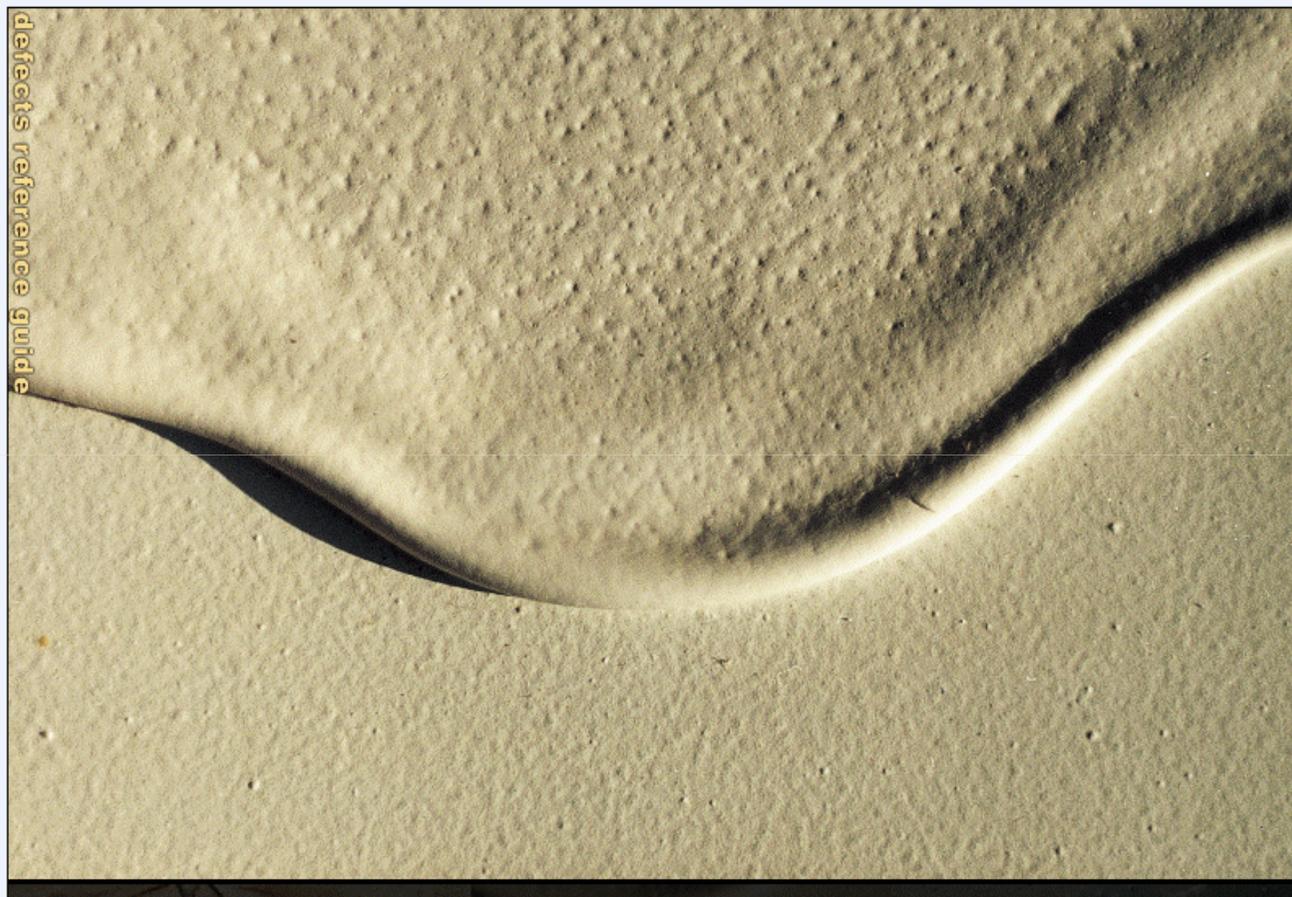
## ESCORRIMENTO – 2



## ESCORRIMENTO - 3



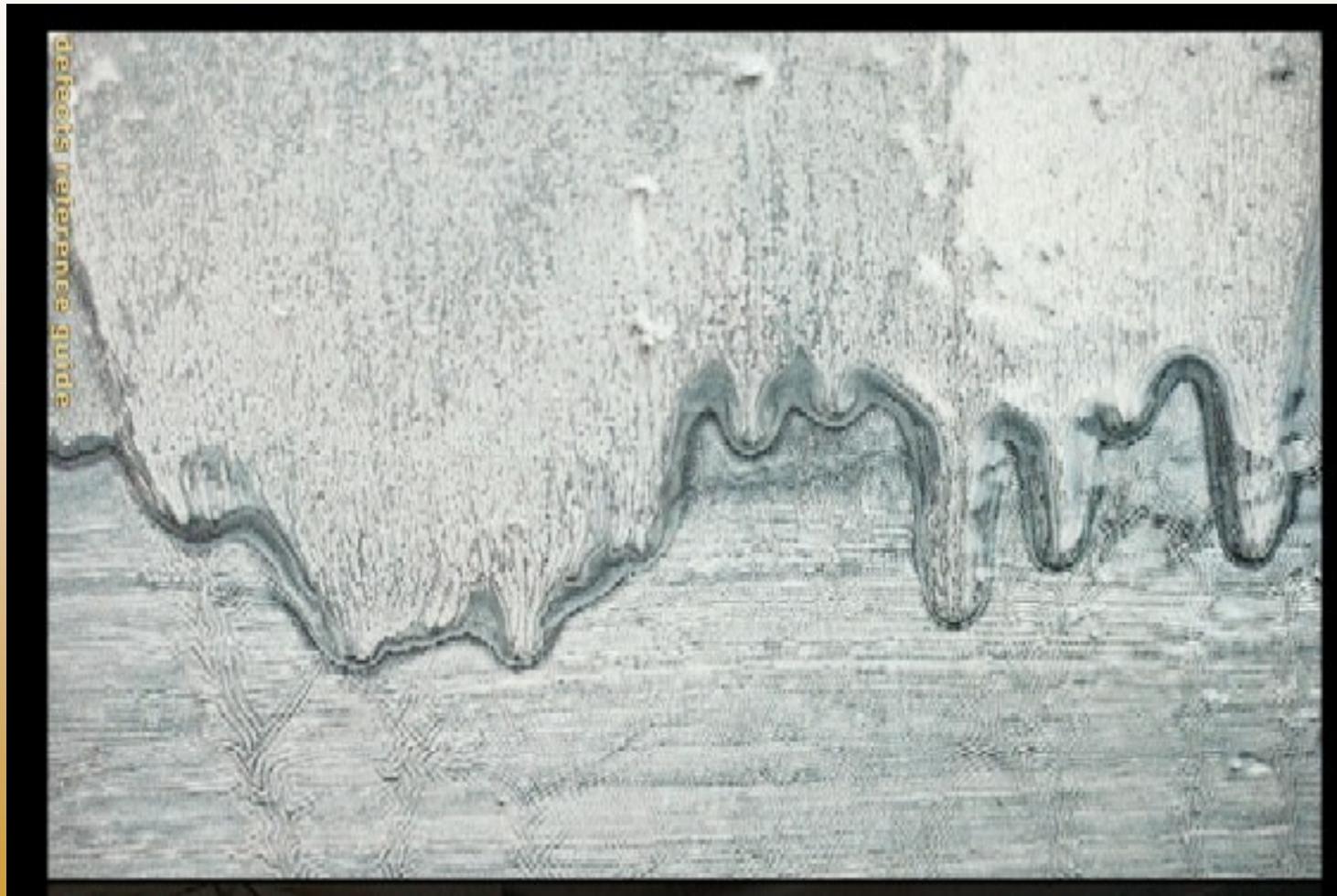
## ESCORRIMENTO - 4



## ESCORRIMENTO – 5



## ESCORRIMENTO – 6



# ESPESSURA IRREGULAR – FALTA OU EXCESSO

## Descrição

Falta de uniformidade do filme, fora das tolerâncias.

## Causas:

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 desregulada - pulverização espasmódica

Superfícies difíceis de pintar

## ESPESSURA IRREGULAR - FALTA OU EXCESSO

Correções

Antes da Secagem

Áreas com excesso remover com trincha macia Áreas em escassez, aplicar outra demão.

Após a Secagem

Lixar e procurar uniformizar áreas com outra demão. Modifique as condições de aplicação com pistola.

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.

No caso de primer de zinco (pequenas áreas), convém remover o excesso com lixamento manual controlado, para evitar fendilhamento ou descolamento do primer e/ou sistema.

# CORROSÃO - OXIDAÇÃO



# MANCHAMENTO

## Descrição

O filme apresenta-se manchado.

## Causas

Contaminação da superfície, dos equipamentos de aplicação ou da área de trabalho;

Tinta mal misturada, heterogênea;

Tinta com problema.

Respingos de solvente sobre a tinta fresca ou seca.

# MANCHAMENTO

## Correções

### Antes de Secar

Remover com pano embebido em solvente.

Verificar presença de contaminantes.

Inspecionar os equipamentos de aplicação.

Homogeneizar a tinta.

### Após secagem

No caso de falta de agitação, aplicar outra demão.

### Demais casos, remover a pintura

No caso de alvenaria, poderá estar havendo infiltração.

No caso de madeira, poderá estar havendo exudação ou solubilização de substâncias resinosas.

No caso de tinta defeituosa, as manchas poderão ocorrer por flotação dos pigmentos.

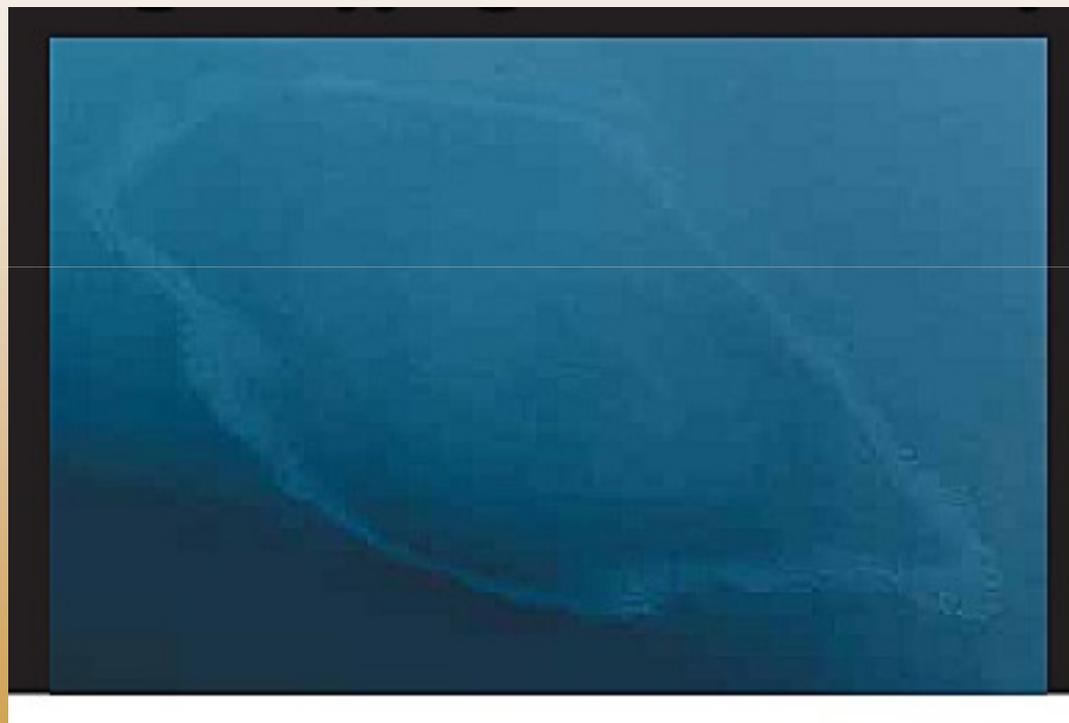
# MANCHAMENTO



# MANCHAMENTO



## Respingo de solvente



## Mistura deficiente



## **“OVER SPRAY” (PULVERIZAÇÃO DEFICIENTE)**

Outra denominação: Atomização seca.

Descrição

Superfície sem brilho, áspera.

Causas

As partículas da tinta atingem a superfície quase secas devido a evaporação muito rápida do solvente;

Pistola muito distante da superfície;

Elevada temperatura do ambiente;

Vento

Pressão de pulverização muito alta.

## **“OVER SPRAY” (PULVERIZAÇÃO DEFICIENTE)**

### Correções

Antes da Secagem: Aplicar um pano com solvente

Após a Secagem: Lixar e aplicar outra demão, corrigindo eventuais ajustes na pistola e/ou na diluição usando solvente mais pesado, tipo retardador, adequado ao verão.

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.

## PULVERIZAÇÃO SECA

Rugosidade e aspereza da superfície do filme onde as partículas não estavam suficientemente fluídas.



# **POROSIDADE**

Pequenas descontinuidades em forma de orifícios.

Causas

Oclusão de ar ou solvente no filme

Superfície contaminada

Atomização deficiente, muito grossa

Espessura insuficiente

Perfil de rugosidade muito alto

Temperatura da superfície muito alta

Falta de habilidade do pintor

Falta de controle do filme úmido

Over Spray

# **POROSIDADE**

Correções

Antes da secagem

Corrigir a atomização

Após secagem

Dependendo da extensão lixar e aplicar outra demão ou remover a pintura toda.

# POROS



# POROS



## **SANGRAMENTO**

Outra denominação - Ressolubilização

Descrição

A pintura apresenta mancha grande, de cor diferente.

Causas

A pintura existente é atacada pelo solvente da demão subsequente, comum em tinta betuminosa ou derivada que migra para a demão superior;

Outro exemplo - acabamento branco de borracha clorada aplicado com trincha sobre primer de borracha clorada vermelho.

Manchas róseo-avermelhadas no acabamento.

## **SANGRAMENTO**

Correções:

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

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

# CRATERA

## Descrição:

Pequenas e uniformes crateras que ocorre no filme de tinta e que são formadas de bolhas que após romperem não mais se nivelam.

## Causas:

Oclusão de solvente ou ar durante a aplicação;

Água no ar de atomização da pistola;

Superfícies quentes;

Excessiva atomização: pressão alta;

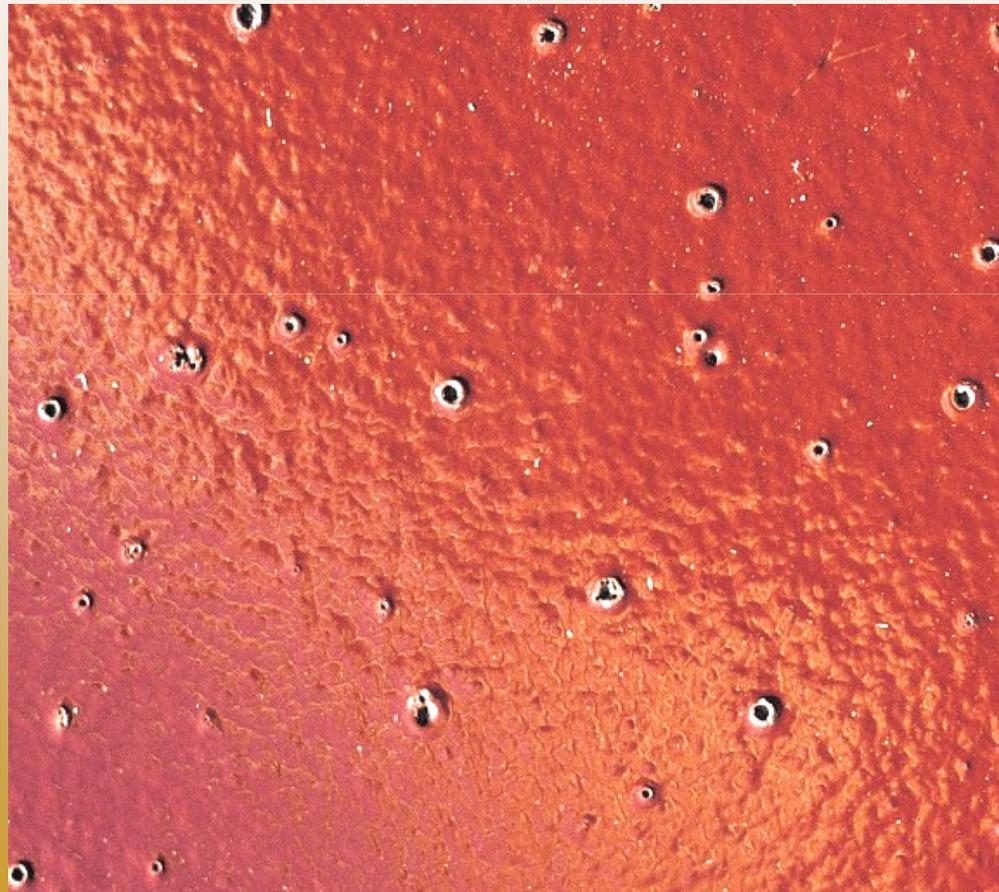
Chuva de respingo d'água sobre a tinta fresca.

## Correções:

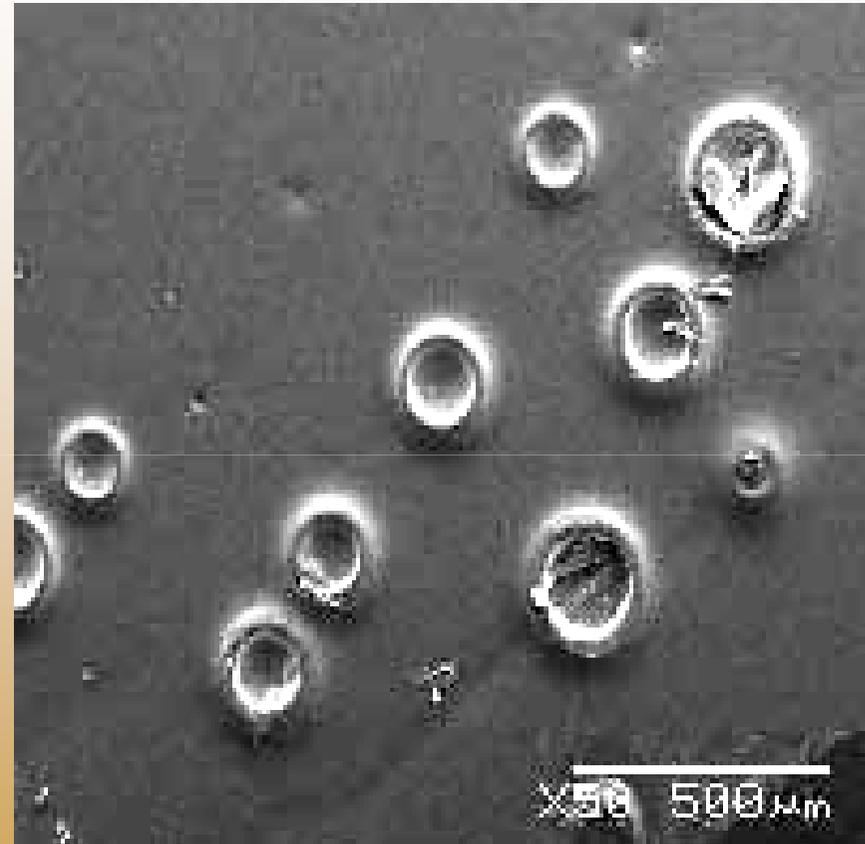
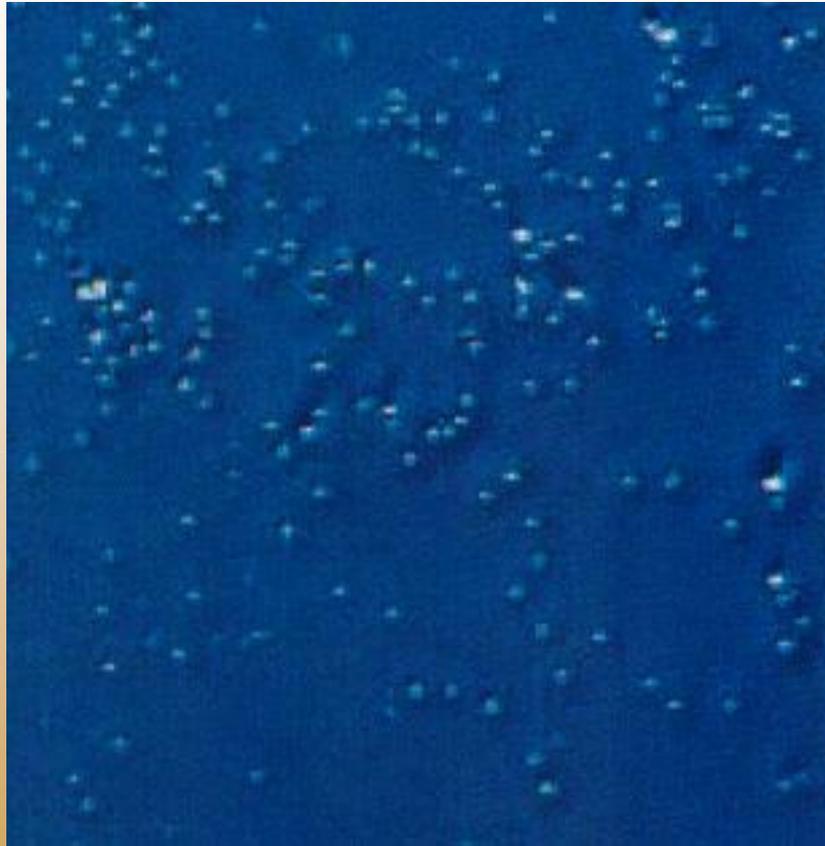
Lixar e aplicar outra demão.

# CRATERA

Formação de pequenos buracos tipo depressão no filme de pintura

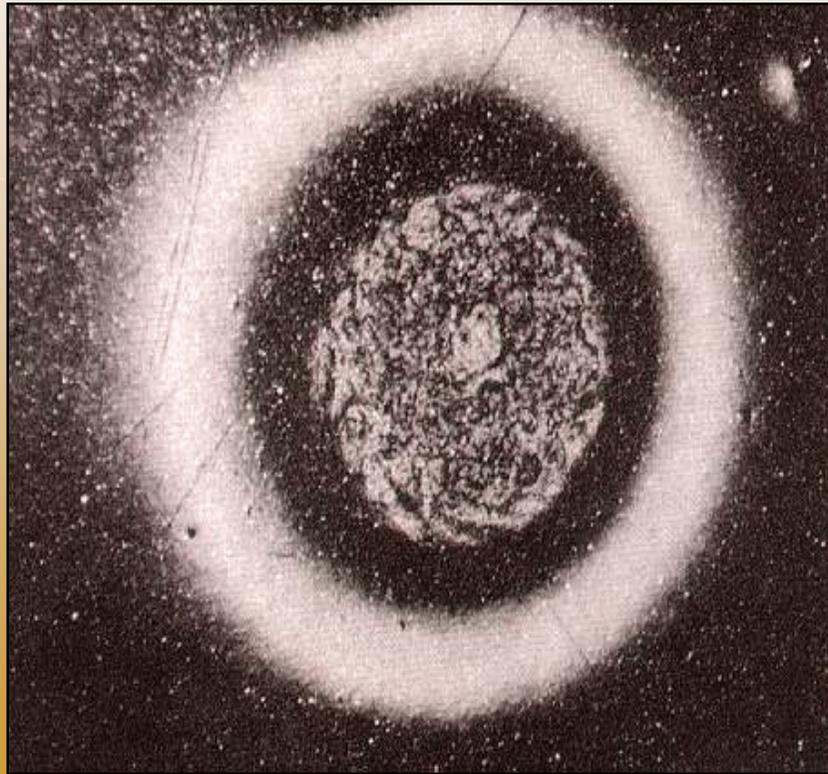


# CRATERA



## OLHO DE PEIXE

Um tipo particular de cratera caracterizado por uma região plana e circular no centro



## OLHO DE PEIXE

### CAUSA PROVÁVEL

Contaminação com umidade, óleo, graxa, silicone.

### PREVENÇÃO

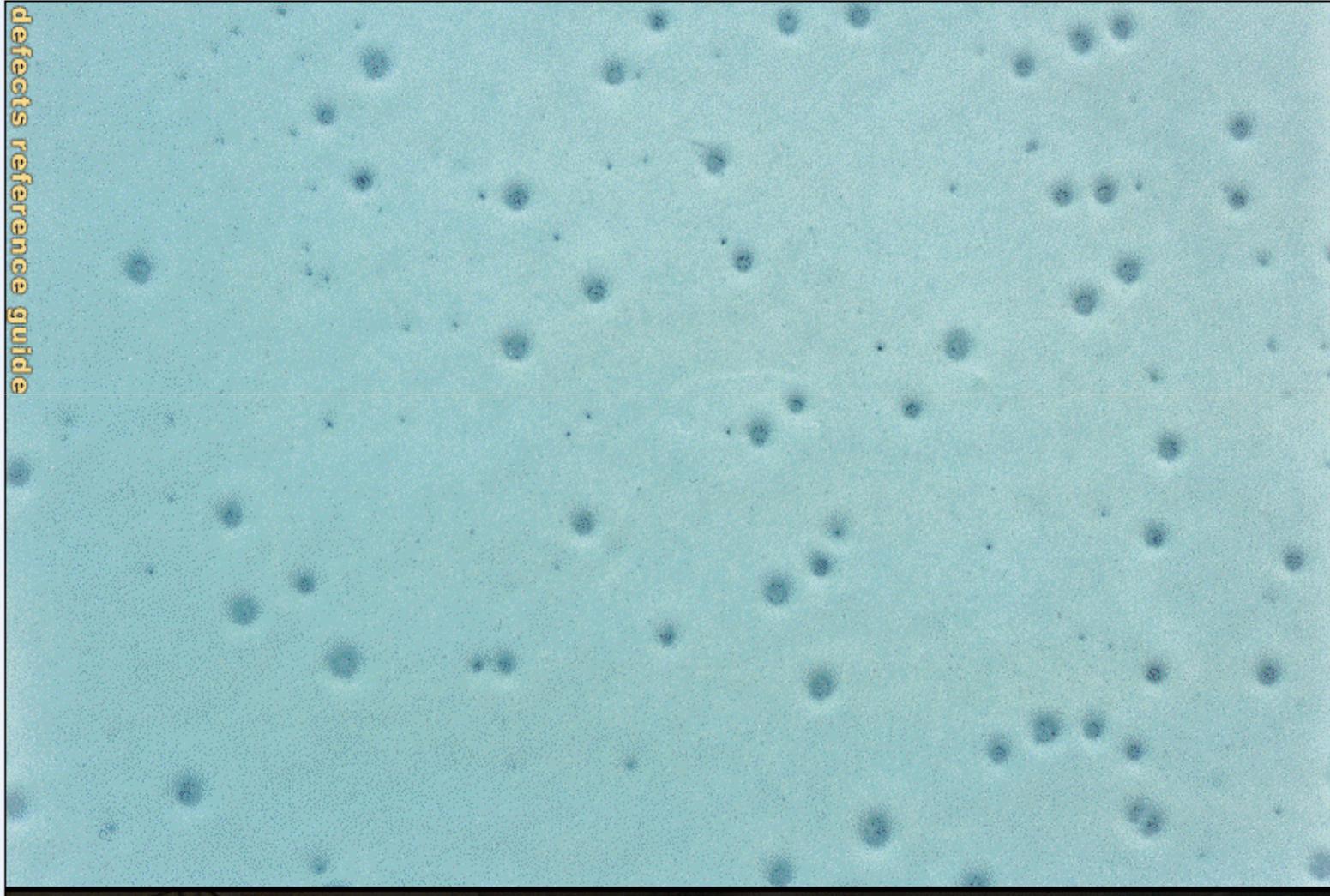
Limpar a superfície (graxa, óleo e contaminantes antes da aplicação).

### REPARO

Lixar a superfície, remover o revestimento com defeitos e reaplicar o revestimentos.

# OLHO DE PEIXE

defects reference guide



# IMPREGNAÇÃO DE ABRASIVOS E/OU DE MATERIAIS ESTRANHOS

Outra denominação: “Lixa”

Descrição: A superfície fica áspera, como uma lixa.

## Causas

Pintura sobre superfícies contaminada com poeira e/ou grãos de abrasivo;

Contaminação da superfície da tinta ainda úmida pelo abrasivo que cai sobre ela;

Tinta, rolo ou trincha contaminada por areia, terra, abrasivo, etc.

Poeira levada pelo vento cobre a tinta fresca.

# IMPREGNAÇÃO DE ABRASIVOS E/OU DE MATERIAIS ESTRANHOS

Correções:

Antes da secagem:

Aplicar panos com solventes para remover a pintura contaminada.

Após secagem

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

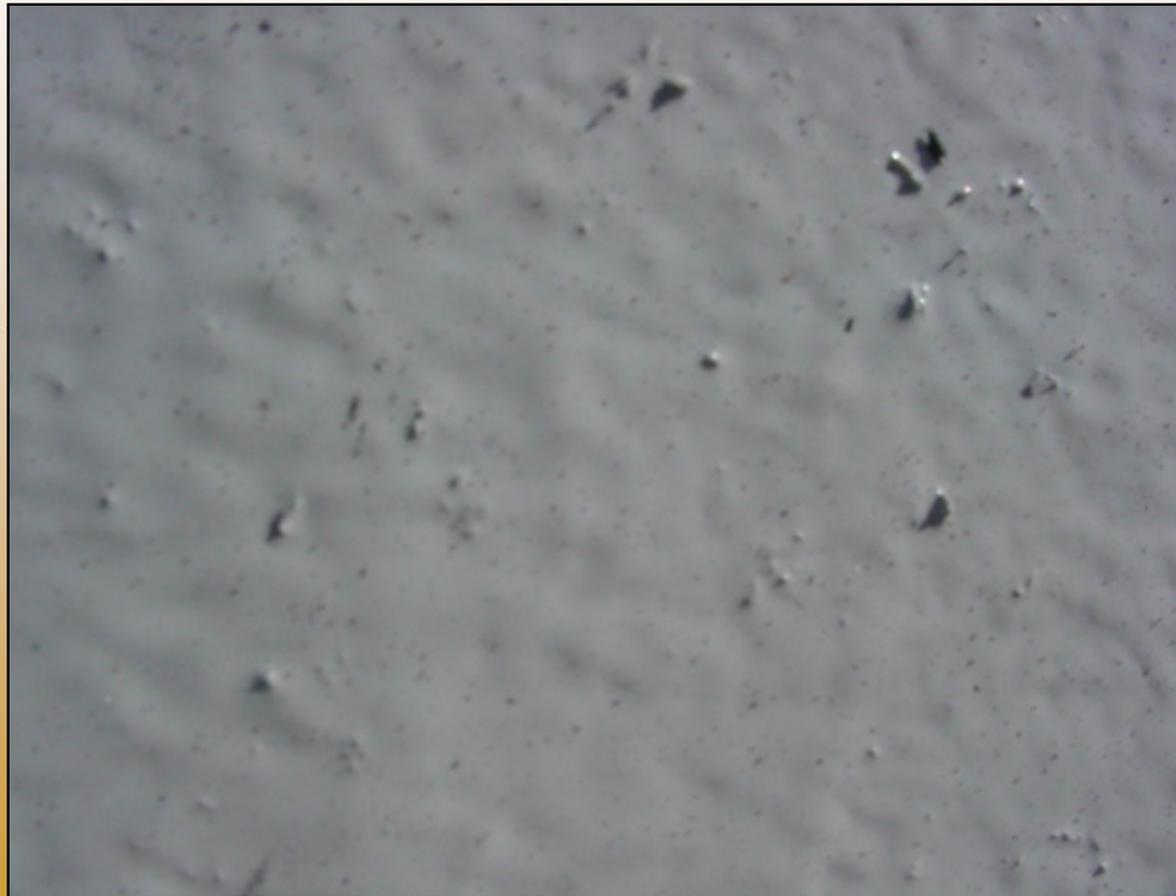
Limpar o equipamento contaminado

Filtrar a tinta contaminada

Limpar a superfície, removendo o pó antes de pintar.

Melhorar as condições do canteiro, protegendo a área de pintura contra contaminação.

# IMPREGNAÇÃO DE ABRASIVOS E/OU DE MATERIAIS ESTRANHOS



# **IMPREGNAÇÃO DE ABRASIVOS E/OU DE MATERIAIS ESTRANHOS**



# INCLUSÃO DE PELOS

## Descrição

Presença de pelos ou fiapos que podem aflorar à superfície.

## Causas

Contaminação da superfície a ser pintada ou ainda com tinta fresca por pêlos (fios, fiapos, cabelos, etc) originados de trinchas, rolos, trapos, panos, etc.

Pelos levados pelo vento que caem sobre a tinta fresca.

# INCLUSÃO DE PELOS

Correções

Antes da Secagem

Remover as impurezas e retocar.

Após a secagem

Lixar e retocar as áreas contaminadas.

Descartar trinchas e rolos defeituosos

Limpar os equipamentos contaminados

Filtrar a tinta contaminada

Limpar as superfícies antes de pintar

Evitar o uso de estopa. Use pano.

Proteger a área de pintura contra contaminação.

## MARCAS DE TRINHCA

### CAUSA PROVÁVEL

Viscosidade do material muito alta. Diluente incorreto. Agitação inadequada. Ultrapassou o pot life da tinta (2 componentes).

### PREVENÇÃO

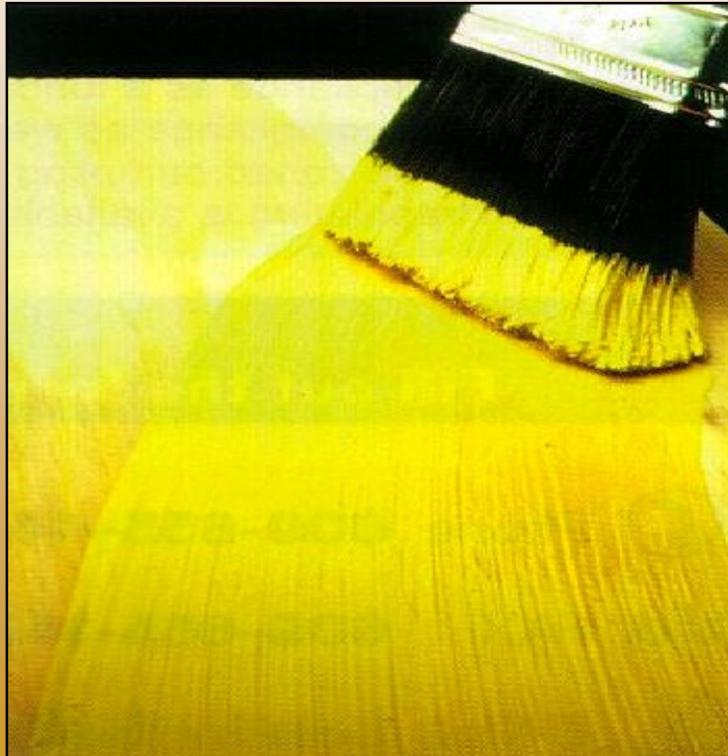
Usar diluentes corretos, diluição correta e respeitar o pot-life

### REPARO

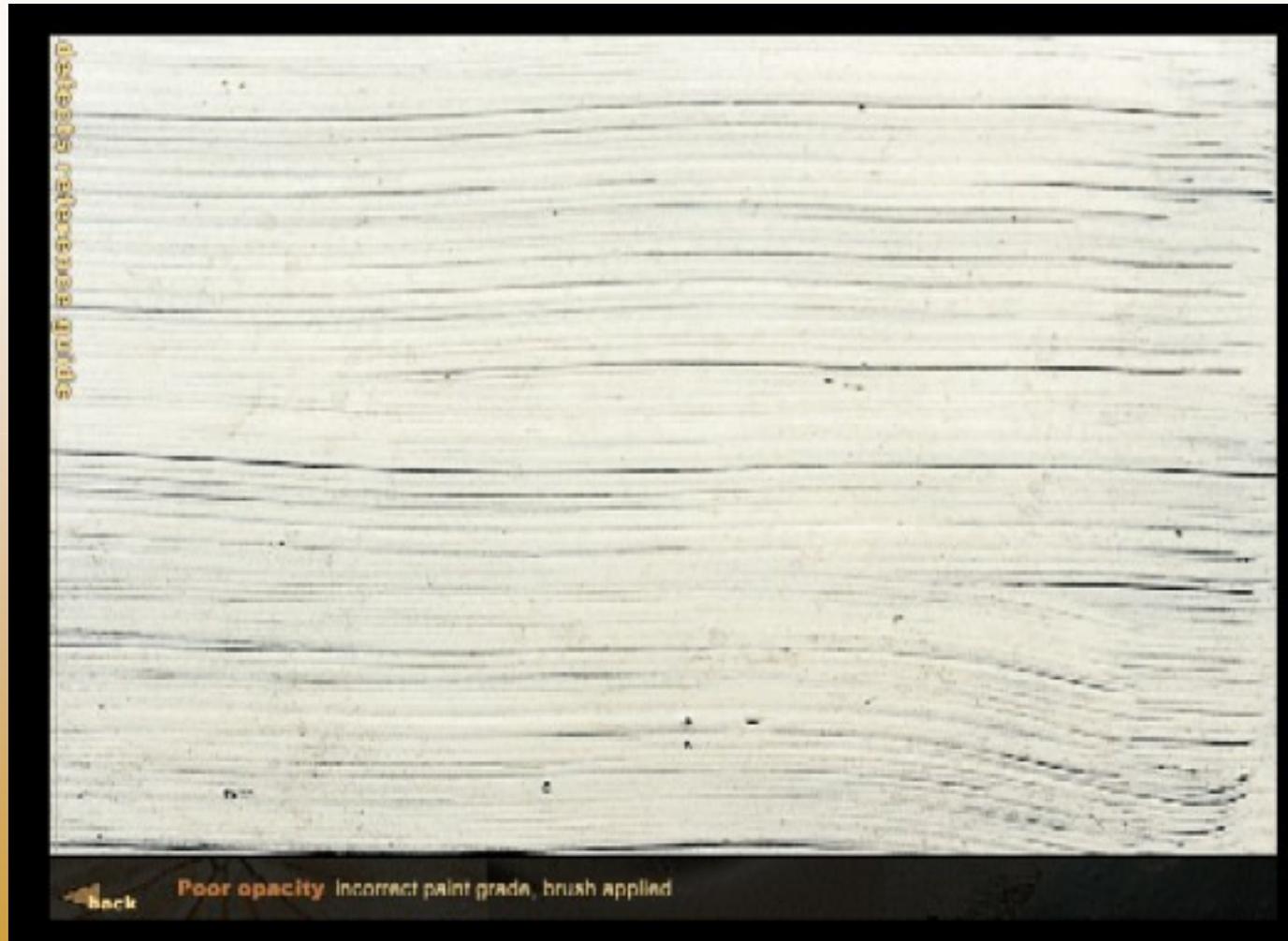
Dependendo da extensão das marcas, lixar e repintar.

## MARCAS DE TRINHCA

“Trilhas” que permancecem no filme após a aplicação com pincel. É comum quando se aplica demãos cruzadas.



# MARCAS DE TRINHCA



# EMPOLAMENTO

Outra denominação: Bolha

A pintura apresenta protuberâncias semi-esféricas que variam de tamanho e intensidade.

Causas:

Empolamento Seco

Ocorre em condições secas

Oclusão de solvente ou ar no filme

Tintas incompatíveis

Superfícies muito quentes.

Empolamento com líquido no interior:

Ocorre em condições de imersão

Incompatibilidade com proteção catódica ou excesso de proteção catódica;

Pintura sobre sal solúvel.

## **EMPOLAMENTO -BOLHAS**

Correções:

Antes da secagem

Remover a pintura com pano e solvente

Após a secagem

Dependendo da intensidade lixar e retocar ou lixar e aplicar outra demão.

Drenar e limpar os equipamentos contaminados com água e a superfície.

Não aplicar tintas incompatíveis entre si nem as que sejam inadequadas para proteção catódica.

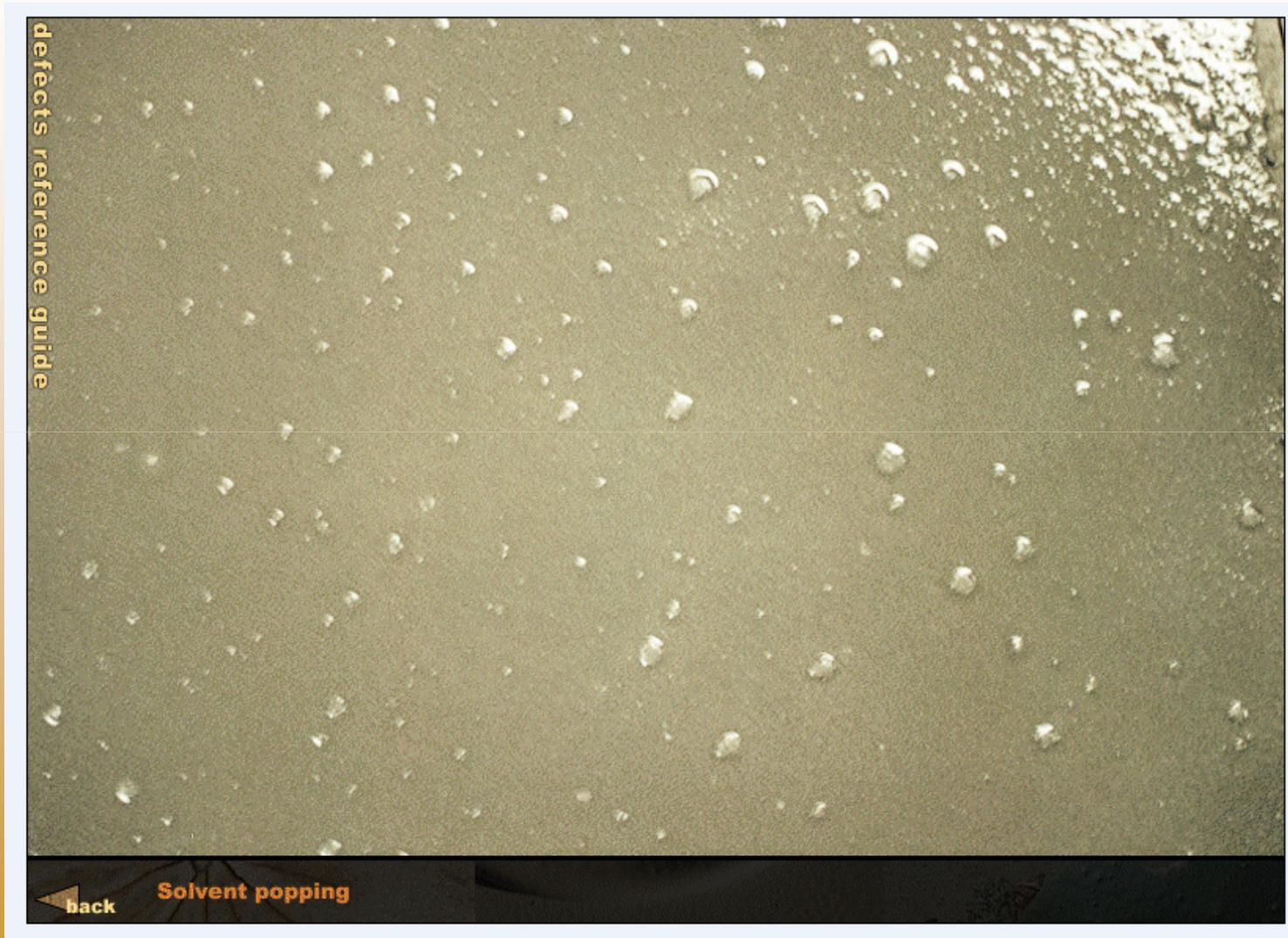
Evitar pintar sobre superfícies muito quentes.

## EMPOLAMENTO

Bolha com perda localizada de aderência. As bolhas podem conter líquido ou gás.



# EMPOLAMENTO



# EMPOLAMENTO



# EMPOLAMENTO



## **PINTURA SOBRE PRIMER DE ZINCO OU ALUMÍNIO OU ZINCO POR ASPERSÃO TÉRMICA**

Como a superfície é muito porosa, eles tendem a reter muito ar.

Aplicar um “tie-coat” – devido a baixas espessuras e viscosidade penetra no primer de zinco, expulsando o ar.

Se a demão subsequente ao primer de zinco for uma tinta viscosa HB, aplicar um “mist-coat” - “queimar o primer de zinco” com uma “poeira de tinta” para expulsar o ar ocluído.

# FALHAS NA PELÍCULA SECA

## FALHA ADESIVA

### CAUSA PROVÁVEL

Contaminação superficial ou condensação.  
Ausência de tratamento de conversão.  
Falta de tinta de aderência.

### PREVENÇÃO

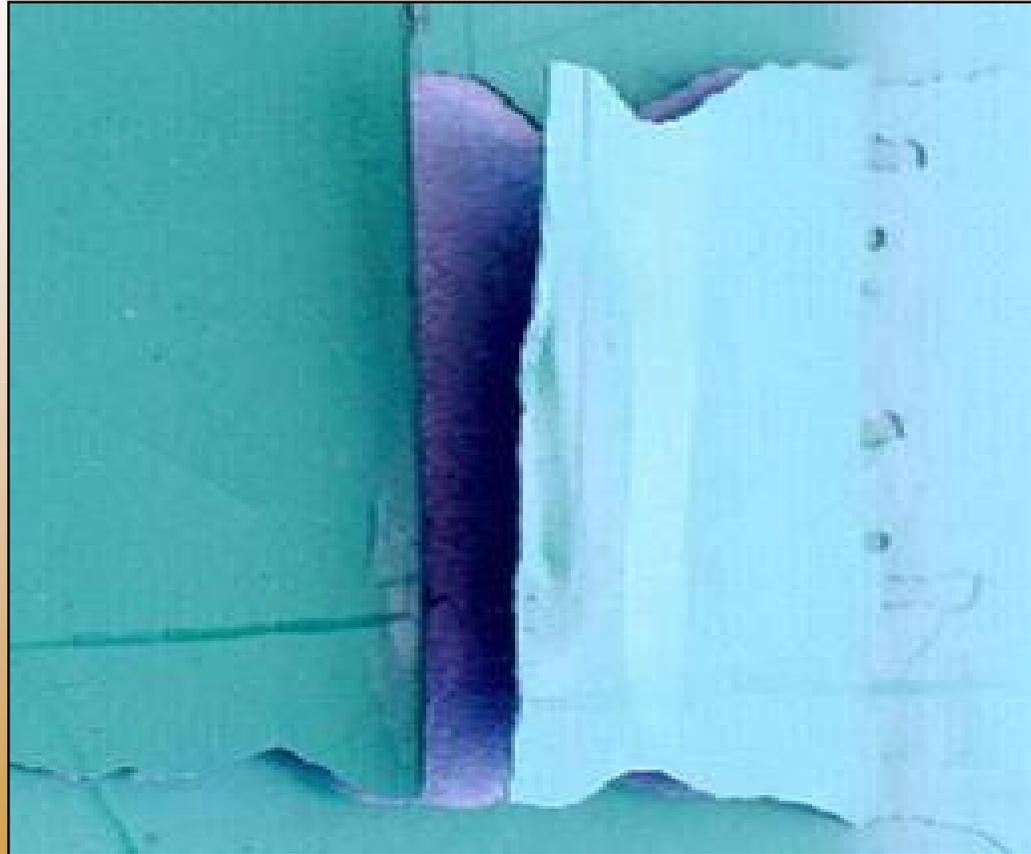
Assegure que a superfície esteja limpa, seca e livre de contaminação e que a superfície esteja apropriadamente preparada.

### Correção

Dependendo da extensão da área afetada, será necessária a remoção total da tinta ou nas áreas afetadas. Prepare adequada a superfície e reaplique sistema.

## FALHA ADESIVA

A pintura eletrostática sobre aço galvanizado



DELAMINAÇÃO

# FALHA ADESIVA

## Epóxi / galvanizado



## FALHA ADESIVA ENTRE CAMADAS



# FALHA ADESIVA

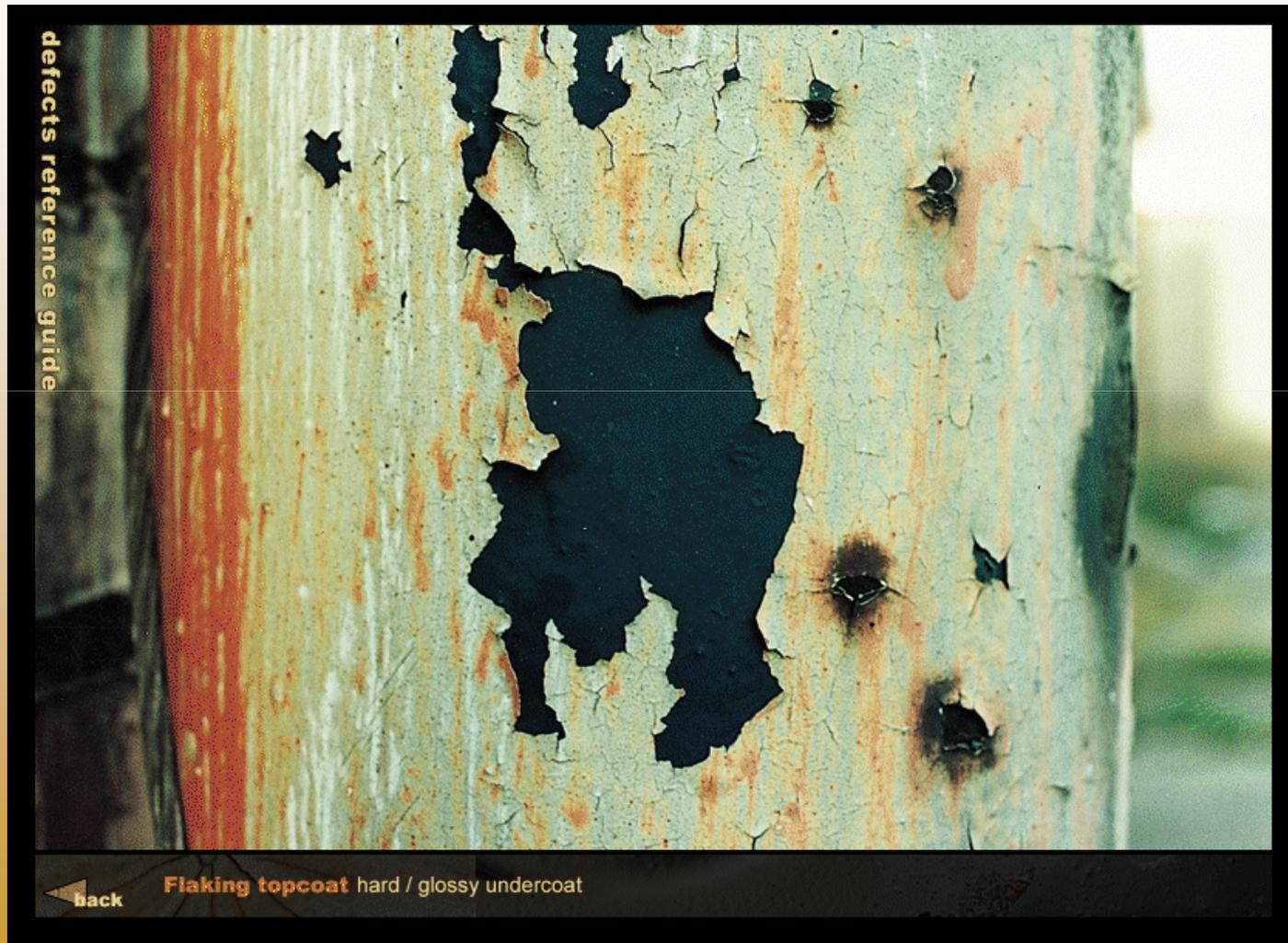


## DELAMINAÇÃO – DESCASCAMENTO e FALHA ADESIVA

Perda de aderência caracterizada pela separação **ENTRE** demãos, também chamado “descascamento entre demãos”, delaminação ou desfolhamento.



## DELAMINAÇÃO – DESCASCAMENTO e FALHA ADESIVA



## DELAMINAÇÃO – DESCASCAMENTO e FALHA ADESIVA



## DELAMINAÇÃO – DESCASCAMENTO e FALHA ADESIVA



# COURO DE JACARÉ – ALLIGATORING

Trincas largas com aspecto de couro de jacaré. As fendas podem penetrar à camada de tinta e atingir o substrato.

## CAUSAS

Tensão interna no revestimento.

Espessura excessiva de filme

Limitada flexibilidade de pintura – a superfície se encolhe mais rápido do que o corpo do filme.

Tinta de acabamento mais dura do que a intermediária/primer.

# COURO DE JACARÉ – ALLIGATORING

## Prevenção

Usar especificação correta de revestimento.

Evitar a espessura excessiva.

Evite a aplicação em altas temperaturas.

## Correção

O reparo dependerá de tamanho e extensão do dano. Remova todas as áreas afetadas e aplique a camada de tinta conveniente. Siga procedimentos de aplicação recomendados.

# COURO DE JACARÉ



# COURO DE JACARÉ



# CORROSÃO – OXIDAÇÃO

## CAUSA PROVÁVEL

Baixa espessura de filme

Perfil de rugosidade incompatível com a espessura

## PREVENÇÃO

Aplique um primer com espessura adequada. Assegure que o revestimento cobre apropriadamente os picos do perfil.

## REPARO

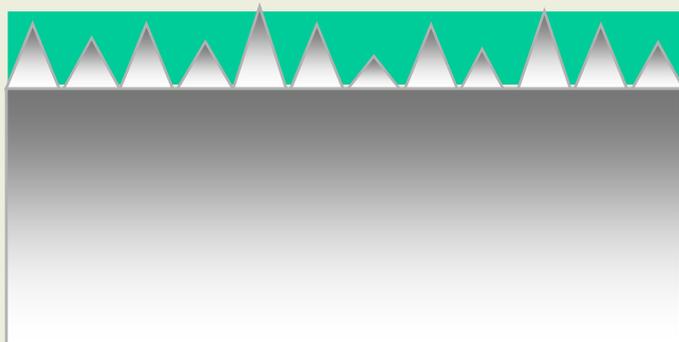
Remova a pintura, limpe a superfície e reaplique o revestimento. Retire todo material estranho, limpe as áreas danificadas e aplique o revestimento nos locais danificados ou reaplique em toda superfície.

# CORROSÃO - OXIDAÇÃO



## Perfil de rugosidade e Oxidação

Pequenos pontos que aparecem em um filme de pintura, normalmente de baixa espessura. Freqüentemente começa como pequenos pontos localizados,



## EMPOAMENTO – CHALKING – GIZAMENTO

### CAUSA PROVÁVEL

Desintegração da resina pela exposição ao intemperismo e/ou luz de UV.

### PREVENÇÃO

Acabamento com a alta resistência à UV – PU, Acrílico.

### REPARO

Remova todos os depósitos pulverulentos soltos esfregando-os e aplique uma tinta resistente ao intemperismo.

## EMPOAMENTO – CHALKING – GIZAMENTO

Uma camada pulverulenta sobre um filme de pintura.  
Uma modificação de cor ou desbotamento também pode ocorrer. O empoamento depende da concentração de pigmento e do tipo de resina.



# EMPOAMENTO - CHALKING - GIZAMENTO



# EMPOAMENTO – CHALKING – GIZAMENTO



# EMPOAMENTO – CHALKING – GIZAMENTO



## DESCOLORAÇÃO – DESCORAMENTO

### CAUSA PROVÁVEL

Exposição ao intemperismo ou ataque químico.

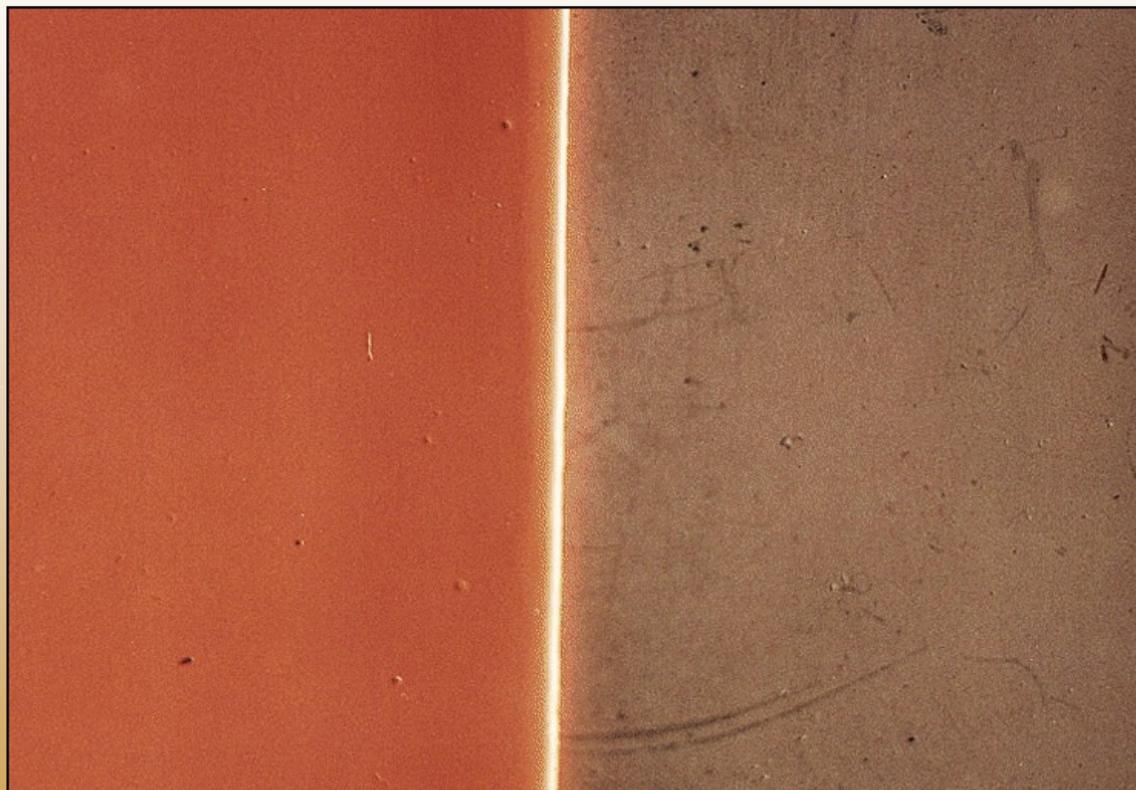
### PREVENÇÃO

Usar pigmentos estáveis ou um sistema de boa resistência química.

### REPARO

Remover a tinta danificada com abrasivo e repintar com esquema adequado.

# DESCOLORAÇÃO - DESCORAMENTO



# FISSURA – CRAQUEAMENTO – FENDIMENTO TRINCAMENTO – FENDILHAMENTO

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

Fendimento até o Substrato (“Cracking”) – A película apresenta fendas profundas que penetram até o substrato.

Fendimento Gretado (“Mud-cracking”) – Fendimento da película até o substrato, caracterizado pela configuração similar a que ocorre em camadas de terra argilosa molhada (barro ou lama) ao secar superficialmente.

É comum em tintas de zinco etil silicato aplicadas com excesso de espessura. Neste caso a falha poderia ser classificada como de aplicação.

# FISSURA – CRAQUEAMENTO – FENDIMENTO TRINCAMENTO – FENDILHAMENTO

## CAUSA PROVÁVEL

Movimento (dilatação e contração), envelhecimento, absorção e liberação de umidade, falta de flexibilidade. Alta espessura por demão.

## PREVENÇÃO

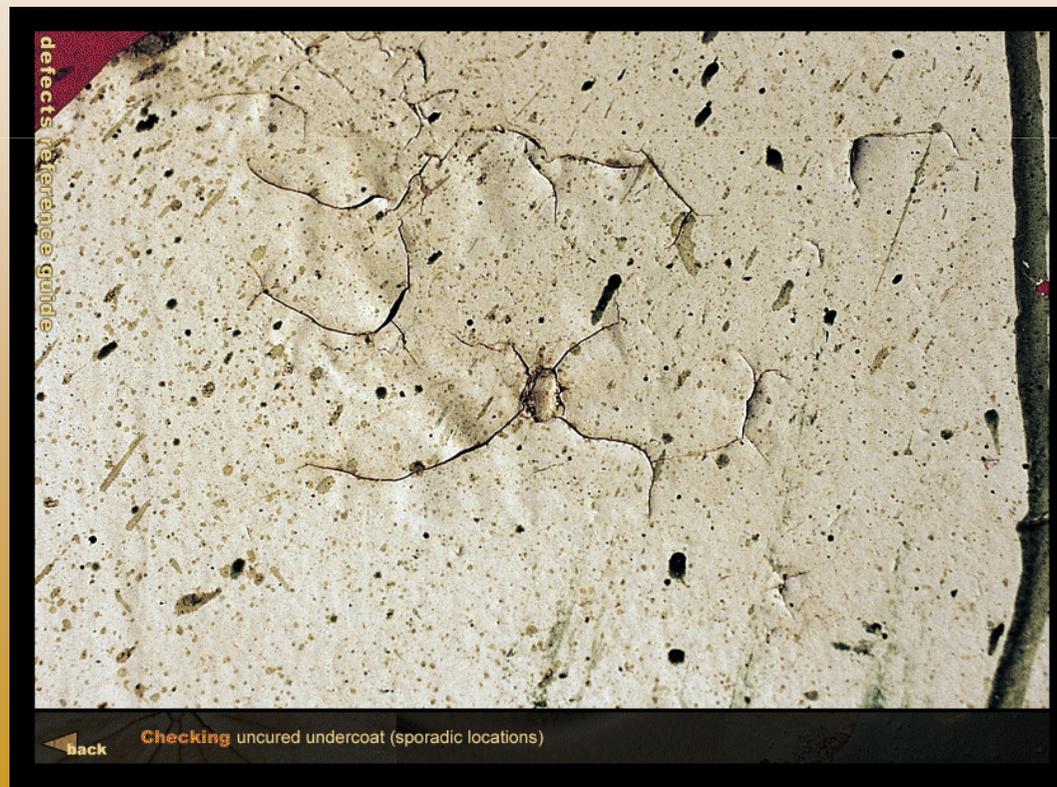
Uso correto de sistemas de pintura, revestimentos mais flexíveis,

## REPARO

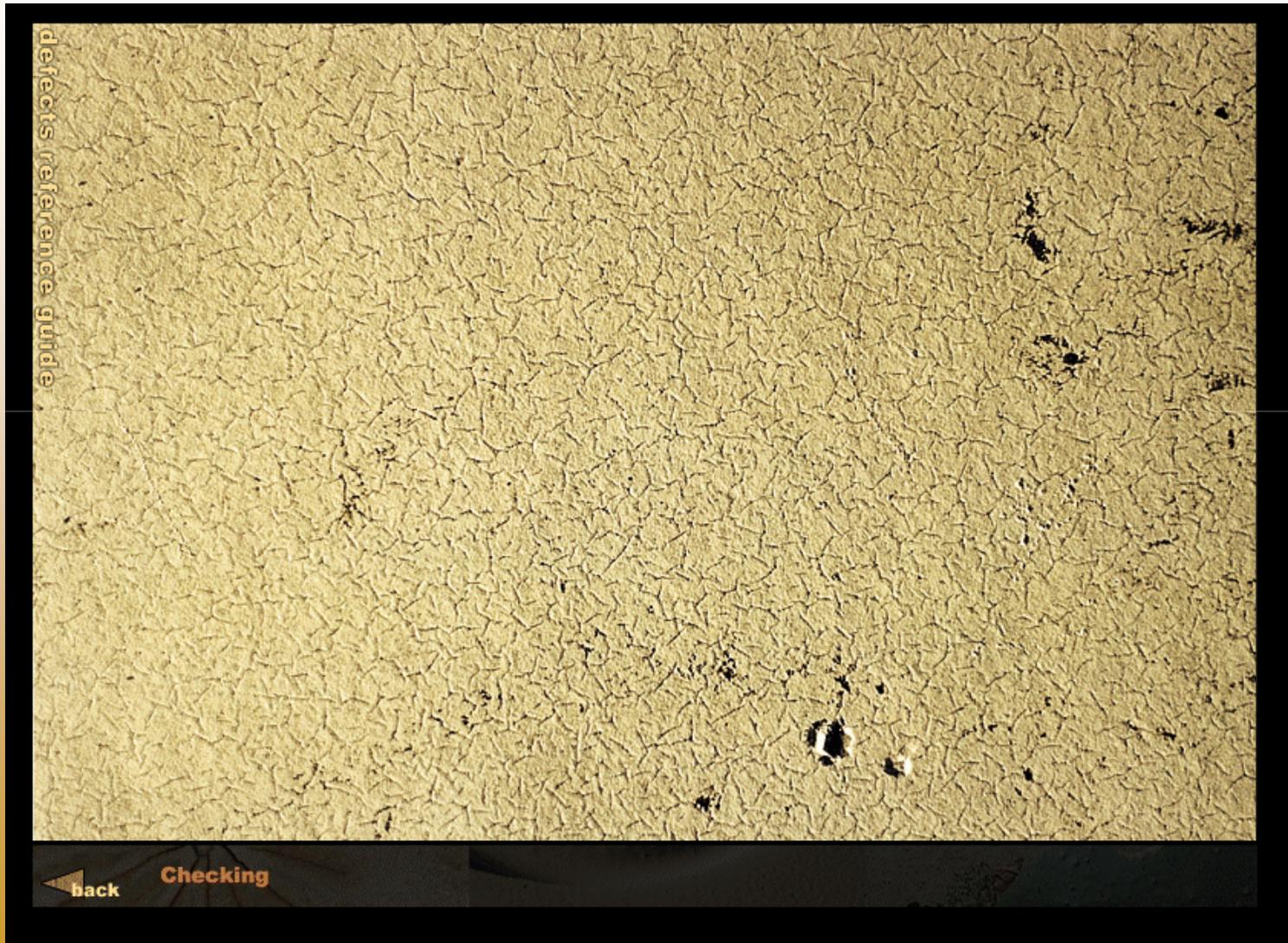
Remover todo revestimento trincado, preparar a superfície e aplicar o sistema de pintura correto.

# FISSURA – CRAQUEAMENTO – FENDIMENTO TRINCAMENTO – FENDILHAMENTO

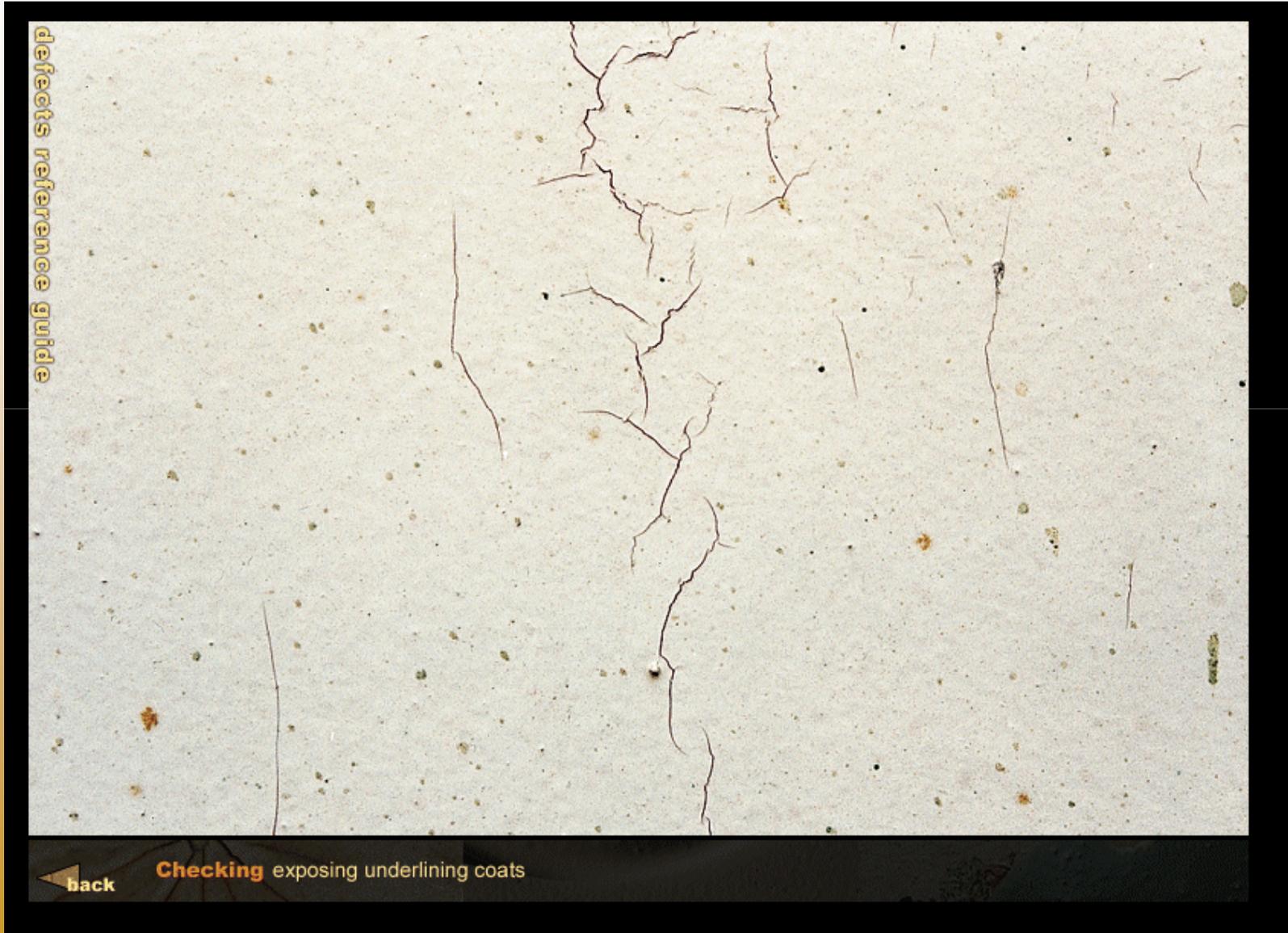
Trincas visíveis que podem ou não penetrar até o substrato. Apresentam-se de várias formas: pequenas e poucas até grandes e em grande intensidade



# FISSURA – CRAQUEAMENTO – FENDIMENTO TRINCAMENTO – FENDILHAMENTO



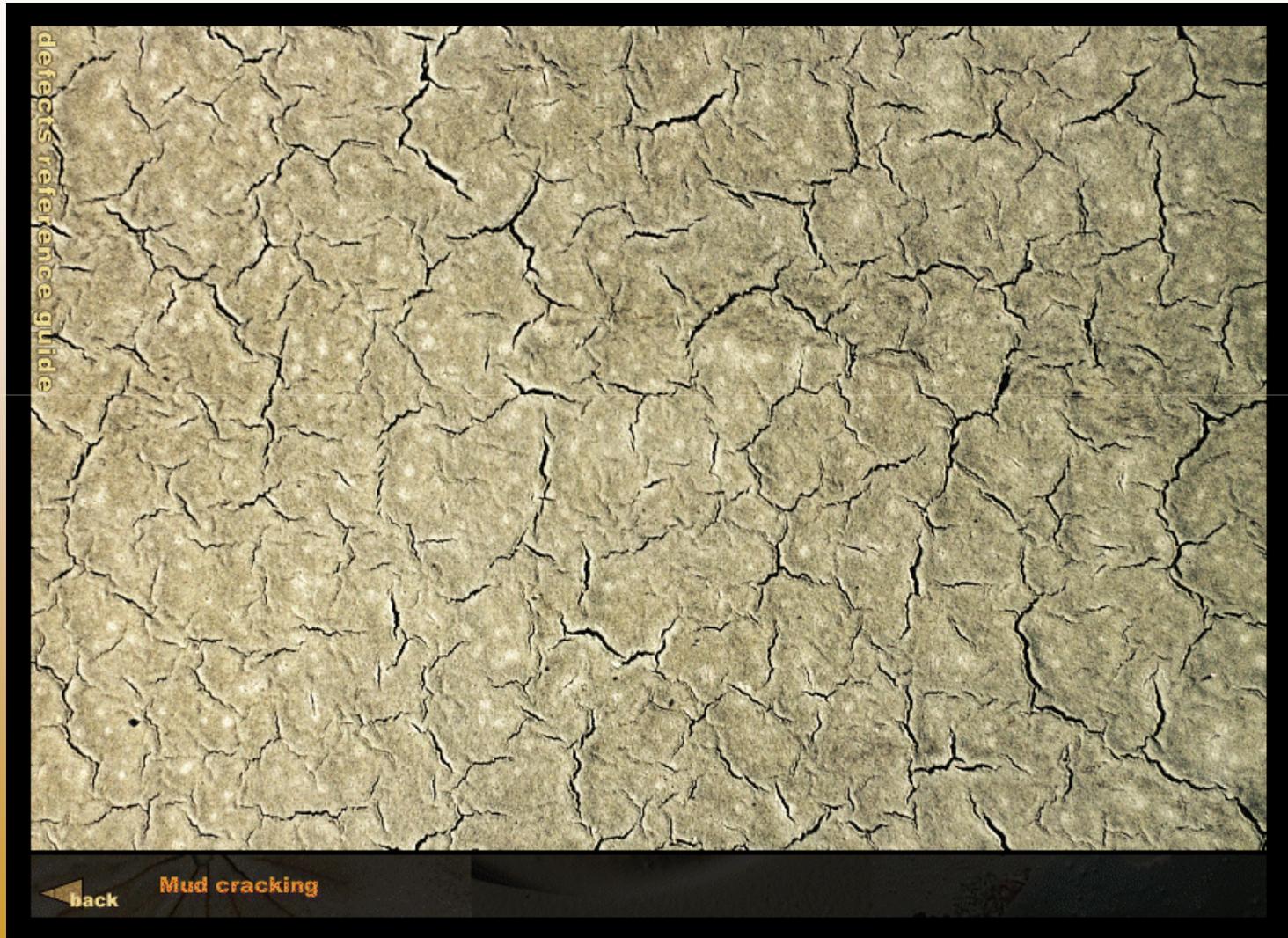
# FISSURA – CRAQUEAMENTO – FENDIMENTO TRINCAMENTO – FENDILHAMENTO



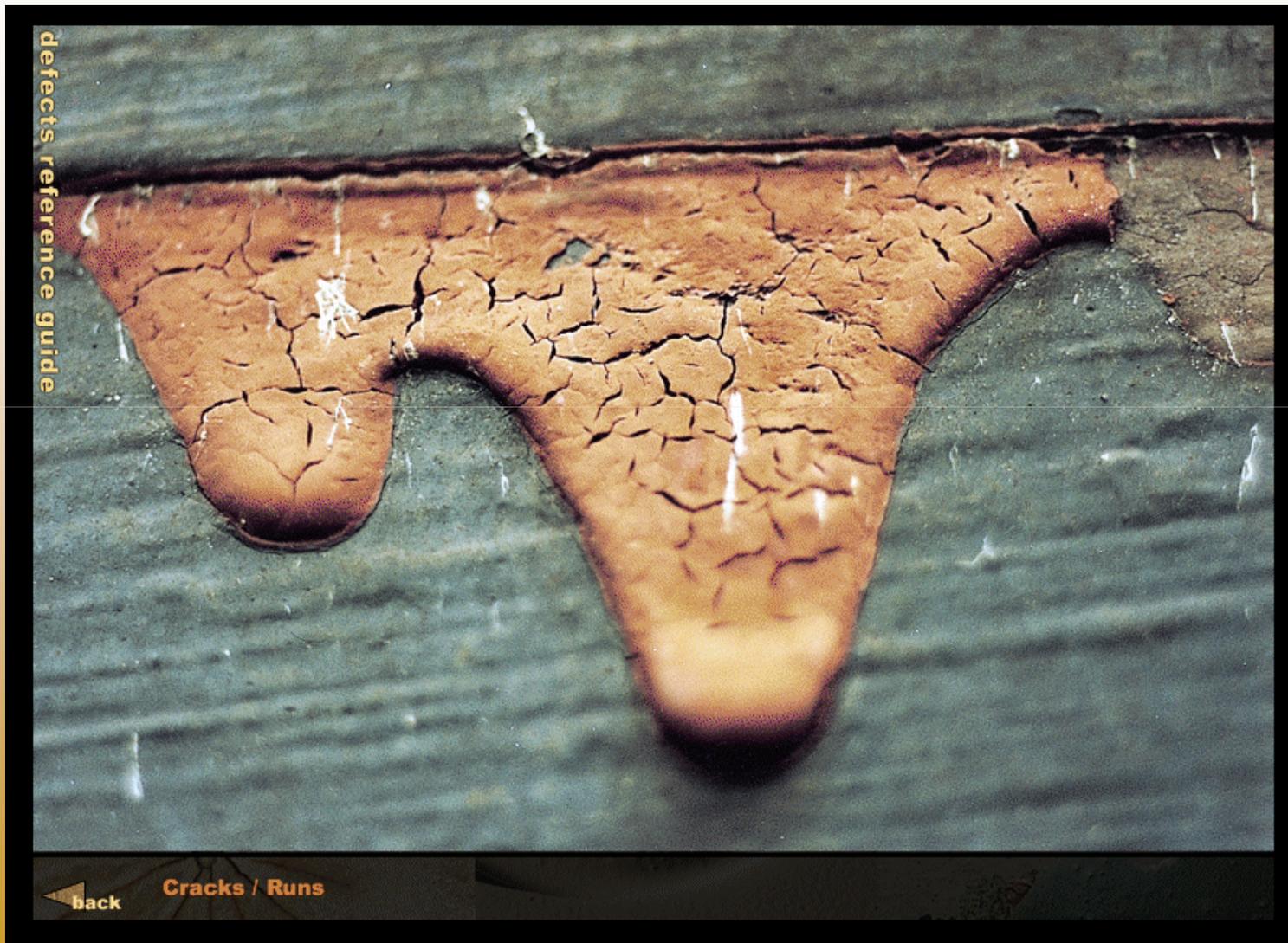
# FISSURA – CRAQUEAMENTO – FENDIMENTO TRINCAMENTO – FENDILHAMENTO



# FISSURA – CRAQUEAMENTO – FENDIMENTO TRINCAMENTO – FENDILHAMENTO

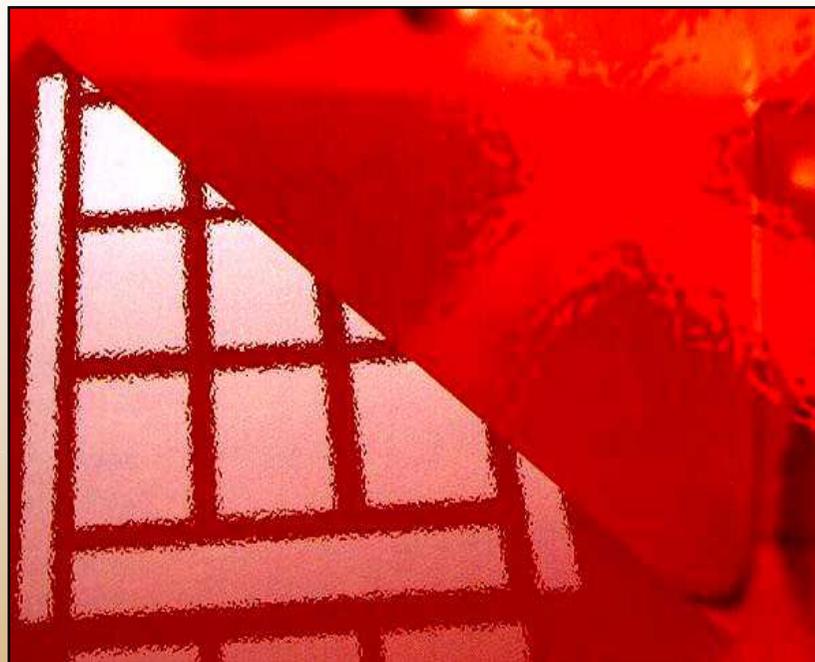


# FISSURA – CRAQUEAMENTO – FENDIMENTO TRINCAMENTO – FENDILHAMENTO



## CASCA DE LARANJA – ORANGE PEEL

Camada com ondulação superficial parecida com casca de laranja

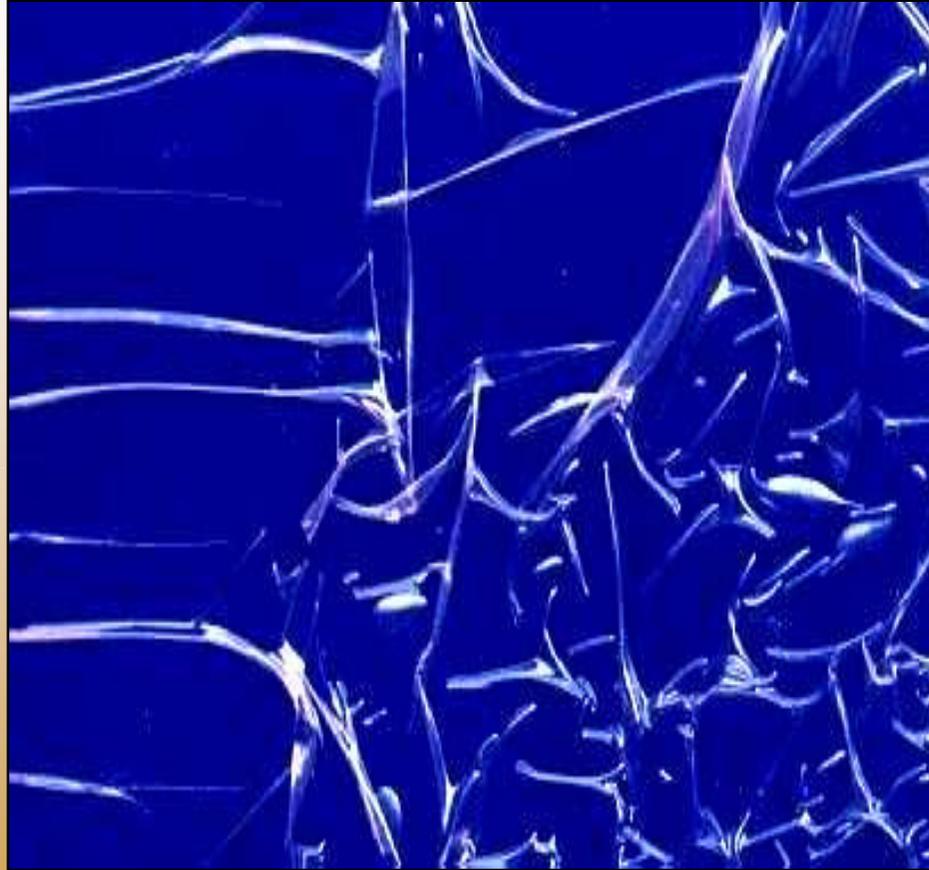


*Viscosidade muito alta, solvente muito leve, camada muito baixa, tinta de secagem rápida, pressão de ar inadequada*

*CASCA DE LARANJA – ORANGE PEEL*

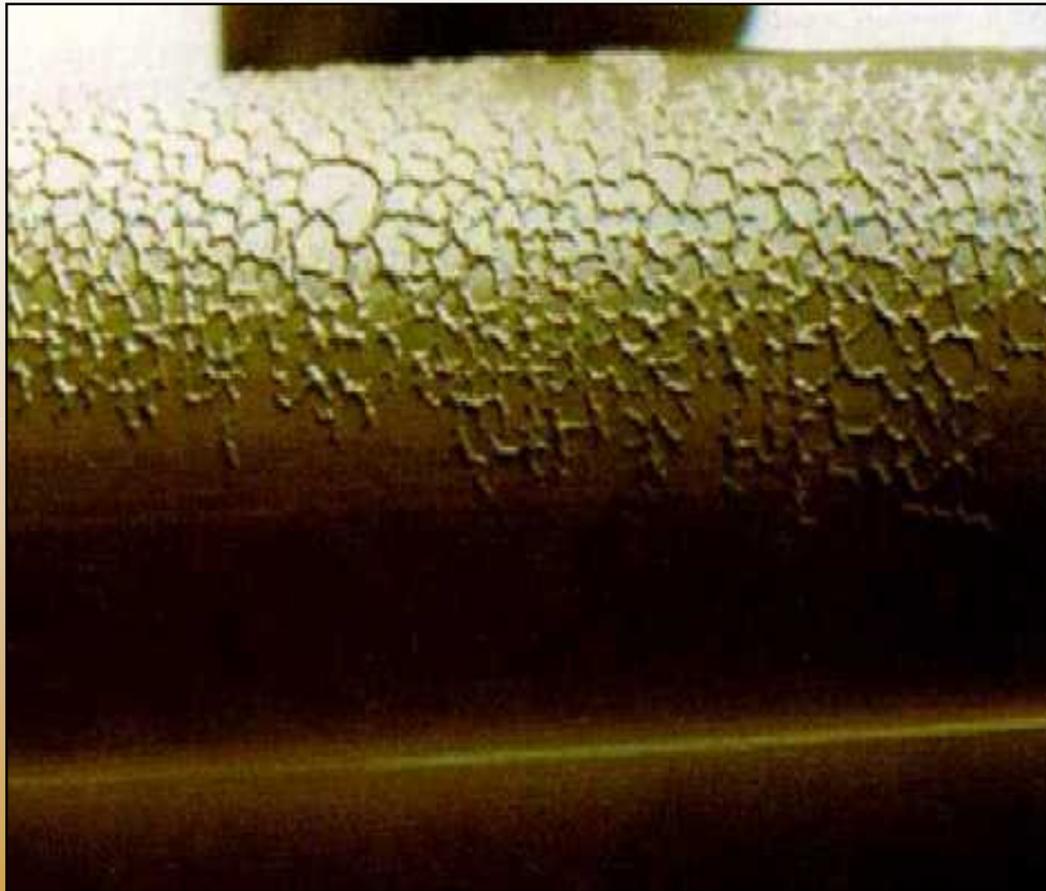


## ATAQUE POR SOLVENTE



A tinta fica enrugada e com grumos,  
destacando-se do substrato

## ATAQUE POR SOLVENTE



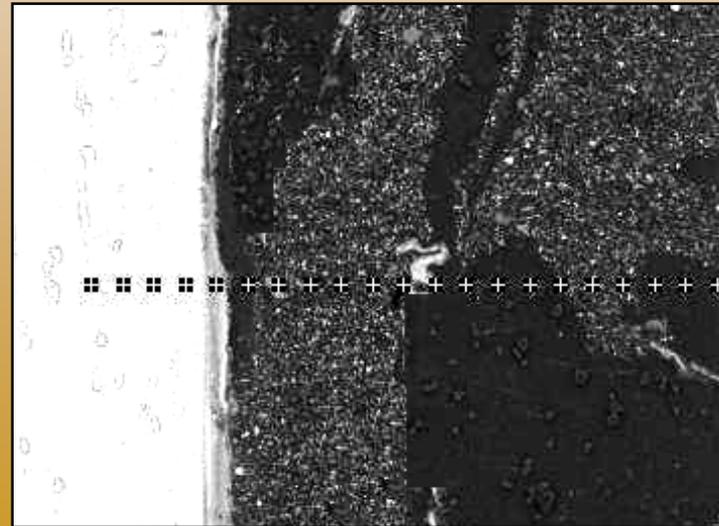
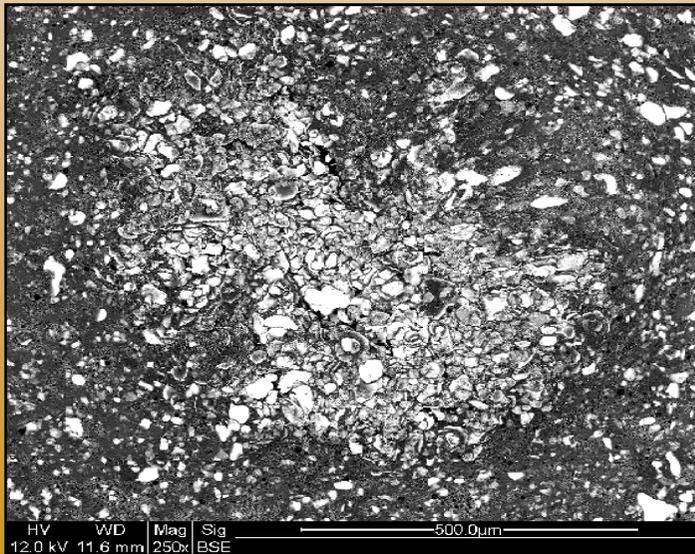
## ATAQUE POR SOLVENTE



# PONTOS DUROS



*Dispersão de Pigmentos*



# OUTROS DEFEITOS



# FORMAÇÃO DE PELE



## O INSPETOR DE PINTURA



O Inspetor é a pessoa designada para conduzir o procedimentos de inspeção com base na especificação

## Responsabilidades do Inspetor quanto à aplicação

A informação que você transmite e as suas recomendações vão influenciar nas decisões tomadas.

O seu relatório deve fornecer uma visão objetiva da situação.

Verificar e registrar:

Temperatura, UR, Temperatura da superfície, Ponto de orvalho

Quando as atividades de jateamento começarem, observar:

*Os EPI estão sendo usados*

*Os procedimentos de segurança estão sendo seguidos*

*Cheque a calibração dos equipamentos de inspeção.*

- Cheque as áreas jateadas. Use um lápis livre de óleo para marcar as áreas que não foram limpas adequadamente.
- Verifique o perfil de rugosidade.
- Cheque a EPS das áreas pintadas no dia anterior e marque as áreas que não estão conformes.
- Verifique os defeitos
- Verifique a pintura dos flanges
- Informe ao encarregado as áreas marcadas para retrabalho
- Verifique se as tintas estão misturadas corretamente.

## O Inspetor e a segurança:

Um inspetor não é engenheiro nem supervisor de segurança, mas é responsável por

- Sua segurança.
- Reportar qualquer condição ou prática insegura ao responsável pela segurança.
- Conhecer práticas seguras de trabalho com solventes, revestimentos, equipamentos, abrasivos.
- Localização dos Kits de primeiros socorros.
- Localização do telefone mais próximo e o número do telefone de emergência.