

# CASO RARO DE EMPOLAMENTO EM TINTA EPÓXI PIGMENTADA COM ALUMÍNIO

**Diovana Manuela Ockner**

**Felipe Naciuk**

**TINTAS**  
**PowerPoxi** 



## 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

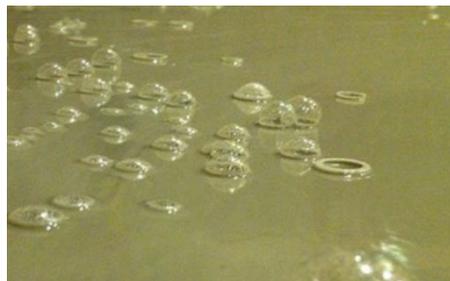
- **Empolamento**
- **Caso de empolamento**
- **Condensação**
- **Testes de campo**
- **Testes em laboratório**
- **Solução do problema**
- **Conclusão**

## Tipos de Empolamento

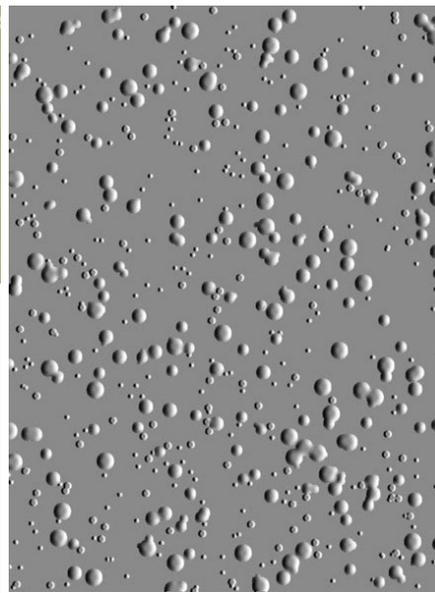
**Empolamento  
pela evolução  
de hidrogênio**



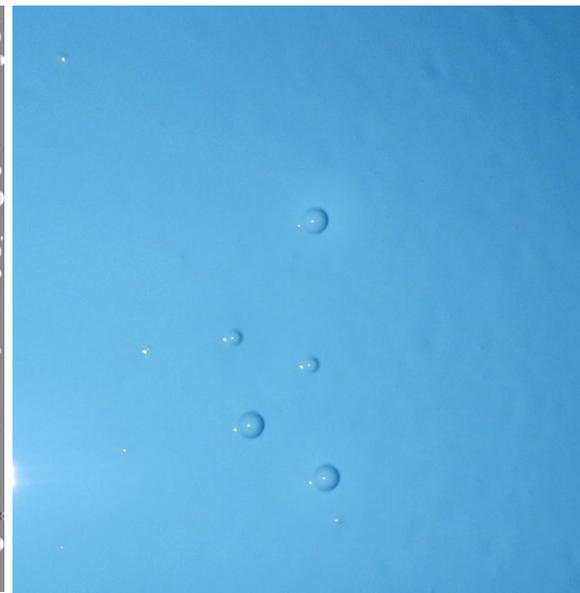
**Empolamento  
com retenção  
de solvente**



**Empolamento  
Osmótico**

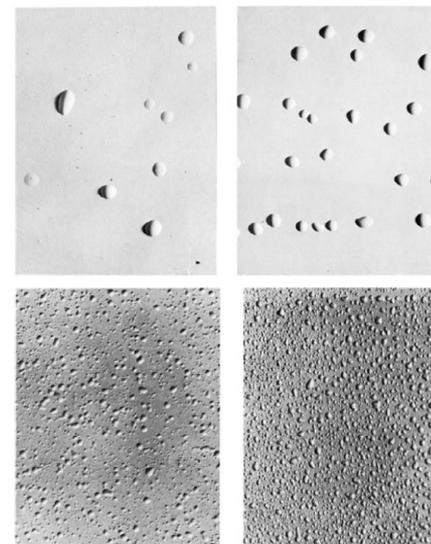


**Empolamento  
por liberação de  
gases**



## 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

## 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

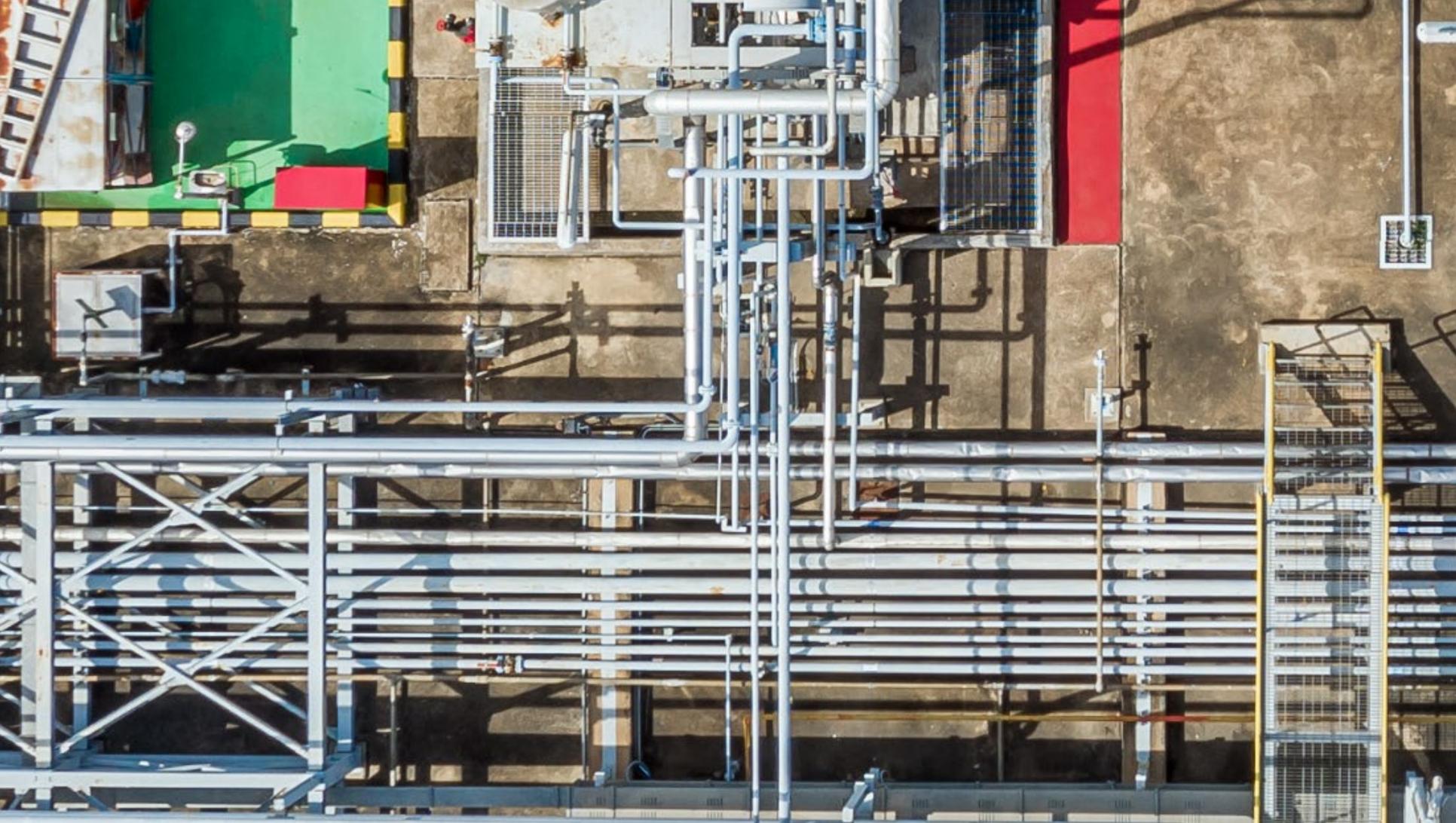


## Principais Efeitos

- 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

<b>ACABAMENTO</b>	N-2628 Epóxi Poliamida HB	<b>ALUMÍNIO</b>	200 µm
<b>INTERMEDIÁRIA</b>	N-1202 Epóxi Óxido de Ferro		30 µm
<b>TINTA DE FUNDO</b>	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

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

Jateamento Abrasivo ISO 8501-1 Sa 2½

**Aço-carbono**

## Condensação



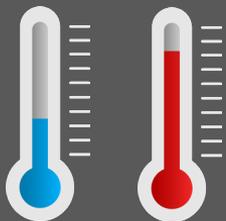
### TEMPERATURA NA QUAL A UMIDADE PRESENTE NO AR SE CONDENSA, PASSANDO PARA O ESTADO LÍQUIDO

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

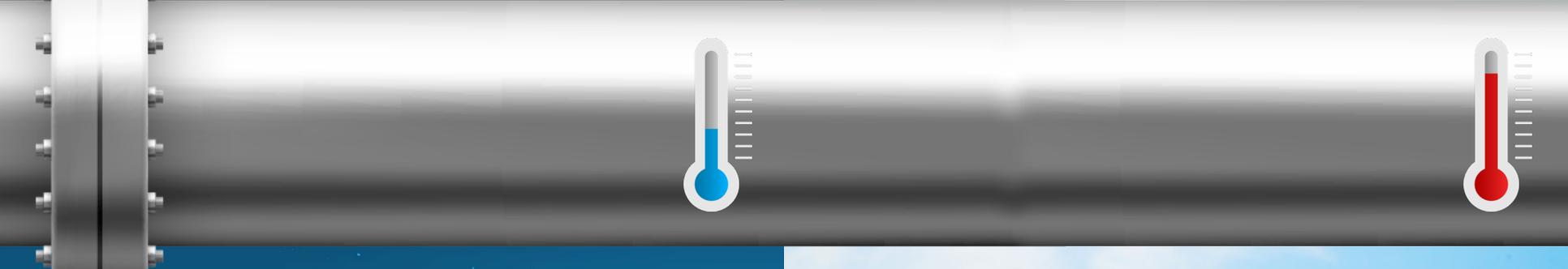


### TEMPERATURA

- 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

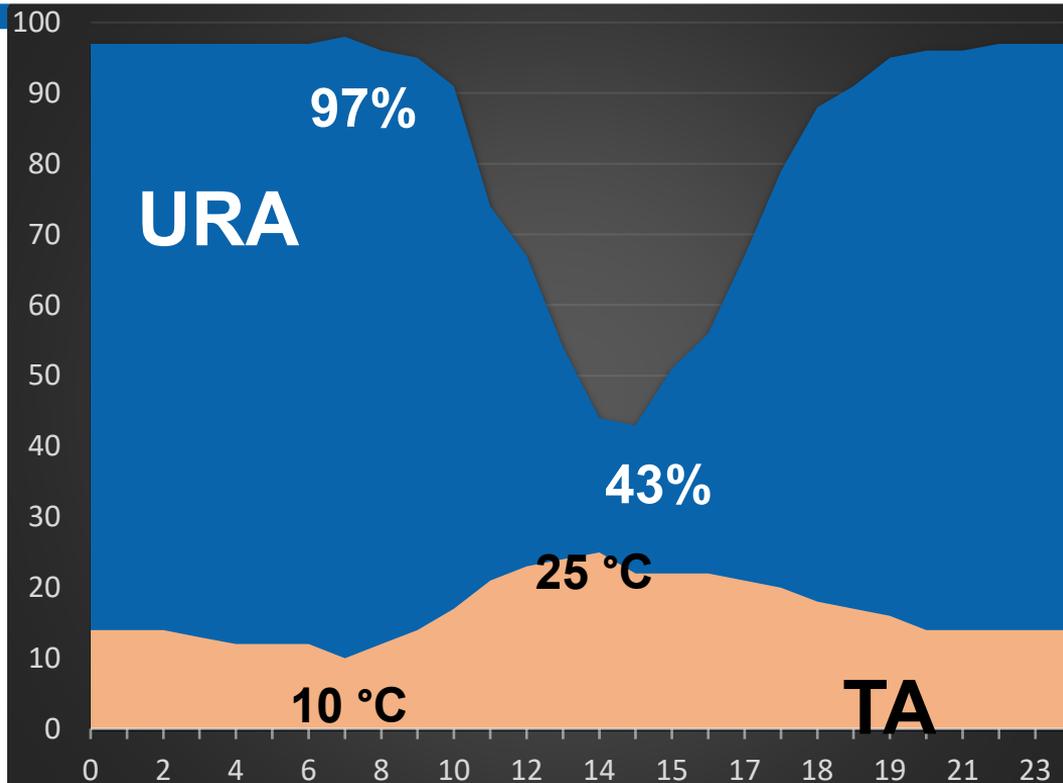
## Condensação



Umidade do Ar



Temperatura do Ar



# CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

## Condensação



Umidade do Ar



Temperatura do Ar

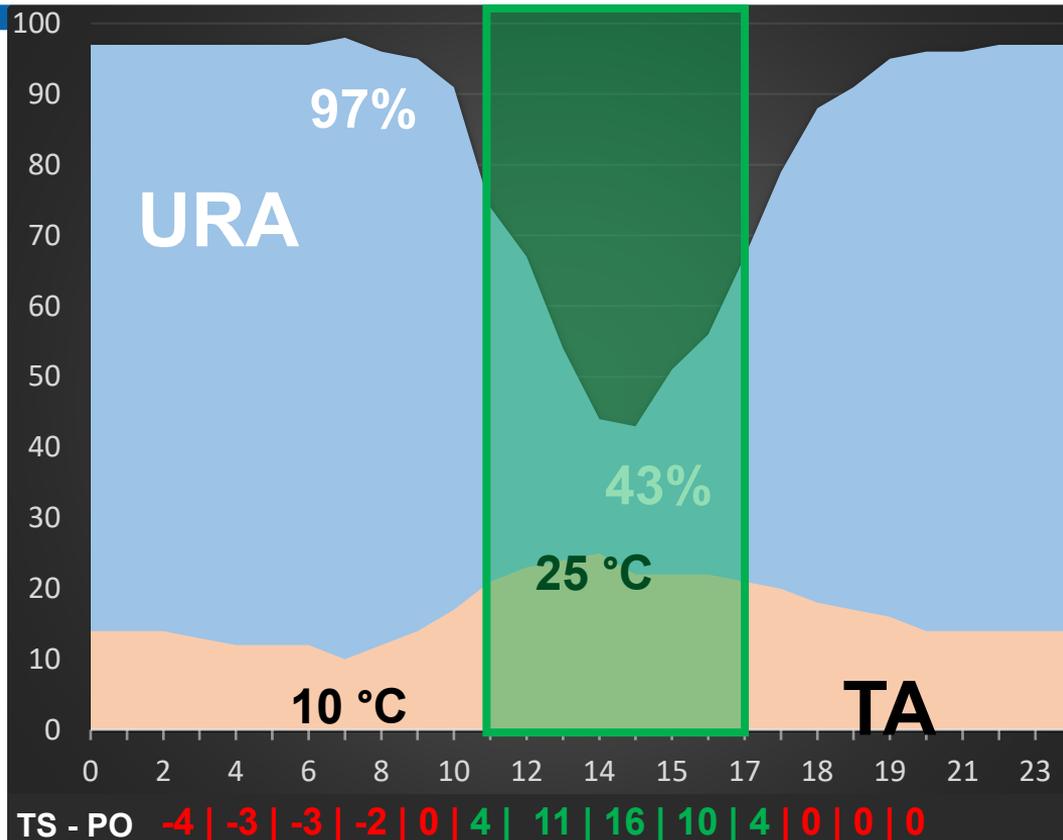
### Janela de Trabalho

Início

11:00

Término

16:00



# PROBLEMA OCORRIDO EM CAMPO

## Empolamento em tinta de Acabamento Alumínio



# PROBLEMA OCORRIDO EM CAMPO

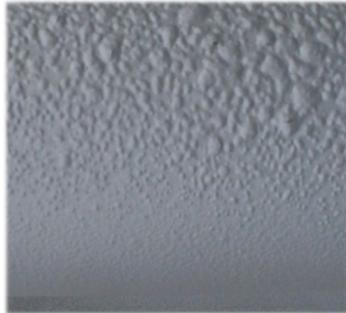
## Testes realizados no campo

### Janela de Trabalho

Espessura de película seca aplicada: **200  $\mu\text{m}$**



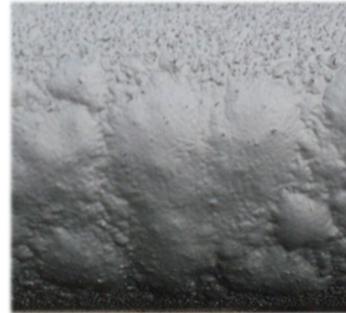
12:00



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

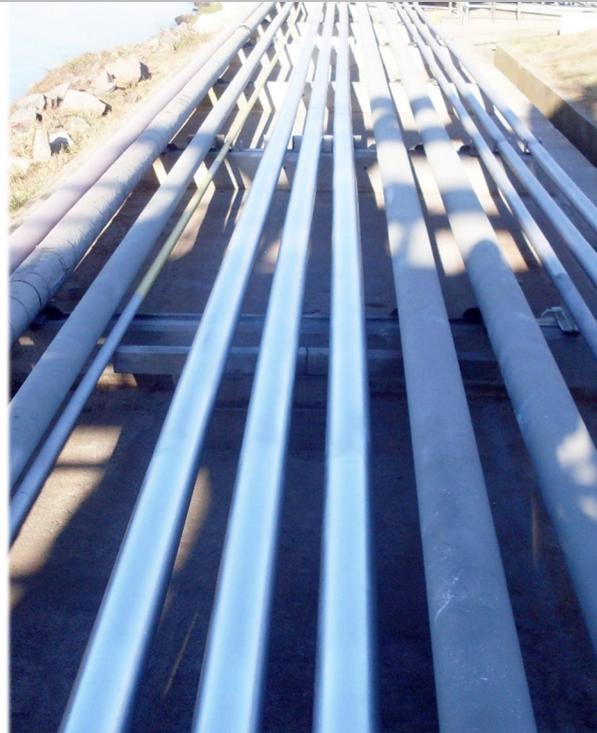
**Início**

**11:00**

**Término**

**13:00**

- **Diluição: 15%**
- **Espessura: 100  $\mu\text{m}$**
- **Início da Aplicação: 11:00**
- **Término da Aplicação: 13:00**



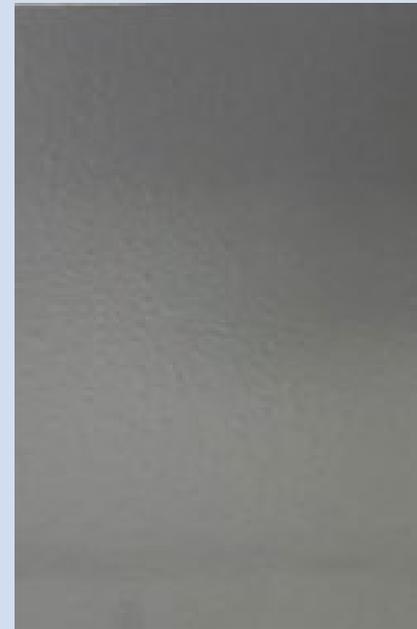
## Avaliação da problemática

### 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 + H<sub>2</sub>O** = 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 + H<sub>2</sub>O** = 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



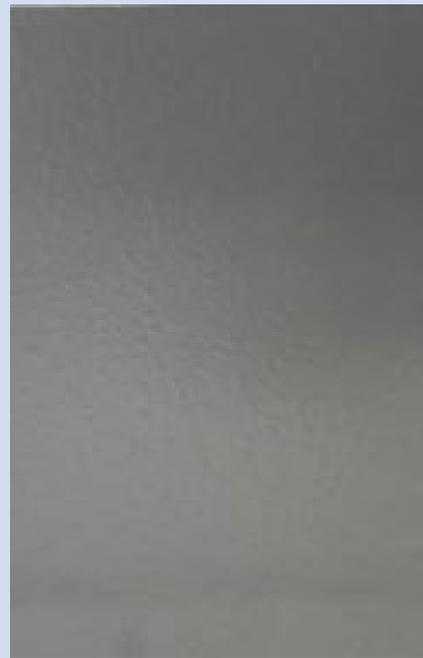
## Solução

- 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

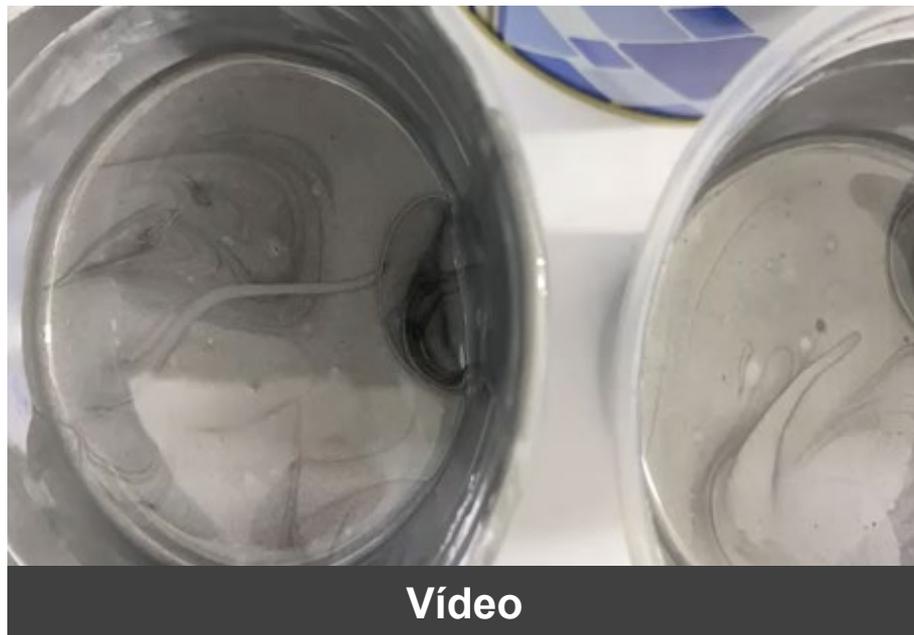


Amostra da esquerda o material está sem aditivação.

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 aditivação.

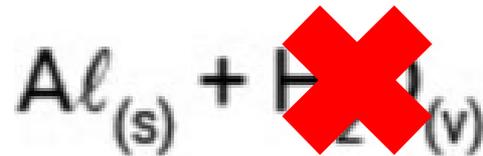
Amostra da esquerda o material está sem aditivação.

## 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 empoamento 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.