

CASO RARO DE EMPOLAMENTO EM TINTA EPÓXI PIGMENTADA COM ALUMÍNIO

Diovana Manuela Ockner

Felipe Naciuk

TINTAS
PowerPoxi
UEQ



DIOVANA MANUELA OCKNER



TÉCNICA EM QUÍMICA



ENGENHEIRA QUÍMICA



MBA EM GESTÃO ESTRATÉGICA DE PESSOAS



INSPETORA NACE CIP LEVEL I



INGLÊS INTERMEDIÁRIO - Cursando

12 ANOS – WEG TINTAS

- Normas Petrobras;
- Exportação;
- Estrutura Metálica;
- Linha Anticorrosiva;
- Grupo WEG.

Agenda

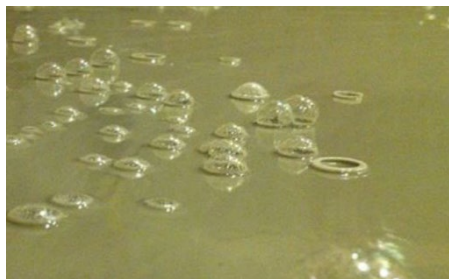
- **Empolamento**
- **Caso de empolamento**
- **Condensação**
- **Testes de campo**
- **Testes em laboratório**
- **Solução do problema**
- **Conclusão**

Tipos de Empolamento

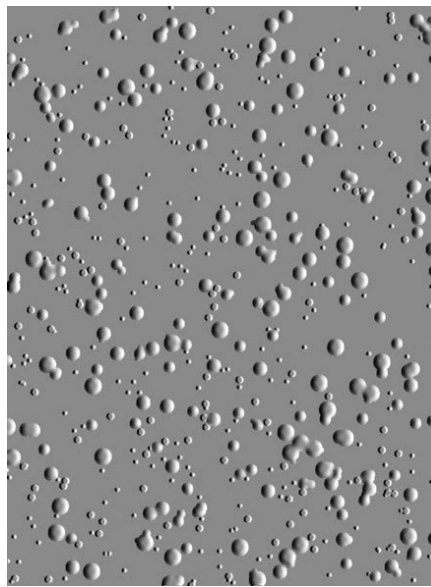
**Empolamento
pela evolução
de hidrogênio**



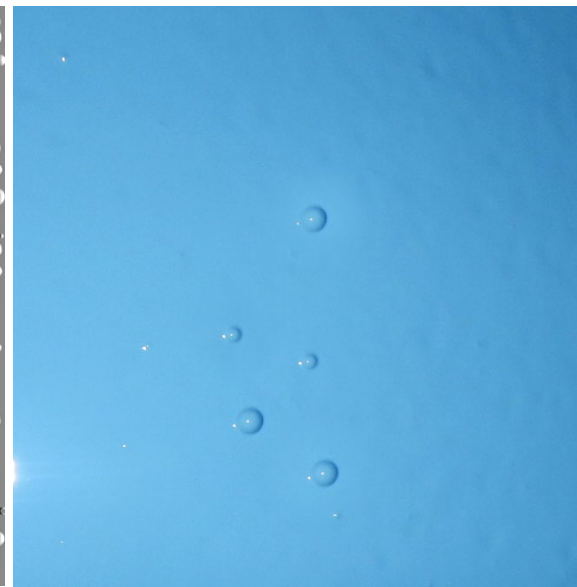
**Empolamento
com retenção
de solvente**



**Empolamento
Osmótico**

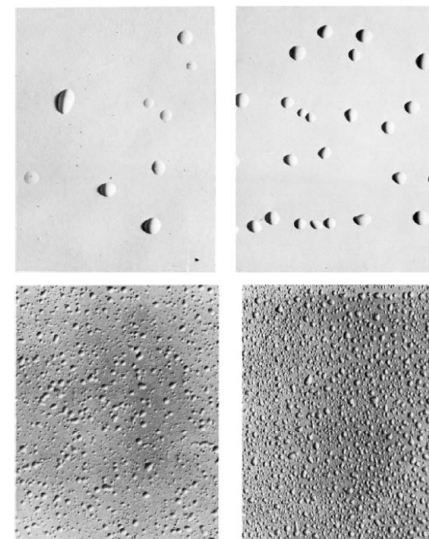


**Empolamento
por liberação de
gases**



Principais Causas

- I. Retenção de solvente;
- II. Infiltração de umidade na película;
- III. Sais solúveis;
- IV. Elevadas espessuras;
- V. Encapsulamento de ar, devido mistura/aplicação;
- VI. Solventes inadequados;
- VII. Geração de gases;
- VIII. Excesso de umidade / Ponto de orvalho;



Empolamento (bolhas).

Grau	Quantidade	Grau	Tamanho
0	Nenhum	S0	Não visível com aumento de 10 x
1	Muito pouco	S1	Visível somente com aumento de 10 x
2	Pouco	S2	Levemente visível a olho nu (até 0,2 mm)
3	Moderado	S3	Claramente visível a olho nu (>0,2 até 0,5 mm)
4	Considerável	S4	0,5 a 5 mm
5	Denso	S5	Maior que 5 mm

Fonte: ISO 4628-2.

Principais Efeitos

- I. Falta de aderência
- II. Desplacamento
- III. Corrosão precoce
- IV. Aspecto irregular e/ou desagradável
- V. Manutenções antecipadas
- VI. Impacto na produtividade
- VII. Impacto na lucratividade



Principais Efeitos

- I. Falta de aderência
- II. Deslocamento
- III. Corrosão precoce
- IV. Aspecto irregular e/ou desagradável
- V. Manutenções antecipadas
- VI. Impacto na produtividade
- VII. Impacto na lucratividade







Escopo do Trabalho – Manutenção de Pintura



Escopo do Trabalho – Manutenção de Pintura

Norma N-442 M Condição 7

Tubulações situadas na orla marítima.

Local:

Rio Grande do Sul / RS

ACABAMENTO	N-2628 Epóxi Poliamida HB	ALUMÍNIO	200 µm
INTERMEDIÁRIA	N-1202 Epóxi Óxido de Ferro		30 µm
TINTA DE FUNDO	N-1661 Etil Silicato de Zinco		75 µm

Jateamento Abrasivo ISO 8501-1 Sa 2½

Aço-carbono

Escopo do Trabalho – Manutenção de Pintura

Norma N-442 M Condição 7
Tubulações situadas na orla marítima.

Local:
Rio Grande do Sul / RS

ACABAMENTO	N-2628 Epóxi Poliamida HB ALUMÍNIO	200 µm
INTERMEDIÁRIA	N-1202 Epóxi Óxido de Ferro	30 µm
TINTA DE FUNDO	N-1661 Etil Silicato de Zinco	75 µm

Jateamento Abrasivo ISO 8501-1 Sa 2½

Aço-carbono

Condensação



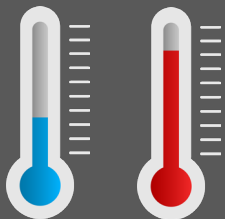
TEMPERATURA NA QUAL A UMIDADE PRESENTE NO AR SE CONDENSA, PASSANDO PARA O ESTADO LÍQUIDO

No geral, é permitido a aplicação de tinta quando a temperatura da superfície esteja 3°C acima do ponto de orvalho

		Temperatura do ar (°C)									
		-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Umidade Relativa do Ar (%)	90	-6,5	-1,0	3,5	8,5	13,5	18,5	23,5	28,0	33,0	38,5
	85	-7,5	-2,0	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	27,0	32,0	37,5
	80	-8,0	-3,0	2,0	6,5	11,5	16,5	21,0	26,0	31,0	36,0
	75	-8,5	-3,5	1,0	5,5	10,5	15,5	20,0	25,0	30,0	35,0
	70	-9,5	-4,5	0,0	4,5	9,0	14,5	19,0	23,5	28,0	33,5
	65	-10,0	-5,5	-1,0	3,0	8,0	13,0	17,5	22,0	27,0	32,0
	60	-11,0	-6,5	-2,0	2,0	7,0	12,0	16,5	20,5	25,5	30,5
	55	-11,5	-7,5	-3,0	1,0	5,5	10,5	15,0	19,5	24,0	29,0
	50	-13,0	-8,5	-4,5	-0,5	4,0	9,0	13,5	18,0	22,5	27,0
	45	-14,5	-9,5	-6,0	-1,5	2,5	7,0	12,0	16,0	20,5	25,5
40	-16,0	-11,0	-7,5	-3,5	1,0	5,5	9,5	14,0	18,0	23,0	
35	-18,0	-12,0	-8,5	-5,0	-1,0	3,0	7,5	12,0	16,5	21,0	
30	-19,0	-14,5	-10,5	-7,0	-3,0	1,5	5,5	9,5	13,5	18,0	



Condensação

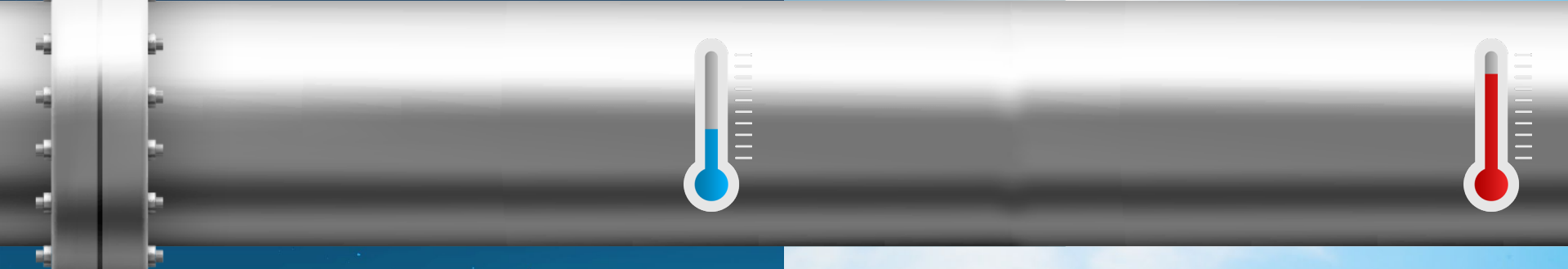


TEMPERATURA

- TS Superfície
- TA Ar

- Geralmente são **diferentes**
- Especialmente em trabalho de **campo**
- Interferem na **cura** da tinta

Condensação



Condensação

À NOITE

Geralmente

- Irradia calor
- É resfriado abaixo da temperatura do ar.



DURANTE O DIA

Geralmente

- Absorve calor
- Costuma ser mais quente que a temperatura do ar.



CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

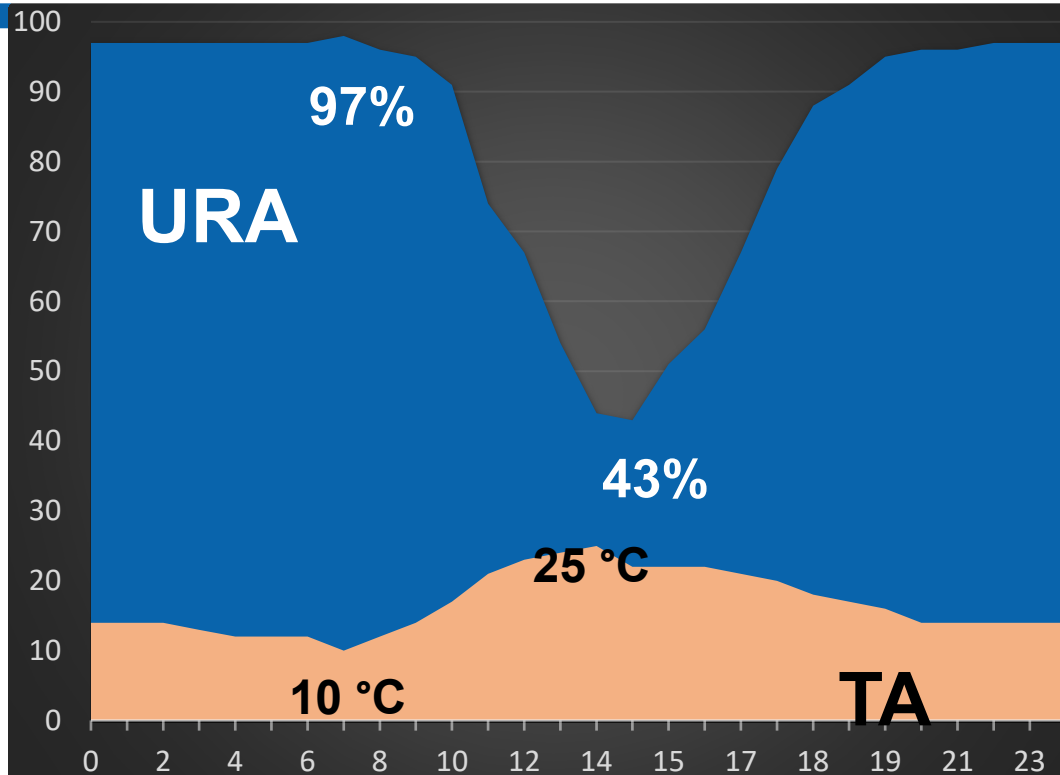
Condensação



Umidade do Ar



Temperatura do Ar



CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Condensação



Umidade do Ar



Temperatura do Ar

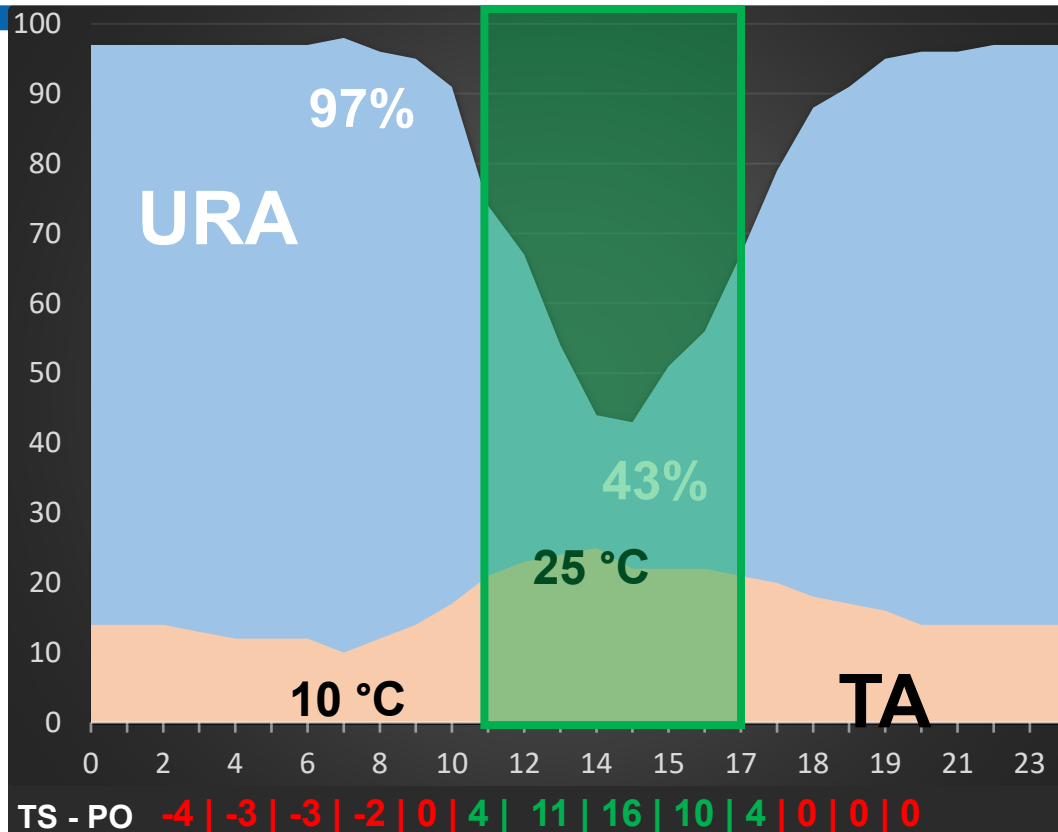
Janela de Trabalho

Início

11:00

Término

16:00



PROBLEMA OCORRIDO EM CAMPO

Empolamento em tinta de Acabamento Alumínio



PROBLEMA OCORRIDO EM CAMPO

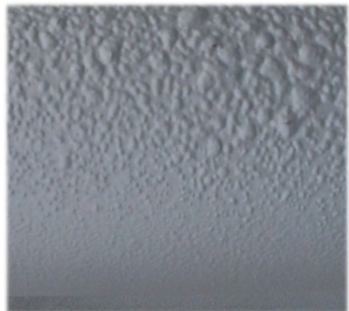
Testes realizados no campo

Janela de Trabalho

Espessura de película seca aplicada: **200 μm**



12:00



13:00



14:00



15:00

A tinta deve estar curada o suficiente para a água não chegar no alumínio

18:00

Início

11:00

Término

16:00

PROBLEMA OCORRIDO EM CAMPO

Solução encontrada no campo

Janela de Trabalho

Início

11:00

Término

13:00

- **Diluição: 15%**
- **Espessura: 100 μm**
- **Início da Aplicação: 11:00**
- **Término da Aplicação: 13:00**



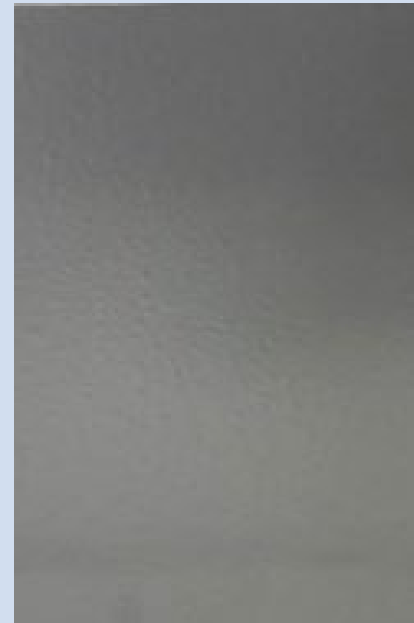
Avaliação da problemática

REPRODUÇÃO DO PROBLEMA EM LABORATÓRIO

Após a aplicação dos painéis o corpo de prova foi exposto na câmara climática:

- Temperatura de 15°C
- Temperatura do painel 15°C
- Umidade relativa do ar 90%
- Permaneceu por 10 horas
- Espessura aplica 200µm

Após Câmara
RiO 5(S3)



Avaliação da problemática

REPRODUÇÃO DO PROBLEMA EM LABORATÓRIO

Após a preparação da tinta foi adicionado água

150 ml de tinta

2,5 ml de água

Após 10 minutos foi possível verificar uma [brusca](#) e [exotérmica](#) reação acontecendo.



Vídeo

Avaliação da problemática

REPRODUÇÃO DO PROBLEMA EM LABORATÓRIO

Após a preparação da tinta foi adicionado água

150 ml de tinta

2,5 ml de água

Após 10 minutos foi possível verificar uma brusca e exotérmica reação acontecendo.

Após Adição de Água



Avaliação da problemática – Reação

- O alumínio é de caráter anfótero
- Volume de metal baixo porém área superficial alta

Possíveis reações de alumínio com água:



- Reação de **Al + H₂O** = Reação exotérmica
- Forma gases em sua estrutura
- Gera bolhas de ar no seu processo de cura



Avaliação da problemática – Reação

- O alumínio é de caráter anfótero
- Volume de metal baixo porém área superficial alta

Possíveis reações de alumínio com água:



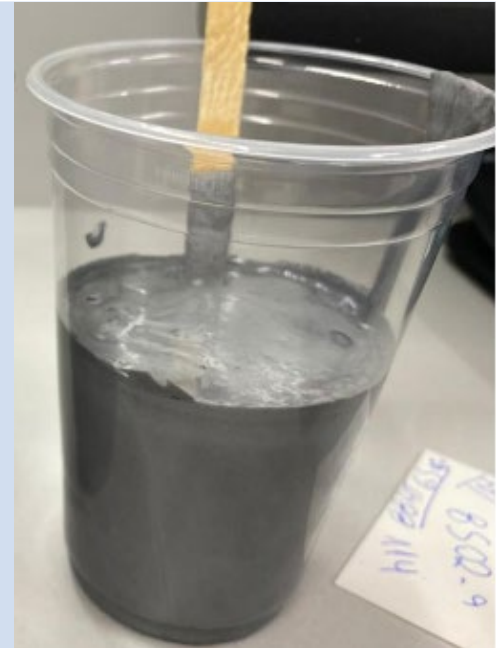
- Reação de **Al + H₂O** = Reação exotérmica
- Forma gases em sua estrutura
- Gera bolhas de ar no seu processo de cura



Avaliação da problemática - Solução

- **Solução**
- Troca de pigmentos alumínio: ✗
- Troca de formulação no geral: ✗
- Espessuras variadas: ✗
- Teste com vários aditivos ✓

Após Adição de Água



Solução

- Reproduziu-se a situação em laboratório;

Após a aplicação, os painéis foram expostos na câmara climática:

- Temperatura de 15°C
- Temperatura do painel 15°C
- Umidade relativa do ar 90%
- Ponto de orvalho de 13°C
- Permaneceu por 10 horas
- Espessura aplicada 200µm

AMOSTRA SEM ADITIVO Ri0 5(S3)	AMOSTRA COM ADITIVO Ri0 0(S0)
	

Reação do Alumínio com Umidade

Reação da tinta com adição água



Vídeo

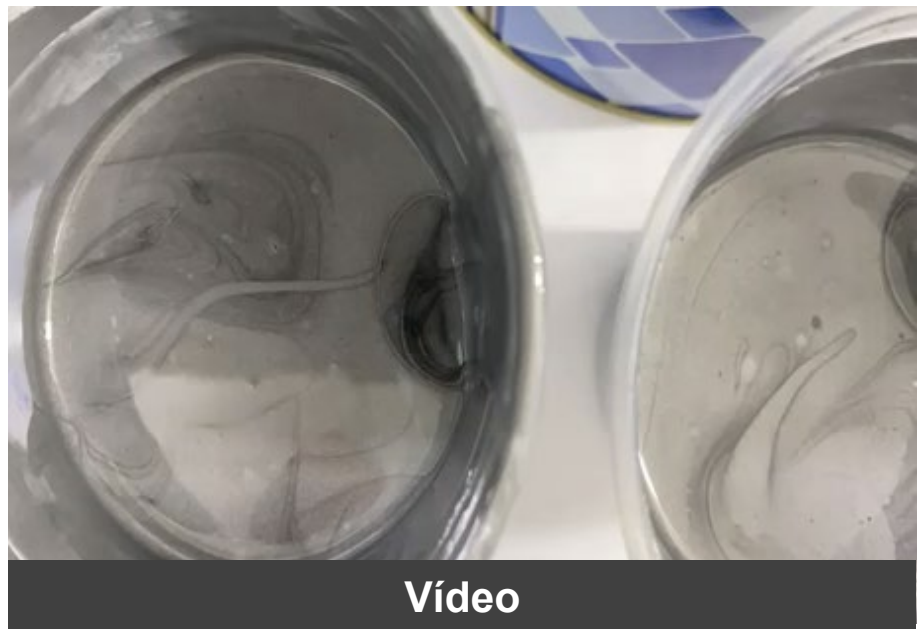


Amostra da esquerda o material está sem aditivação.

Amostra da esquerda o material está sem aditivação.

Reação do Alumínio com Umidade

Reação da tinta com adição água



Amostra da esquerda o material está sem aditivção.

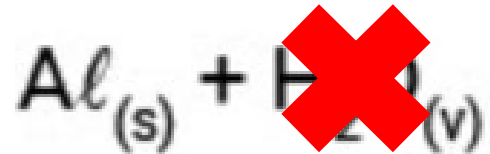
Amostra da esquerda o material está sem aditivção.

Solução do Problema

- Adição de **2% do Aditivo** no componente A da mistura
- Fácil **incorporação** no sistema
- Aditivo **hidrofílico**
- Além de **reagir** e **neutralizar** o pigmento alumínio

Solução do Problema

- Adição de **2% do Aditivo** no componente A da mistura
- Fácil **incorporação** no sistema
- Aditivo **hidrofílico**
- Além de **reagir** e **neutralizar** o pigmento alumínio



Conclusão

- O problema era ocasionado pela reação da umidade com o alumínio.
- O problema de empolamento pode trazer muito malefícios a pintura e os envolvidos no geral.
- As condições climáticas devem estar favoráveis em todas as etapas do processo de pintura, incluindo a cura do revestimento.

Conclusão

- A aditivação correta solucionou o problema.
- Os revestimentos precisam estar cada dia mais robusto para atender as demandas e regiões.
- Necessitam apresentar soluções para o mercado.
- A importância da interação da assistência técnica e laboratório para solucionar o problema.