



Problemas de Campo em Pintura Anticorrosiva

Adauto Riva / Marcelo Rufo / Heron P. Mendes

Renner Coatings / Air Products / Brafer

Dez/2014



- O uso da pintura no campo da proteção anticorrosiva pressupõe, dentre outros fatores, uma interação sinérgica entre:

preparação de superfície



características técnicas das tintas



eficiência na aplicação



Outros fatores podem afetar o desempenho anticorrosivo da pintura, por exemplo:

Operações de
montagem

Danos mecânicos

Microclimas

Movimentação e
armazenamento



A GARANTIA

A demanda por longos períodos de garantia de desempenho dos revestimentos tem gerado questionamentos práticos sobre problemas de campo que podem comprometer todo o processo.



Neste trabalho abordaremos alguns problemas de campo, e soluções propostas

- ❖ **CASO 1 – CORROSÃO PRECOCE**

- ❖ **CASO 2 – EXSUDAÇÃO**

- ❖ **CASO 3 – PATOLOGIAS NAS TINTAS ETIL SILICATO DE ZINCO**

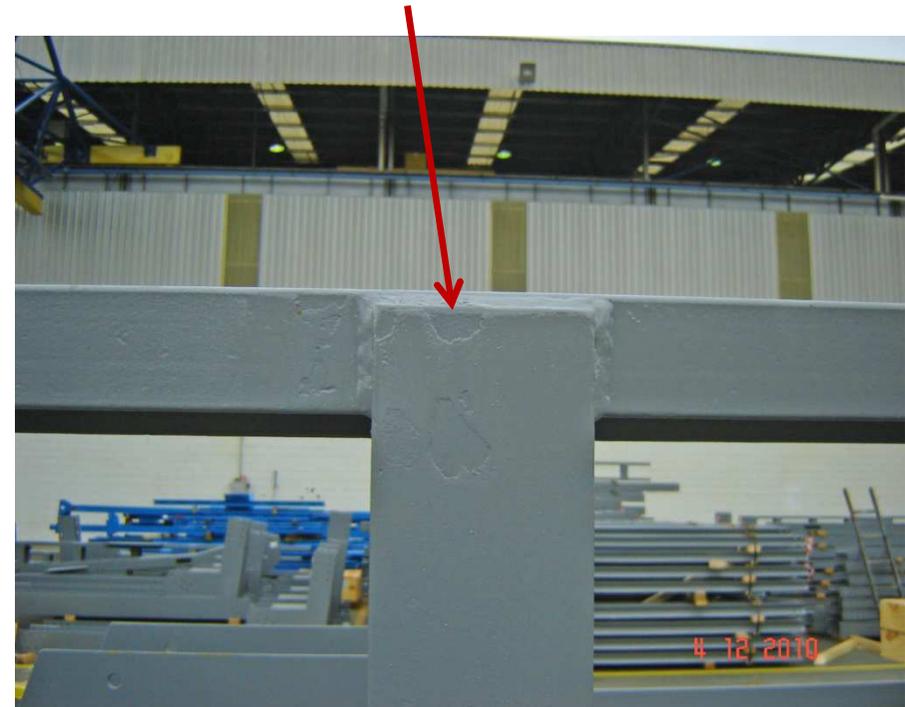
- ❖ **CASO 4 – SISTEMA DUPLEX “GALVANIZAÇÃO + PINTURA”**

❖ **Patologias**

- **Danos Mecânicos – Movimentação, transporte, Armazenamento e montagem;**
- **Projeto – Locais de difícil ou sem acesso para o tratamento de superfície e pintura.**
- **Erro de Especificação.**

❖ Danos Mecânicos

As fotos em questão mostram problema de movimentação e transporte associado a retoques mal executados.



❖ Danos Mecânicos

✓ Movimentação e armazenamento.



Peças empilhadas de forma incorreta - sem separação - dificultando o acesso para movimentação.



Içamento sem nenhum cuidado de separação entre as peças causando danos em todas as arestas.

CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

❖ Danos Mecânicos – Movimentação e Transporte

Esquema de Pintura: Epóxi RZ - 60 μm + Epóxi Dupla Função - 200 μm



Danos devidos ao apoio nas madeiras de separação das peças no carregamento / transporte – Distância percorrida 1236 km.

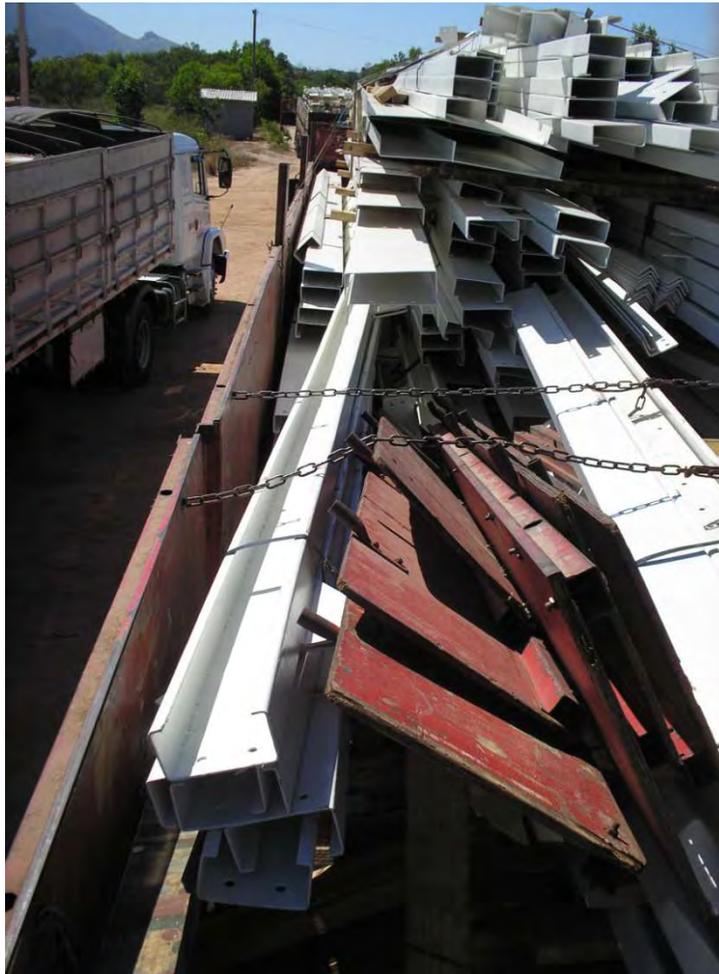


Dano ocasionado pelo uso da empilhadeira para virar as peças



CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

❖ Danos Mecânicos – Movimentação e Transporte



CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

Danos Mecânicos – Cuidados no Armazenamento em Fábrica.



CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

Danos Mecânicos – Cuidados no Armazenamento em “campo”.



CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

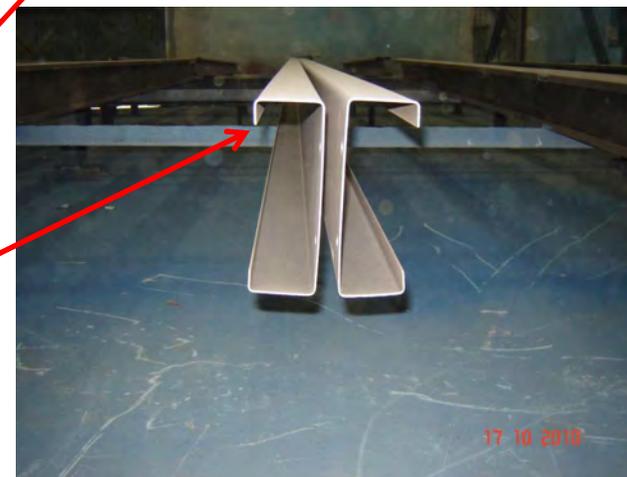
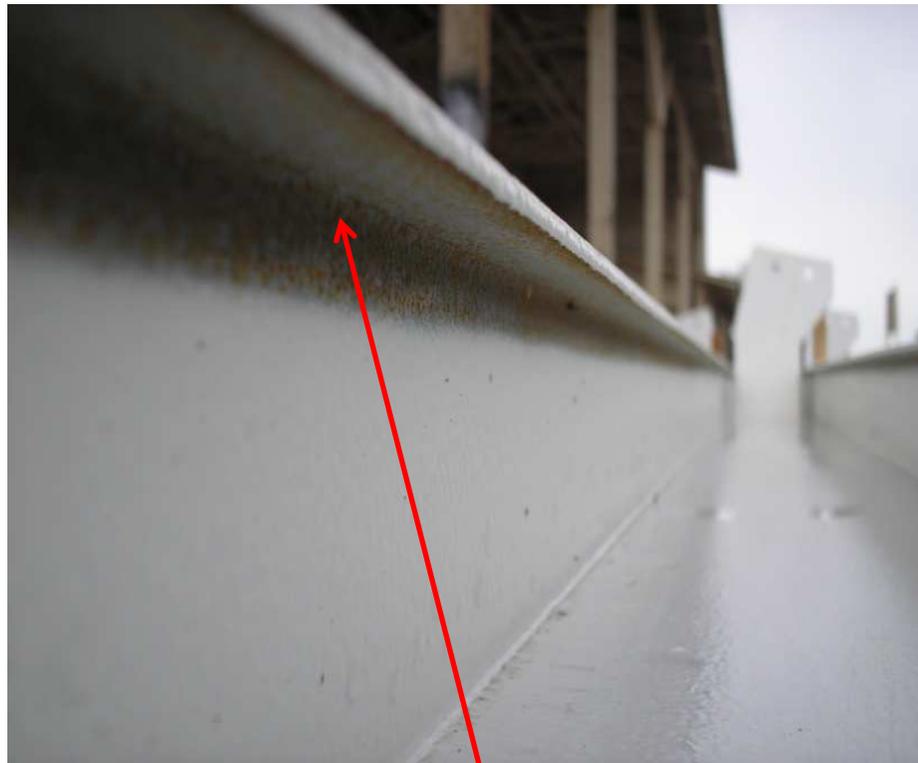
❖ Danos Mecânicos – Cuidados Durante o Embarque



Uso de EVA sobre os caibros de madeira e entre as sintas e a estrutura na amarração

❖ Projeto – Locais de Difícil Acesso

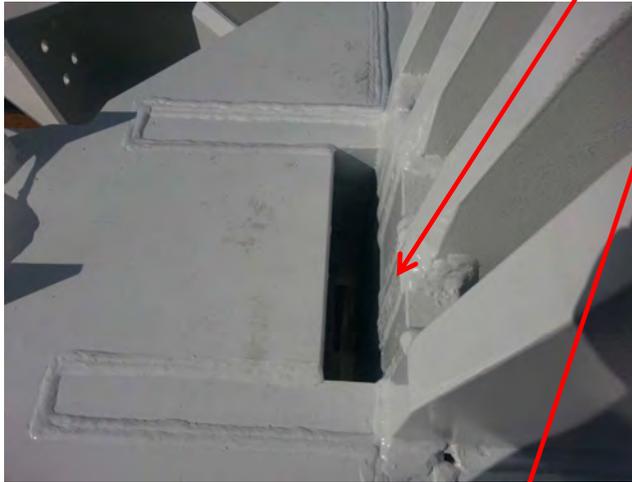
Muitos detalhes de projeto inviabilizam o tratamento e aplicação adequados dos revestimentos, favorecendo falhas e corrosão precoce.



**Perfis
enrijecidos**

CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

❖ Projetos – Locais de Difícil Acesso



CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

❖ Projeto – Solução adotada



Recurso: Vedação aplicada antes do jateamento com objetivo de evitar a entrada de granalha nas frestas e corrosão por aeração diferencial

❖ Especificação de Pintura

Erros mais comuns:

- Não considerar macro e microclima aos quais a estrutura será exposta,
- Temperatura de operação
- Fluido de armazenamento (Vasos e Tanques)
- Necessidade de retenção de cor e brilho.

IMPORTANTE: Condição de exposição do armazenamento em fábrica até a montagem em campo. (Exposição UV, empoçamento de água, movimentação,etc)



❖ Especificação de Pintura – Estudo de Caso A

➤ Ambiente altamente agressivo dentro de Pólo Petroquímico tendo empresa de papel e celulose e de fertilizante nas imediações.



N1550 D – Pintura de Estruturas Metálicas

➤ *Especificado* - Condição 1 → Ambiente seco ou úmido, com ou sem salinidade, contendo ou não gases derivados de enxofre.

Esquema aplicado: N 2630: 100µm + N 2677: 70µm = 170 µm

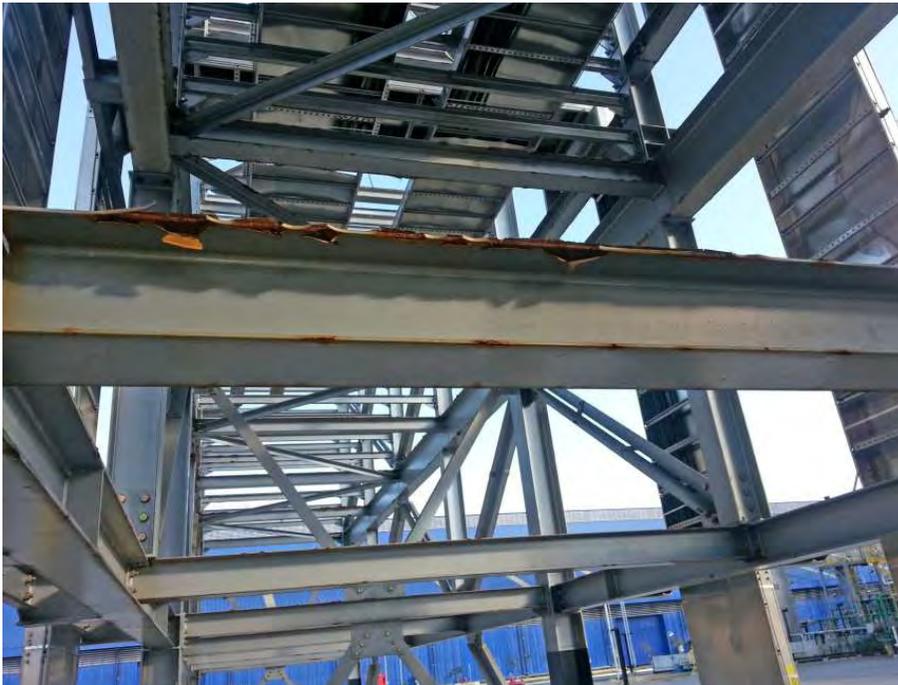
➤ *Realidade* - Condição 2 → Ambiente de alta agressividade – vapores ácidos/alcalinos

Esquema: N 1277: 50µm + N 2628: 200µm + N 2677: 70µm = 320 µm

CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

❖ Esquema de Pintura – Estudo de Caso:

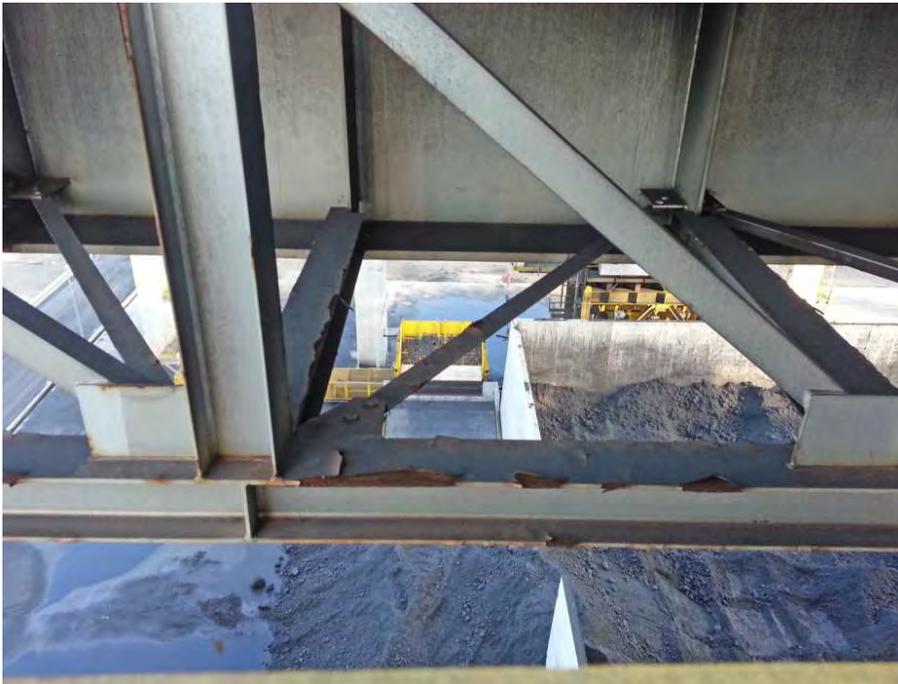
Fabricante 1



CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

❖ Esquema de Pintura – Estudo de Caso:

Fabricante 2.



CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

❖ Esquema de Pintura – Estudo de Caso:

Fabricante 3



❖ Esquema de Pintura – Conclusão

- ✓ O problema ocorreu em três fabricantes de estrutura distintos;
- ✓ Três fabricantes de tintas fornecendo a mesma Norma;
- ✓ Áreas onde as estruturas estão abrigadas não apresentaram nenhum problema;
- ✓ A unidade Petroquímica localiza-se numa região de alta umidade e próxima a indústrias de Fertilizante e de Celulose



A especificação não era adequada ao “macroclima”.

❖ Especificação de Pintura – Estudo de Caso B

- Cuidado especial na especificação de pintura anticorrosiva quando as estruturas e equipamentos estiverem sujeitos à exposição em atmosferas altamente poluídas .

- Caso específico de CUBATÃO - agravante de forte presença de contaminantes químicos - fábrica de fertilizantes vizinha.

CASO 1- CORROSÃO PRECOCE



❖ **corrosão
generalizada**

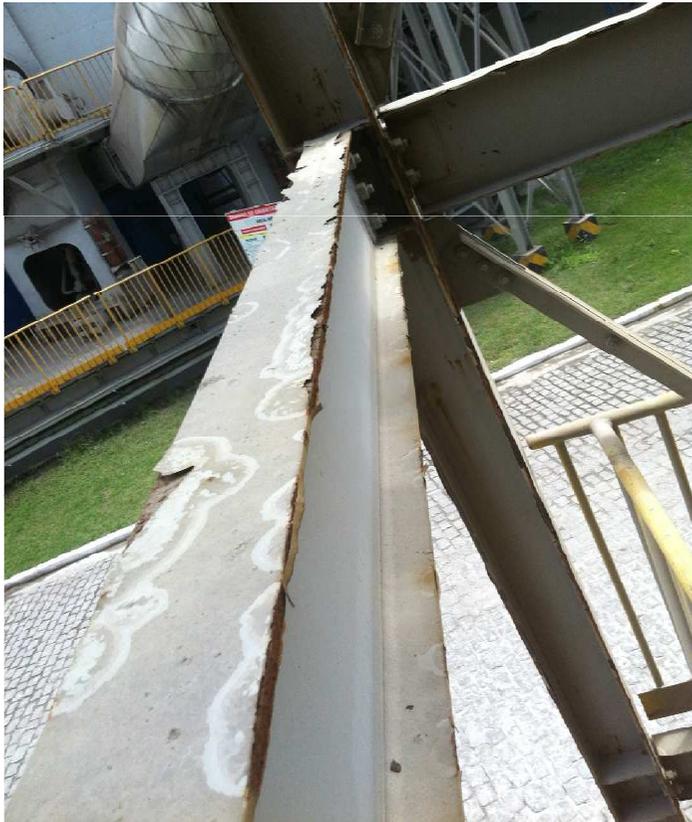


CASO 1- CORROSÃO PRECOCE



❖ **corrosão intensa**

CASO 1- CORROSÃO PRECOCE



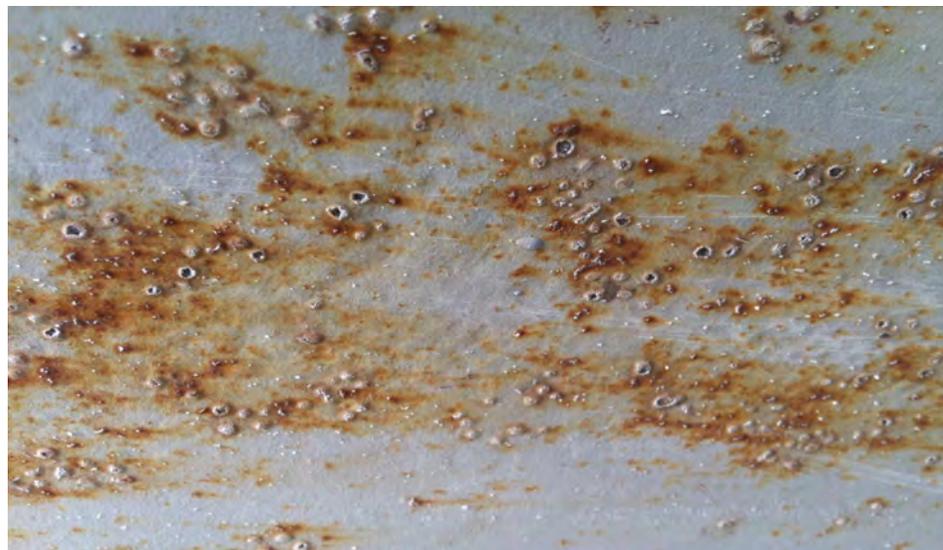
❖ **Calcinação e
desplacamento**

CASO 1- CORROSÃO PRECOCE



❖ **Empolamento**

❖ **Corrosão**



CASO 1- CORROSÃO PRECOCE



**Alvéolos indicando
perda de massa do
substrato**

❖ Especificação de Pintura – Estudo de Caso B

- Especificação no Projeto Original (Cliente)
Espessura seca total (150µm) – Epoxi Poliamida
Incompatível com a classe de corrosividade do ambiente (ISO12944-2)
- Para ambientes de alta agressividade (Classe C5 I/M) espessura seca gira em torno de 300 – 500 µm.

ISO 12944-5:2007(E) 6.2 Parameters influencing durability

Category C5-I covers, in general terms, the atmospheres that could be encountered at various industrial locations. Special care should be taken when writing coating specifications for items of equipment or steelwork that could suffer from specific chemical spillages, leaking pipes or heavy air-borne contamination.

ISO 12944-2:1998(E) B.2.1 Chemical stresses

Corrosion is aggravated locally by pollutants deriving from the operation of a plant (for example acids, alkalis or salts, organic solvents, aggressive gases and dust particles).

Such stresses occur in the vicinity of e.g. coking works, pickling shops, electroplating plants, dye mills, wood-pulp works, tanneries and oil refineries.

CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

- Microclima de Ind. Química - Conforme ISO12944-5 – recomendação geral é de se utilizar esquemas curados com poliaminas (epóxi poliamina) em lugar de poliamida. (item 4.3.4.2.2)
- O uso de tintas epoxi curadas com poliamida pode ser feito em combinação com primers apropriados ou compondo esquema com produtos diferenciados.

**Consultar
Fabricante
Tinta**

Medidas Preventivas

❖ Roteiro Básico para Especificação de Pintura

- 1- Avaliar grau de corrosividade do ambiente onde a estrutura estará localizada
 - Ambiente marinho, urbano, rural, industrial, Abrigado ou Desabrigado(ISO12944-2)
- 2- Verificar condições específicas (condição de serviço)
 - Temperatura de operação, Abrasividade, Contato com produtos químicos (quais),
Imersão,etc
- 3 – Obra nova ou manutenção (neste caso avaliar condição visual da estrutura)
- 4 – Expectativa de durabilidade esperada (não confundir com garantia)
- 5 – Tratamento de superfície operacionalmente viável
- 6 – Métodos de aplicação viáveis ou permitidos
- 7 – Existe restrições de ordem ambiental ou de segurança

CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

Estudo de Caso C: Montagem e Integração de Módulos de Plataforma

Item 6.2 da ISO12944-5 (macroclima e microclima);

Category C5-I covers, in general terms, the atmospheres that could be encountered at various industrial locations. Special care should be taken when writing coating specifications for items of equipment or steelwork that could suffer from specific chemical spillages, leaking pipes or heavy air-borne contamination.

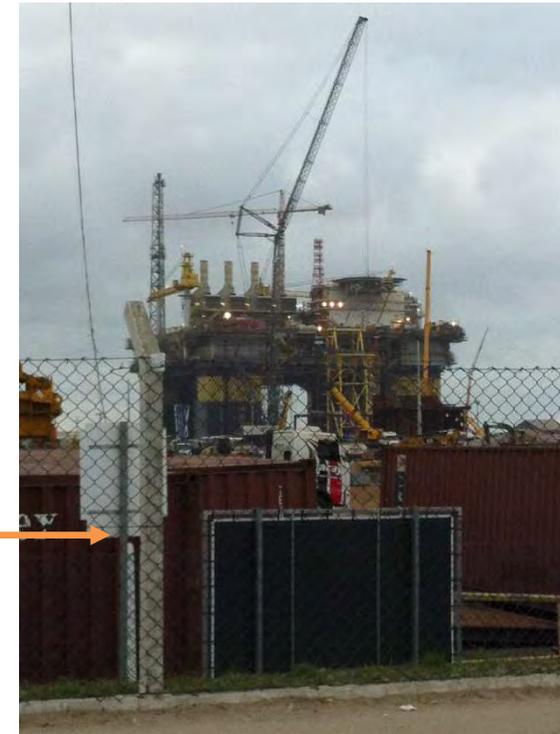


CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

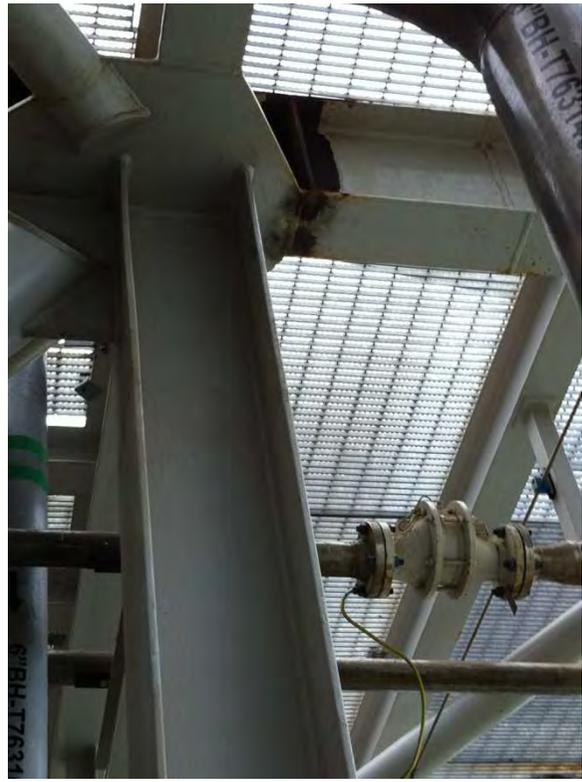


**Macroclima presente
na fase de montagem
e integração módulos.**

**Fumos químicos na
direção da Plataforma**



CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

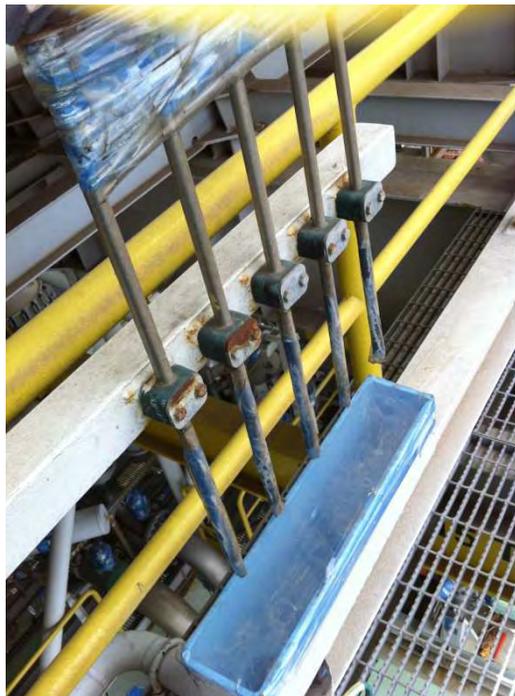
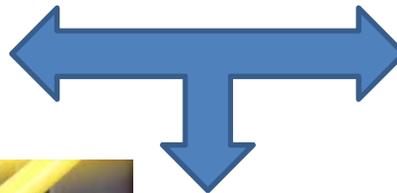


❖ Corrosão decorrente de operações de soldagem, corte, queima da pintura, respingos de solda com pintura)

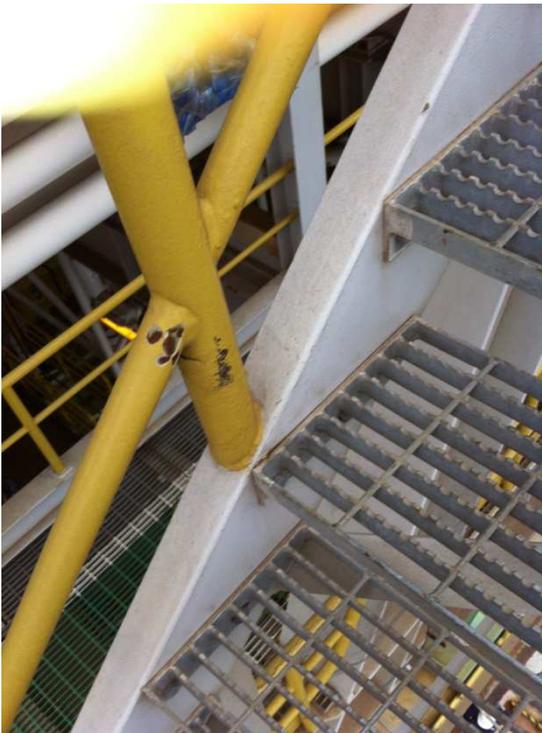
CASO 1- CORROSÃO PRECOCE



**Fixações
(danos +
aeração
diferencial
em frestas)**



CASO 1- CORROSÃO PRECOCE



Processos de montagem (danos mecânicos)

CASO 1- CORROSÃO PRECOCE

resíduos de limalhas de aço em área de piso



Soluções

- ❖ **Isolamento das Áreas de Trabalho**
- ❖ **Movimentação apropriada(adequada)**
- ❖ **Tratamento Mecânico apropriado – SSPC SP-11**
- ❖ **Uso de Áreas de Referencia – ISO12944-7**

Soluções

❖ Uso de Áreas de Referencia – ISO12944-7 Annex A

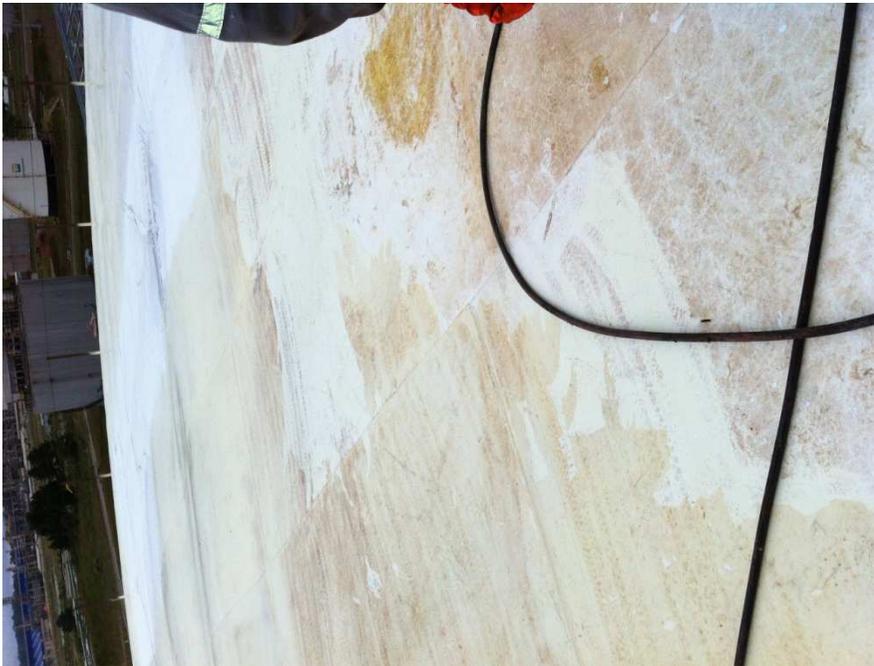
	Nº	ESTRUTURA	AREA DE REFERENCIA	AÇÃO A TOMAR
DEFEITO NA PINTURA	1	NÃO	NÃO	monitorar
	2	SIM	NÃO	investigar causas
	3	SIM	SIM	investigar causas
	4	NÃO	SIM	investigar causas

Área de Pintura (m ²)	Nº áreas de referência	Área total das referências (m ²)
Até 2000	3	12
De 2000 a 5000	5	25
De 5000 a 10000	7	50

❖ Desplacamento:

Desplacamento adesivo em teto de tanque.

Esquema de Pintura: Aplicado N 2912 Tipo II + N 2677



❖ Desplacamento:

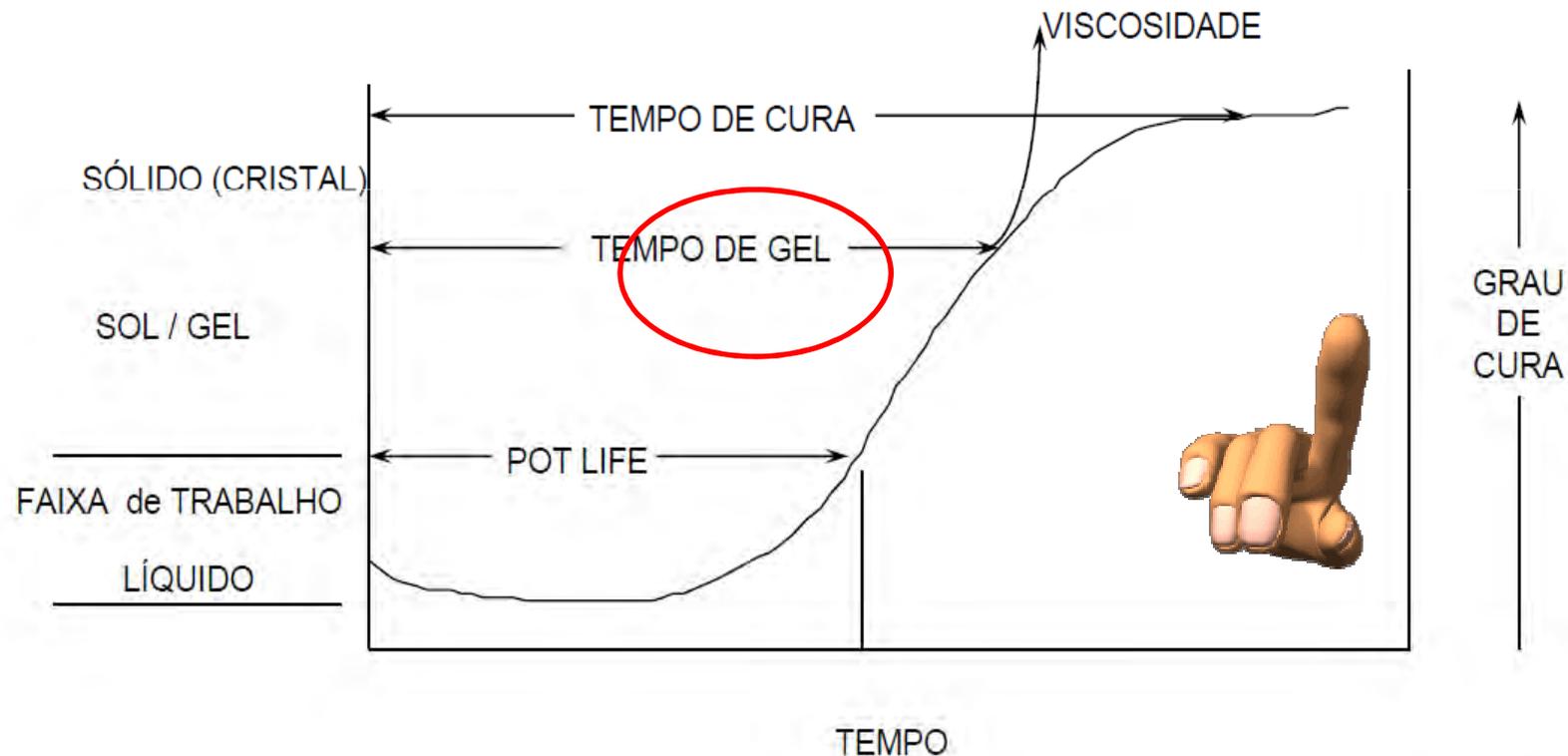
Desplacamento Adesivo entre demãos:
Esquema de Pintura: N 2912 Tipo II + N 2677.

Uso de equipamento de alta pressão remoção do revestimento.



❖ Grau de Cura:

O processo tem que levar em conta as condições ambientais durante a cura do revestimento.



❖ **Grau de Cura:**

Durante a fase de gel a tinta pode sofrer ações do meio externo - um exemplo típico são as tintas curadas com isocianato.

O isocianato tem maior afinidade com umidade em relação ao poliuretano, podendo a reação não ser completada ou apresentar certas patologias como:

- ✓ Revestimento macio e extremamente flexível;
- ✓ Falta de adesão, que foi o motivo de deslocamento.

❖ Deslocamento: Exsudação – Amine Bloom

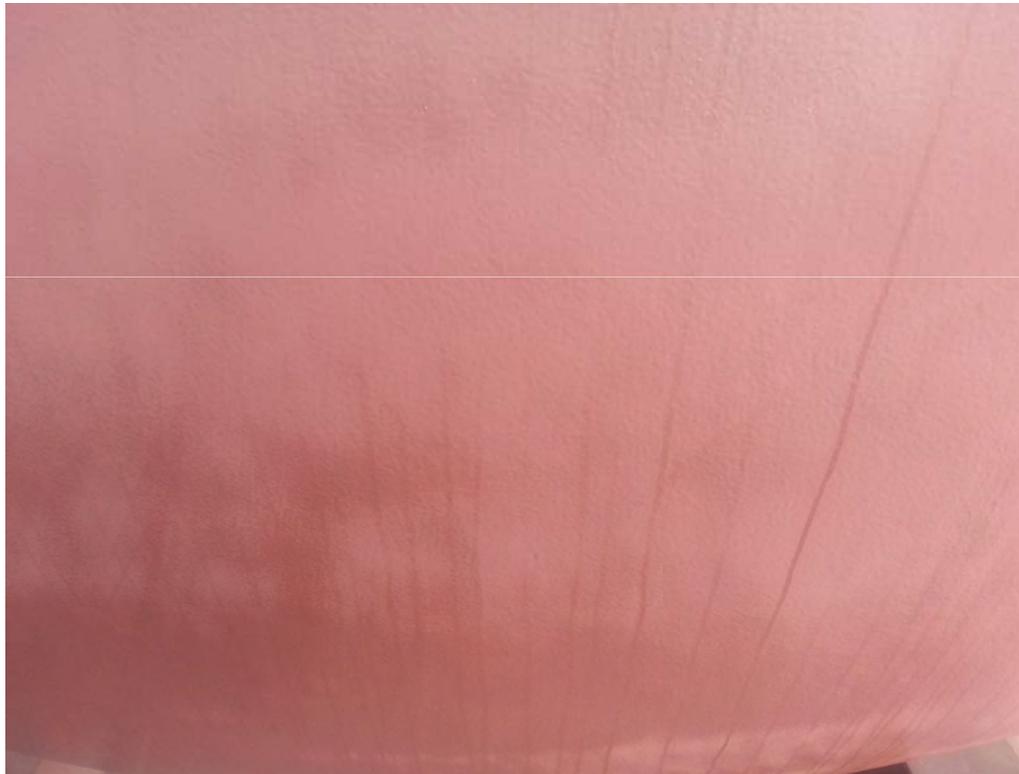
Exsudação é a presença de amina livre sobre a superfície da pintura - podendo ter várias causas;

Vamos abordar alguns métodos de se verificar a presença da amina.

O mais simples de todos é o toque, ao passar a mão num revestimento com amina livre percebermos ela serosa; outro fator é o cheiro bem característico da resina.



❖ Deslocamento: Exsudação – Amine Bloom



Cabe ressaltar que essa primeira impressão pode ter um outro fator - que é a cura retardada principalmente pelo excesso de espessura.

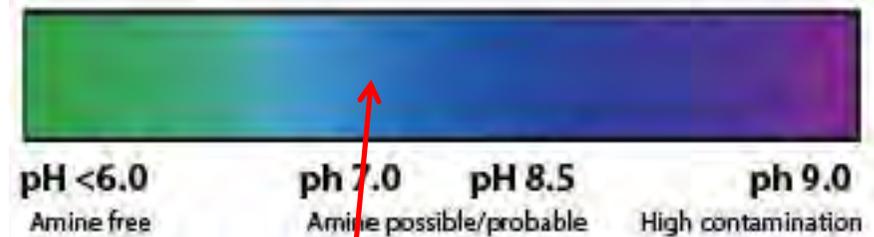
❖ Deslocamento: Exsudação – Amine Bloom

Existe no mercado há um bom tempo kit de verificação de amine blush, os kits mais atuais hoje avaliam a presença do amine blush propriamente dito que é o carbamato.



Amine Blush Kit Colour Gradient*

*Actual colour may vary dependent on sprayed amount and lighting



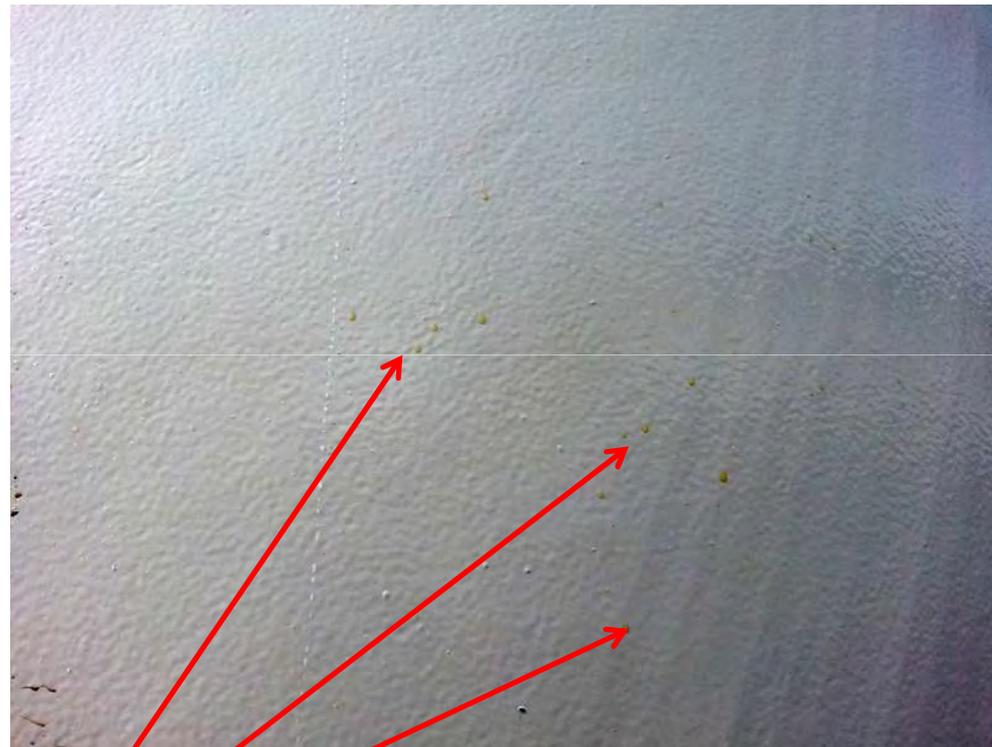
❖ Deslocamento: Exsudação – Amine Bloom

➤ Quais problemas a exsudação pode trazer para a pintura?

- ✓ Geralmente num sistema epóxi / epóxi, esse problema não é percebido, porém pode acarretar numa falta de aderência;
- ✓ Num sistema epóxi / PU, o deslocamento é quase certo;

❖ Desplacamento: Exsudação – Amine Bloom

Sistema Epóxi / PU.



Migração de amina sobre o filme de poliuretano, que confirma a presença da amina, deslocamento generalizado.

- ❖ **Patologias envolvidas no Etil Silicato de Zinco**
- É uma das melhores tintas quando o assunto é proteção anticorrosiva, em contra partida temos sua aplicação complexa, intervalo subjetivo e espessuras altas apresenta fendimentos.

CASO 3 – Etil Silicato de Zinco

❖ Patologias envolvidas no Etil Silicato de Zinco

➤ Aplicação deve ser realizada por equipamento com agitação constante.



❖ **Patologias envolvidas no Etil Silicato de Zinco**

- A falta de perícia do aplicador pode levar a excesso de espessura bem como dry spray.

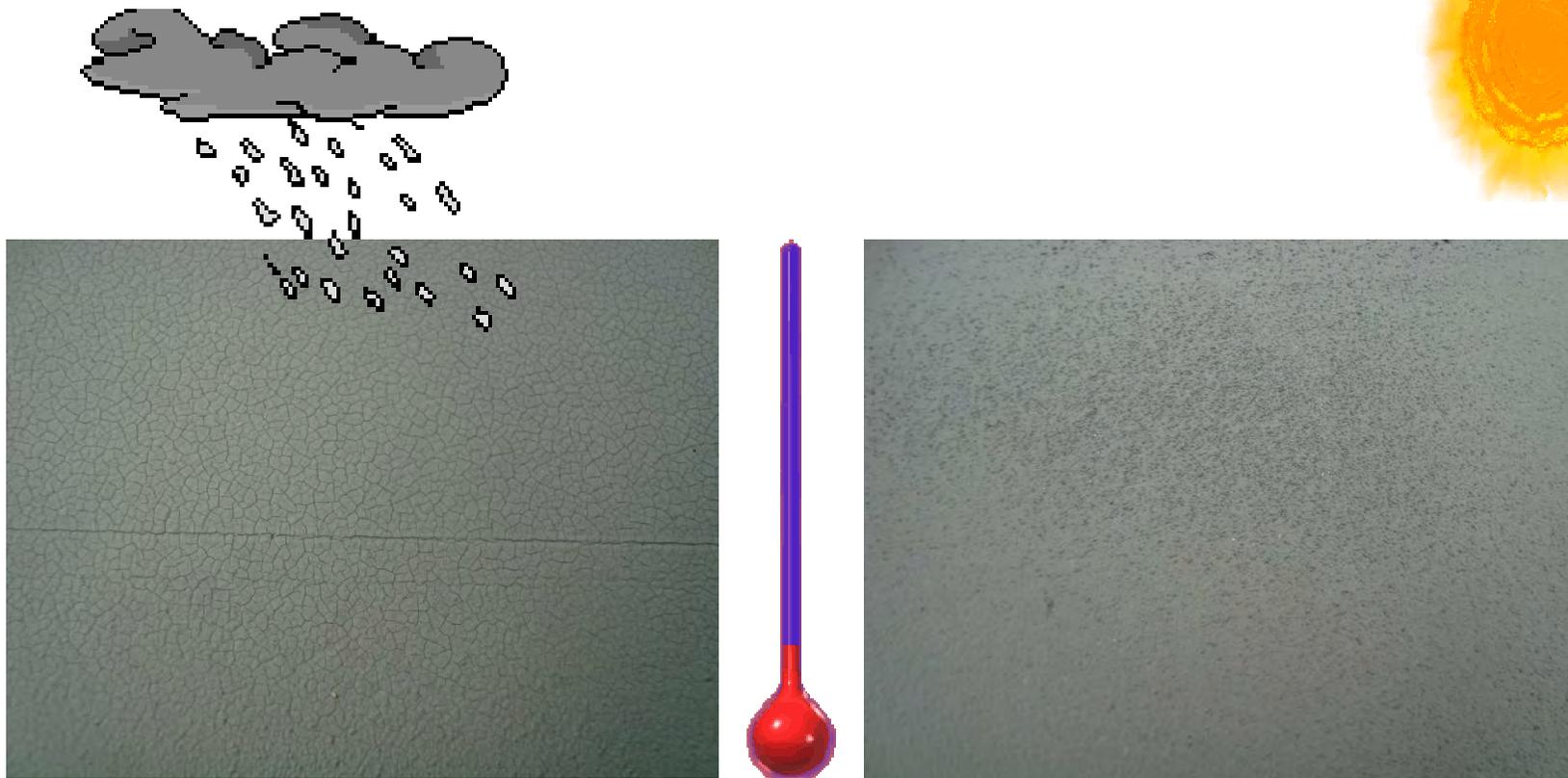
Fendimento.



Dry Spray - “Spray Seco”

❖ Patologias envolvidas no Etil Silicato de Zinco

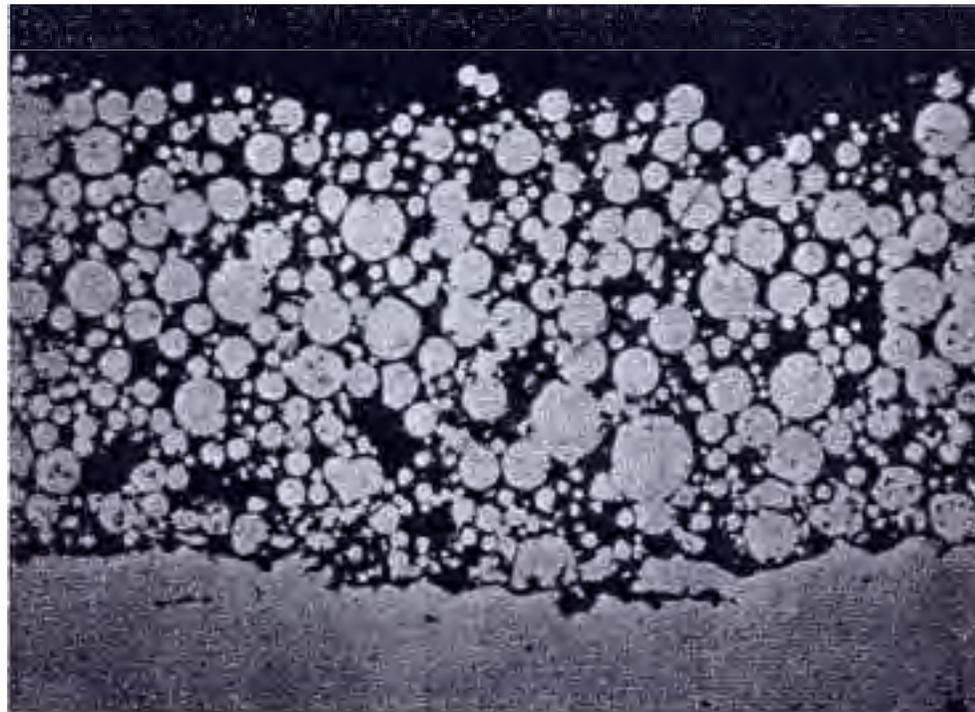
- Outros fatores podem levar ao fendimento e dry spray “spray seco”.
- A condições ambientais - Temperatura



Poros e crateras na pintura sobre Tinta Zinco Etil Silicato

- Primers ricos em Zinco consistem basicamente de pigmento metálico (pó de zinco) envolvido por ligante – no caso da tinta N-1661 à base de etil silicato.
- Para cumprir a função de proteção catódica são necessários elevados teores de zinco metálico, afim de garantir o contato galvânico e fluxo elétrico demandados. Este fato resulta em revestimentos altamente porosos.

Seção
transversal
de filme de
Etil Silicato
de Zinco
recém
aplicado



fonte: Corrosion Prevention by Protective Coatings - Charles G. Munger

Defeitos como crateras, poros, empolamento, fendimento são favorecidos diretamente pelas seguintes variáveis de processo

- Atomização deficiente
- Espessuras elevadas
- Ajustes de pulverização
- Perfil de rugosidade muito alto
- Temperatura da superfície muito alta
- Umectação insuficiente do substrato (full wet coat)
- Over Spray

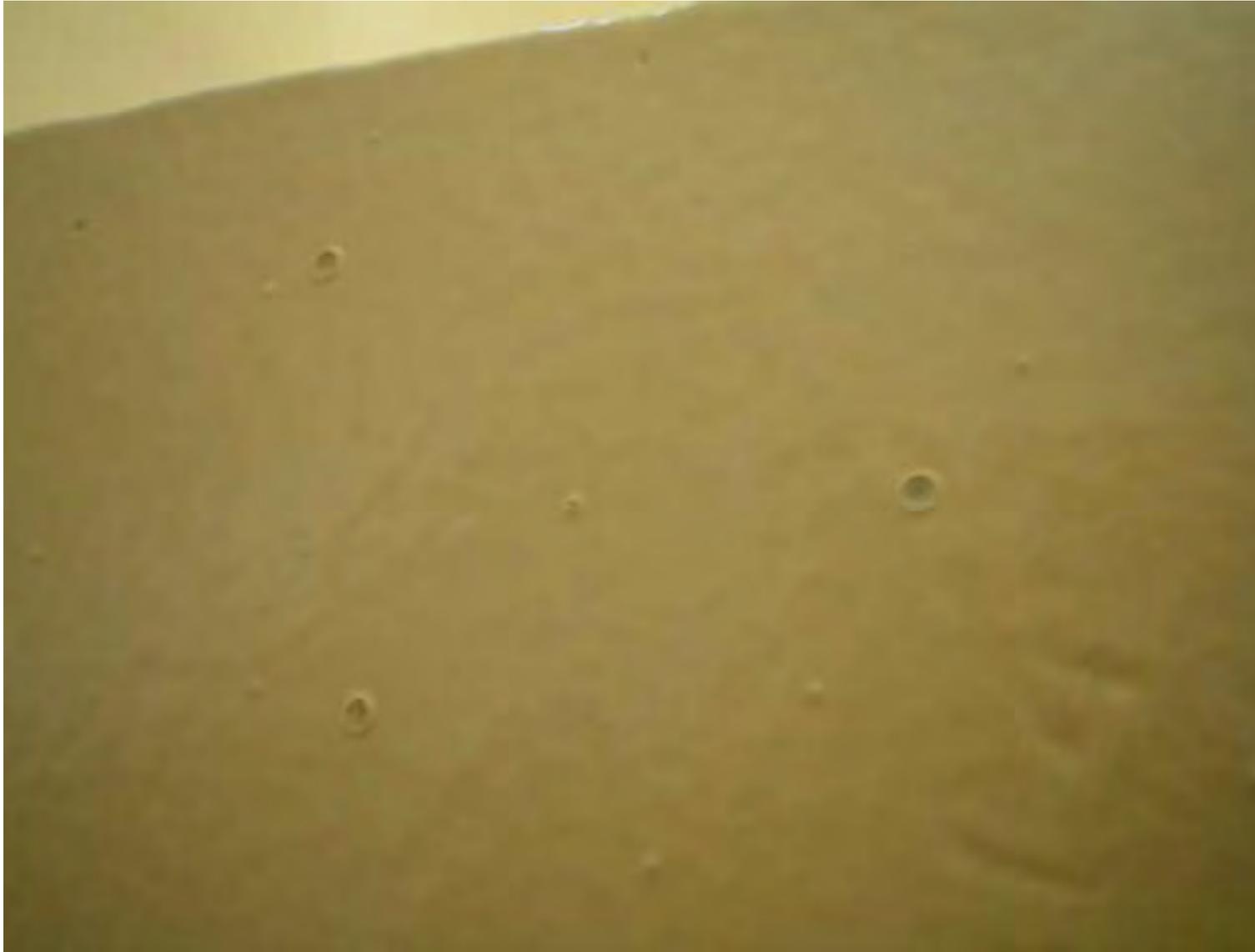
Poros e crateras na pintura sobre Tinta Zinco Etil Silicato

Inspeção visual detectou presença de poros em estruturas já retocadas, onde ainda se indentificavam poros em pontos diversos com variação de intensidade e densidade



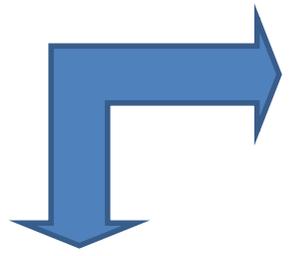
Esquema de Pintura: 1 x 75 μm de N-1661 + 2 x 150 μm de N-2680

CASO 3 – Etil Silicato de Zinco



CASO 3 – Etil Silicato de Zinco

Retrabalho



CASO 3 – Etil Silicato de Zinco

Soluções:

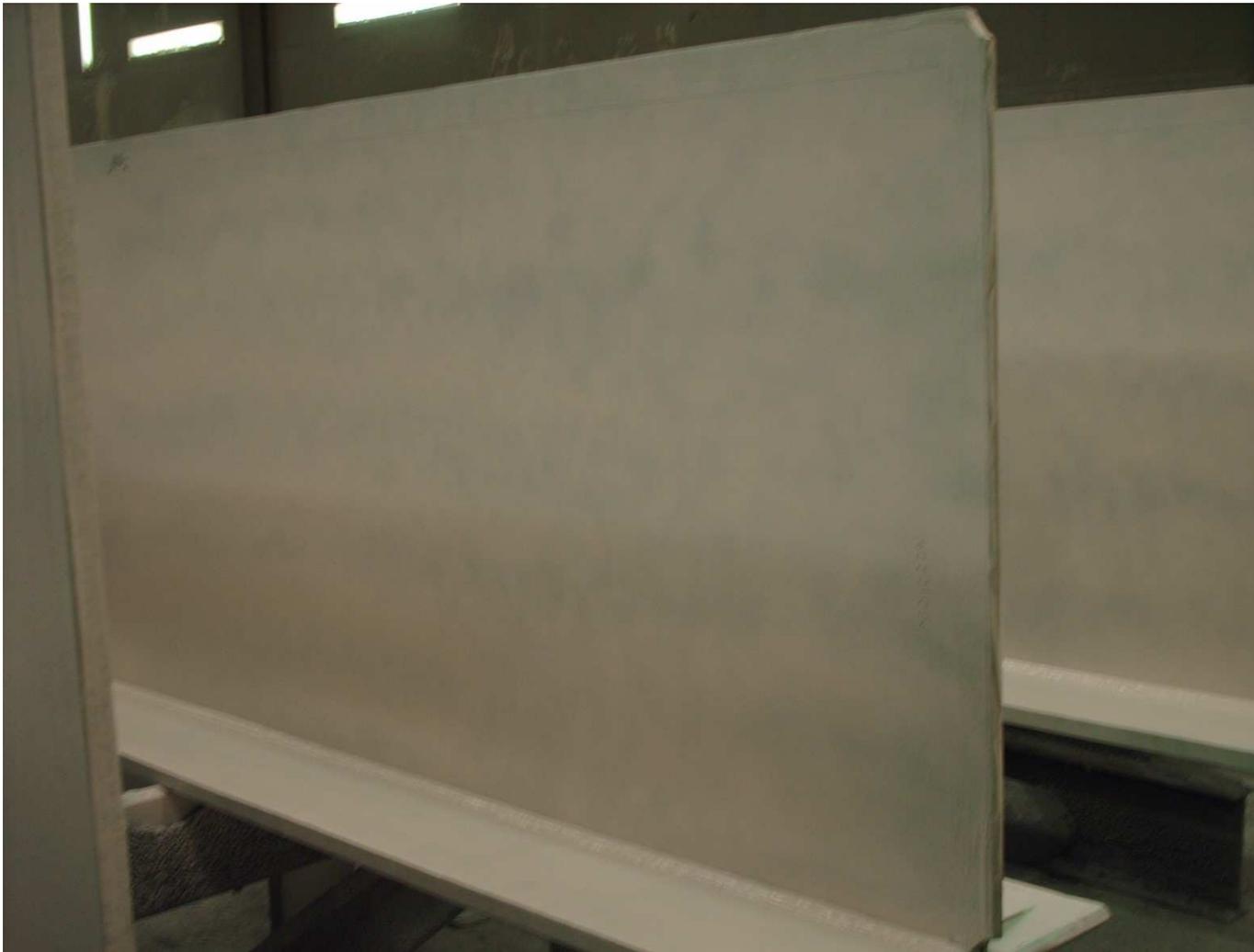
- ❖ Aproximação da distancia de pulverização
- ❖ Diminuição altura do leque
- ❖ Pressão de pulverização ajustada (mínimo necessário para atomização)



Baixo Overspray
Melhor Umectação

CASO 3 – Etil Silicato de Zinco

Solução: Uso de Mist Coat com o N-2680



❖ Sistema Duplex – Galvanização + Pintura

- A sinergia entre os revestimentos proporciona as estruturas e equipamentos maior longevidade em diversos microclimas.



Barracão Industrial
próximo a Orla Marinha



Fabrica de papel
Celulose no Chile

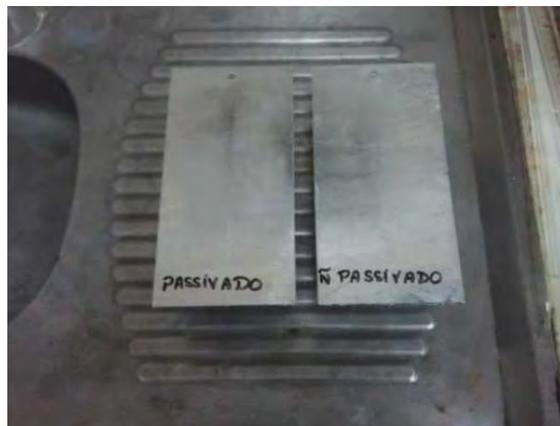
Durabilidade da Passivação

- A camada com solução cromatizante dura em média 30 dias, se material armazenado em local coberto.
- Em local descoberto a chuva lavará a solução da superfície.
- O aparecimento da corrosão branca é um indício de que a peça já está sem a camada passivada pela solução cromatizante.

CASO 4 – Sistema Duplex

Método Prático de Detecção em Campo Condensação de Umidade

Chapa galvanizada sobre Becker contendo água aquecida a 60°C -
deixar por 15 minutos e observar ocorrência ou não de manchamento.



❖ Danos Mecânicos



❖ Empenamento



❖ Reparos



Desbaste as arestas



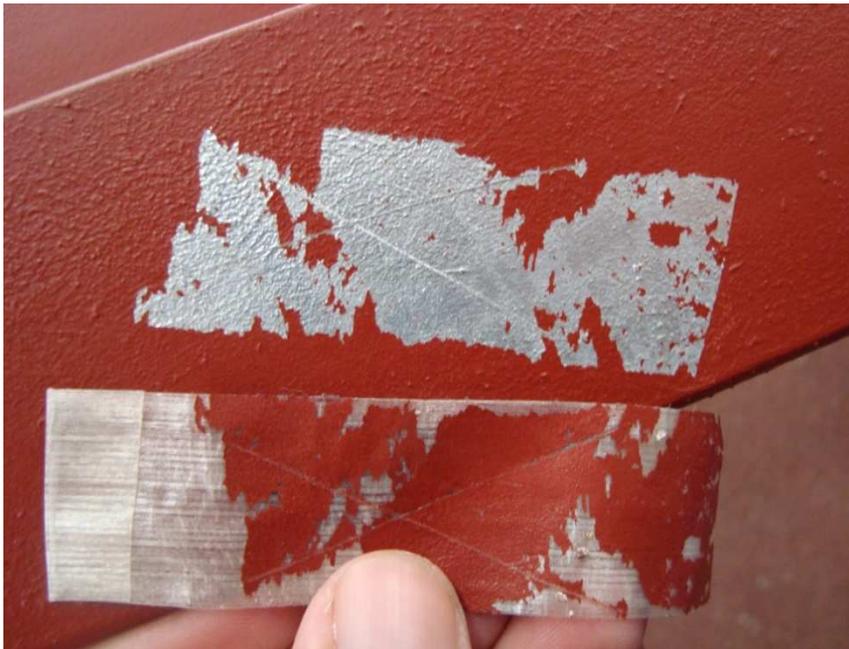
Desbaste as arestas



Jateamento Abrasivo

Normas para consulta: ASTM A 780

❖ Sistema Duplex – Galvanizado + Pintura



❖ Sistema Duplex – Galvanizado + Pintura



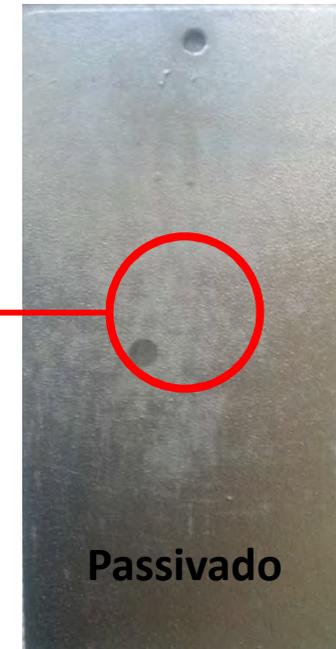
Empolamento e perda de aderência

CASO 4 – Métodos de detecção de material passivado

- 1- Avaliação com solução de ácido clorídrico.
- 2- Avaliação com solução de acetato de chumbo.
- 3- Teste de condensação de umidade



Local onde foi removido a passivação



Normas para consulta: ASTM D 6492 e ISO 3613

Solução atual como Promotor de Aderência: Tinta de Aderência Epóxi Isocianato (N-2198) Descontinuada na Petrobrás

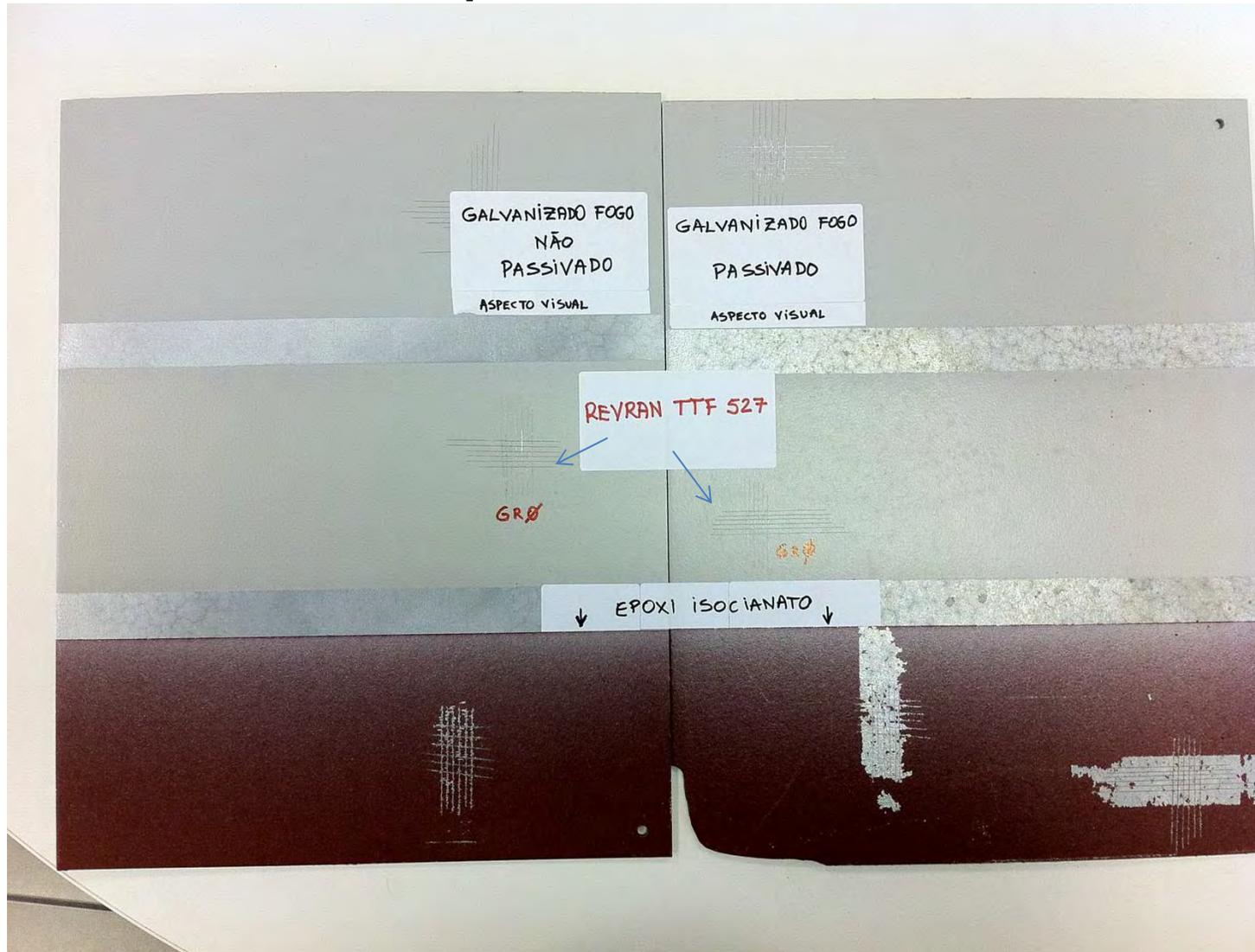
- Limitação de espessura
- Sólidos por Volume baixíssimo (mín 17%)
- Elevado VOC (> 600 g/l)
- Problemas de aderência ligados à grande variação na qualidade de galvanizados

Solução – Proposta Alternativa Renner REVRAN TTF 527

- Produto multifuncional, base epóxi
- Primer e acabamento acetinado
- Espessuras secas de 75 – 125µm
- Substratos: Galvanizado, Inox, Alumínio, Fibra de Vidro, Aço Carbono
- Sólidos por Volume 65%
- Permite racionalização de esquemas de pintura em Não Ferrosos

CASO 4 – Sistema Duplex

❖ Sistema Duplex – Galvanizado + Pintura



Substrato Sem Lixamento ou Brush off

CONCLUSÕES

❖ Qualidade no Campo (Controle de Qualidade)

1. Sais Solúveis
2. SSPC SP-11 em lugar do St3
3. Áreas de Referência
4. Preparação e Aplicação dos Revestimentos
5. Treinamento
6. Movimentação / Armazenamento
7. Corresponsabilidade (Garantia Solidária)

**Projetos &
Especificação de Pintura**

**Consultar
Fabricante
Tinta**

OBRIGADO !