

GERÊNCIA: TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E QUÍMICA – GETAQ

RT N.º 008/16

1 de 15

RELATÓRIO TÉCNICO

N.º PROCESSO: 12374

CLIENTE: Gemelo do Brasil Data Centers, Comércio e Serviços LTDA

ENDEREÇO DO CLIENTE: Rua dos Manacás, 276 – Jardim da Glória – Cotia – São Paulo

NATUREZA DO SERVIÇO: Relatório Técnico

OBJETO DO SERVIÇO: Avaliação teórica da adequação e resistência a agressividade atmosférica do esquema de pintura para exposição em atmosfera marítima em Fortaleza – CE. Esquema de pintura nomeado pelo interessado como **“esquema de pintura B”**.

I – INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo fornecer informações sobre a adequação do **“Esquema de Pintura B”** do **“Plano de Pintura 014/015”**, apresentado pela empresa Gemelo, quanto à resistência às condições de agressividade atmosférica marítima na cidade de Fortaleza – Ceará.

As informações que compõem este relatório estão fundamentadas nos conhecimentos dos técnicos, nos boletins técnicos das tintas que compõem o Esquema de Pintura B e demais informações bibliográficas pesquisadas.

Entretanto, o objeto dos serviços solicitados pelo interessado não contempla a realização de ensaios de avaliação da qualidade da película de tinta que se encontra aplicada como revestimento da superfície de um equipamento. Então, ressaltamos que a avaliação apresentada na conclusão referente a adequação do **“Esquema de Pintura B”** que foi aplicado no **“Plano de Pintura 014/015”** não se refere a qualidade e resistência de um esquema tipo B que tenha sido aplicado em um equipamento. Uma vez que para validar a qualidade de resistência ao meio para a camada de revestimento de um equipamento revestido, devem ser feitos os ensaios para avaliar a qualidade, composição

A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral, sem nenhuma alteração.

química e resistência da película de tinta seca e comprovada que foi aplicada de acordo com o esquema de pintura sob orientação.

II – FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Ao selecionar o esquema de pintura correto para oferecer proteção anticorrosiva da superfície de estruturas metálicas, onde o mesmo é aplicado, requer que uma variedade de fatores sejam considerados, a fim de assegurar que, tanto do ponto de vista técnico como econômico, seja encontrada a melhor solução. Para qualquer projeto, os fatores mais importantes a considerar, antes da seleção dos produtos a aplicar, são os que se descrevem nos pontos a seguir.

a) Corrosividade Ambiental:

Ao selecionar um esquema de pintura, é fundamental avaliar corretamente a ação corrosiva do meio sob as condições ambientais a que as estruturas, instalações ou construções vão estar sujeitas.

A fim de se estabelecer o efeito da corrosividade ambiental, é necessário considerar os seguintes fatores:

- Temperatura (temperatura de serviço e gradientes térmicos);
- Umidade relativa do ar;
- Intensidade de radiação solar;
- Velocidade dos ventos;
- Presença quantitativa dos poluentes atmosféricos (cloretos, sulfatos, partículas sedimentáveis);
- Exposição química (exemplo: uma exposição específica numa instalação química);
- Esforço mecânico (impacto, abrasão, etc.).

A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral, sem nenhuma alteração.

A corrosividade do meio ambiente vai ajudar a determinar:

- O tipo de tinta a ser utilizada;
- A espessura total do esquema de pintura;
- A preparação da superfície exigida;
- Os intervalos de recobrimento, mínimo e máximo.

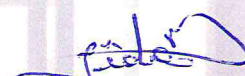
É importante salientar que, quanto mais agressivo for o ambiente, mais rigorosa deverá ser a preparação da superfície a ser pintada. Adicionalmente, torna-se ainda mais importante que sejam respeitados os intervalos de recobrimento entre as diversas demãos que compõem o esquema de pintura, incluindo retoques que sejam necessários.

Na Parte 2 da ISO 12944, são indicadas as classificações de corrosividade relativas à ambientes da atmosfera, do solo e da água.

Trata-se de uma avaliação genérica, baseada no tempo de corrosão do aço-carbono e do zinco. Não reflete exposições específicas de natureza química, mecânica ou de temperatura.

Contudo, a classificação indicada pela norma pode ser aceita como um bom indicador que deve ser tido em consideração na seleção global de esquemas de pintura para um determinado projeto.

Na tabela 1 são dados alguns exemplos de ambientes para cada tipo de categoria de corrosividade atmosférica.

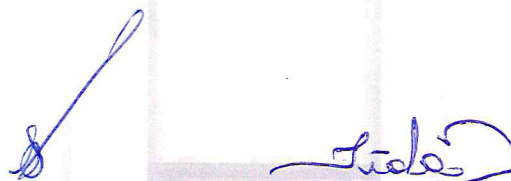


A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral, sem nenhuma alteração.

Tabela 1: Categorias de corrosividade atmosférica e exemplos de ambientes típicos.

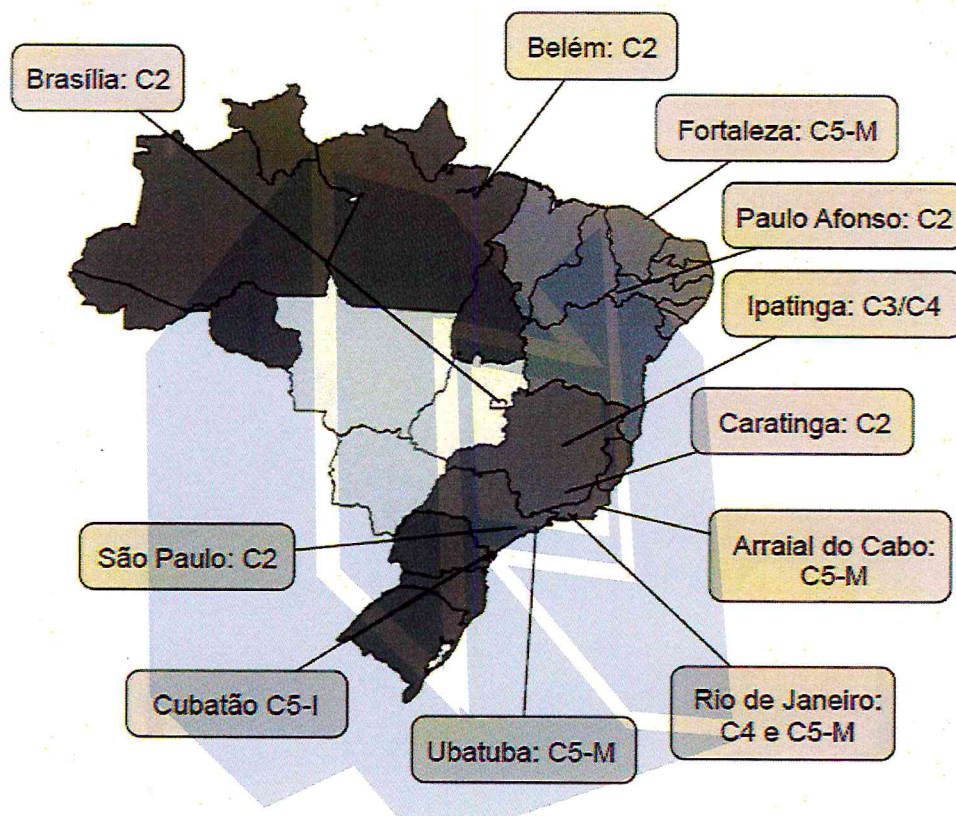
Categoria de corrosividade	Exterior	Interior
C1 – Muito Baixa	-	Edifícios com aquecimento e atmosferas limpas.
C2 – Baixa	Atmosferas com baixos níveis de contaminação. Áreas rurais.	Edifícios sem aquecimento com possíveis condensações.
C3 – Média	Atmosferas urbanas e industriais, com moderada contaminação de SO ₂ . Áreas costeiras com baixa salinidade.	Naves de fabricação com elevada umidade e com alguma contaminação.
C4 – Alta	Áreas industriais e áreas costeiras com moderada salinidade.	Indústrias químicas, piscinas.
C5-I – Muito Alta (industrial)	Áreas industriais com elevada umidade e com atmosfera agressiva.	Edificados ou áreas com condensações quase permanentes e contaminação elevada.
C5-M – Muito Alta (marítima)	Áreas costeiras e marítimas com elevada salinidade.	Edifícios ou áreas com condensações permanentes e contaminação elevada.

A figura 1 mostra o mapa de agressividade atmosférica para o Brasil, de acordo com a norma ISO 9226.

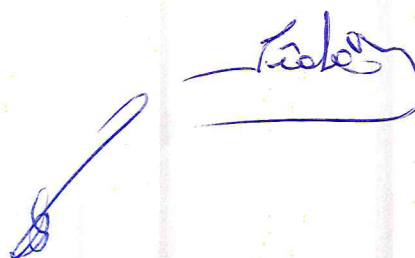


A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral, sem nenhuma alteração.

Figura 1: Mapa de agressividade atmosférica para o Brasil, de acordo com a norma ISO 9226.

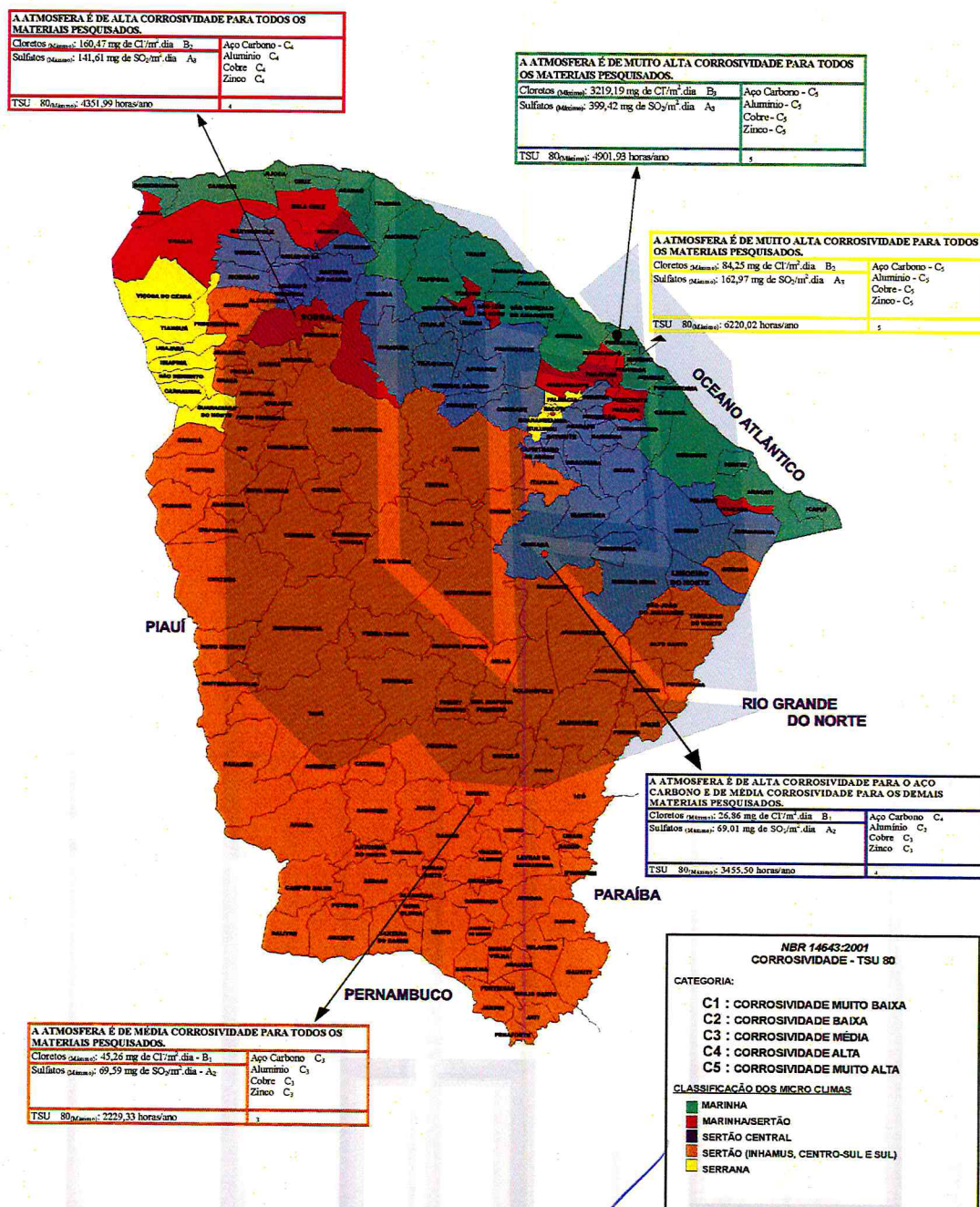


A figura 2 mostra o mapa de agressividade atmosférica para o Ceará:



A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral, sem nenhuma alteração.

Figura 2: Mapa de agressividade atmosférica para o Ceará, de acordo com a norma NBR 14.643.



A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral, sem nenhuma alteração.

b) Tipo de superfície a proteger:

Para se poder especificar um esquema de pintura adequado, é necessário conhecer os materiais de construção que vão ser utilizados, tais como o aço, o aço galvanizado (por imersão a quente), o aço metalizado (por projeção), o alumínio ou o aço inoxidável. A preparação da superfície, os produtos a aplicar (em particular, os primários) e a espessura total do esquema de pintura dependerão principalmente dos materiais de construção que se pretende proteger.

c) Durabilidade pretendida para o esquema de pintura:

A durabilidade ou anos de vida útil, define-se como sendo o tempo a que se deseja chegar até a primeira manutenção por repintura. A durabilidade não é um “tempo de garantia”.

- Baixa: 2 a 5 anos;
- Média: 5 a 15 anos;
- Alta: Mais de 15 anos.

d) Planejamento do processo de aplicação:

Em qualquer projeto, o cronograma das várias fases de construção determina, como e quando podem ser aplicados os esquemas de pintura. Deve ser dada atenção especial à fase de pré-fabricação, quando existem componentes a pré-fabricar tanto em oficina como em campo, assim como aos diversos estágios de construção que vão sendo completados.

É indispensável planejar os trabalhos de forma que a preparação da superfície e o tempo de secagem/cura dos produtos, relativamente às condições de umidade e temperatura, sejam considerados.

As tintas de manutenção são formuladas para permitirem que as estruturas e equipamentos permaneçam por grandes períodos sem corrosão, e periodicamente sofram

A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral, sem nenhuma alteração.

uma manutenção, que pode ser desde um simples retoque até uma substituição de toda a tinta velha por outra nova.

As pinturas podem ter um desempenho que, em condições favoráveis, chega a uma vida útil de 5 anos ou mais. Em condições adversas, a mesma pintura poderia durar cerca de 1 ou 2 anos. Tudo vai depender do meio ambiente e do esquema de pintura empregado.

Em um esquema de pintura de tintas podem ser classificadas em:

- a) **Tinta de fundo:** responsáveis pela adesão do esquema ao substrato, podem ou não conter pigmentos inibidores de corrosão. Fundo ou fundo acabamento (dupla função).
- b) **Tintas intermediárias:** Oferecem espessura ao sistema. São produtos mais baratos comparados com a tinta de fundo. Auxiliam na proteção. Conhecidas como TIE COAT.
- c) **Tintas de acabamento:** São responsáveis por proteger o sistema contra o meio ambiente e dar a cor desejada.

Na pintura industrial procura-se aplicar esquemas capazes de proteger adequadamente contra a corrosão, mas não se deve esquecer dos aspectos estéticos envolvidos. Ao se pintar, procura-se também dar um aspecto agradável e esteticamente favorável aos equipamentos e instalações.

Qualquer que seja a decisão em termos de compra das tintas, é importante que sejam claramente definidas as responsabilidades, para que a qualidade prevista para o esquema de pintura seja efetivamente alcançada.

A qualidade da tinta é responsabilidade do fabricante. Para isso, deve ser comprada de um fabricante preliminarmente qualificado, que disponha de um sistema de qualidade implantado na fábrica, como por exemplo, o da ISO 9000.

A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral, sem nenhuma alteração.

O cliente deve definir, através de uma norma técnica ou qualquer outra especificação, os requisitos de qualidade de tinta a ser comprada. Deve ainda exigir que o fabricante apresente, para cada lote de tinta fornecido, um certificado de qualidade, atestando a conformidade da mesma com seus requisitos.

Ao cliente compete ainda efetuar a inspeção de recebimento de cada lote recebido, que pode abranger desde uma simples análise do certificado de qualidade da tinta, até a retirada de amostras para análise em nível de laboratório.

A contratação dos serviços de aplicação do esquema de pintura deve ser feita junto a empresas preliminarmente qualificadas.

A responsabilidade pelo controle da qualidade da aplicação é do aplicador, que deve elaborar e implantar um sistema de qualidade que assegure que a aplicação seja feita em conformidade com os requisitos do cliente.

O pessoal de aplicação e controle da qualidade deve ser preliminarmente avaliado em termos de capacitação técnica.

Em ambientes marítimos que submetem o equipamento a constantes ataques de sais e umidade. A água salgada é pulverizada na arrebatção das ondas e a névoa produzida é levada à praia pelos ventos. As gotículas de solução salina formam um eletrólito forte que favorece a corrosão de metais. A intensidade do ataque depende do tipo de maré, da geografia do local, da intensidade dos ventos e da distância em relação à beira-mar. Portanto, dependendo de todos estes fatores, podemos ter:

- **Ataque brando:** jateamento ao metal quase branco, com aplicação de uma demão de tinta de fundo epóxi (bicomponente) de alta espessura pigmentada com óxido de ferro ou pigmentação mista de zarcão-óxido de ferro, com espessura de 100 a 150 µm. Como acabamento, duas a três demãos de borracha clorada, com espessura de 30 a 35 µm por demão, ou esmalte epóxi.

A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral, sem nenhuma alteração.

- **Ataque severo:** jateamento ao metal branco (ou quase branco no caso de silicato de etila) e aplicação, como primário, de duas demãos de silicato inorgânico de zinco (ou uma demão de silicato de etila) com espessura total mínima de 70 µm. Como acabamento, uma demão de esmalte epóxi de alta espessura (125 a 135 µm) ou duas demãos de borracha clorada de alta espessura (60 a 80 µm por demão).

III – ESQUEMA DE PINTURA B APRESENTADO PELA EMPRESA GEMELO DO BRASIL DATA CENTERS, COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA

O esquema de pintura B constante no Plano de Pintura 014/015 apresentado pela empresa Gemelo (ANEXO I) contém as seguintes informações:

- **Área de aplicação:** Parte externa;
- **Preparação da superfície:**
 - ✓ Grau de preparação: Jateamento padrão 2 ½;
 - ✓ Rugosidade: 30 a 60µ;
- **1ª Demão:**
 - ✓ Produto: Primer etil silicato de zinco de dois componentes “zinc clad 61 BR” (Sherwing Willians ou similar);
 - ✓ Número de demãos: 1;
 - ✓ Espessura por demão: 50-75 µm;
 - ✓ Cor: Cinza esverdeado;
 - ✓ Método de aplicação: Pistola convencional;
 - ✓ Intervalo de repintura: 16-24 horas;
 - ✓ Sólidos por volume: 63%;

A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral, sem nenhuma alteração.

✓ Rendimento: 30 m²/gl;

• **2ª Demão:**

- ✓ Produto: Primer epóxi bi-componente isento de cromato – referência DELFLEET F-391 – PPG Tintas;
- ✓ Número de demãos: 1;
- ✓ Espessura por demão: 40-60 µm;
- ✓ Cor: Bege;
- ✓ Método de aplicação: Pistola convencional;
- ✓ Intervalo de repintura: 15 horas;
- ✓ Sólidos por volume: 35%;
- ✓ Rendimento: 20 m²/gl;

• **3ª e 4ª Demãos:**

- ✓ Produto: Esmalte poliuretano bi-componente – referência DELFLEET 350 – PPG Tintas;
- ✓ Número de demãos: 2;
- ✓ Espessura por demão: 30-50 µm;
- ✓ Cor: Pantone 282-C;
- ✓ Método de aplicação: Pistola convencional;
- ✓ Intervalo de repintura: 10 horas;
- ✓ Sólidos por volume: 50%;
- ✓ Rendimento: 20 m²/gl;



A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral, sem nenhuma alteração.

IV – COMENTÁRIOS DA COMPARAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DO ESQUEMA EXEMPLIFICADO COMO RESISTENTE PARA ATMOSFERAS ALTAMENTE AGRESSIVAS COM O ESQUEMA DE PINTURA B EM AVALIAÇÃO.

Tabela 2: Comparação das especificações do esquema exemplificado como resistente para atmosferas altamente agressivas com o esquema de pintura B em avaliação.

Etapas do processo de aplicação do esquema de pintura	Descrição de esquemas de pintura para atmosfera altamente agressiva		Comentário entre os esquemas
	Especificação indicada pelos diversos autores das referências bibliográficas	Especificação do esquema de pintura B submetido para avaliação neste trabalho	
Limpeza da superfície	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeção; - Limpeza com solvente; - Jateamento ao metal quase branco. 	<ul style="list-style-type: none"> - Jateamento padrão 2 ½; - Rugosidade 30 a 60µ 	Um tipo de limpeza da superfície por jateamento ao metal quase branco corresponde ao padrão Sa 2 ½ da norma sueca SIS 05 59 00 e da ISO 8.501 – 1.
Tinta de fundo	Etil silicato de zinco 1 demão – 75 µm	Primer etil silicato de zinco 1 demão – 50 a 75 µm	Nos dois esquemas o etil silicato de zinco trata-se de tinta com veículos nobres com pigmentos de inibidores de corrosão, tal como zinco que se comporta como ânodo de sacrifício oferece proteção contra corrosão do substrato do aço.
Tinta intermediária	óxido de ferro epóxi 1 demão – 35 µm	Primer epóxi bi-componente isento de cromato 1 demão – 40 a 60 µm	Nos dois esquemas o epóxi são veículos nobres das tintas que aumentam a proteção para o substrato por barreira de uma camada de tinta de maior espessura dificultando a penetração dos poluentes externos atingirem o aço.

A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral, sem nenhuma alteração.

Tabela 2: Comparação das especificações do esquema exemplificado como resistente para atmosferas altamente agressivas com o esquema de pintura B em avaliação.
(continuação)

Etapas do processo de aplicação do esquema de pintura	Descrição de esquemas de pintura para atmosfera altamente agressiva		Comentário entre os esquemas
	Especificação indicada pelos diversos autores das referências bibliográficas	Especificação do esquema de pintura B submetido para avaliação neste trabalho	
Tinta de acabamento	Esmalte poliuretano 3 demãos – 35 µm por demão	3ª e 4ª demãos com: Esmalte poliuretano bi-componente 2 demãos – 30 a 50 µm	Nos dois esquemas a utilização do esmalte poliuretano com alta espessura, total em torno de 100 µm, especificado para ambientes externos. As tintas fabricadas com resinas poliuretânicas são de alta performance, alta resistência a agentes químicos, resistentes à abrasão e de grande beleza de acabamento e retenção do brilho, pela excelente resistência aos raios ultra violeta (especialmente as resinas obtidas com isocianatos alifáticos). A secagem destas tintas dar-se por polimerização e são indicadas especialmente para atmosferas altamente agressivas.
Espessura total do somatório das demãos aplicadas	215 µm	235 µm	Como primeira orientação, as espessuras usuais recomendadas para ambientes corrosivos considerados como atmosfera altamente agressiva é no mínimo de 250 µm, porém são apresentados exemplos de esquemas de pinturas para atmosferas altamente agressivas com somatório das espessuras das demãos apresentando espessura mínima até 200 µm.

A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral, sem nenhuma alteração.

V – CONCLUSÃO DO ESQUEMA DE PINTURA B AVALIADO

De acordo com a literatura^(3,5,6) para que a película de tinta cumpra a sua finalidade de proteção anticorrosiva, deve apresentar uma espessura mínima. Esta espessura é função da natureza das tintas usadas e da agressividade do meio corrosivo, e pressupõe a seleção adequada do esquema de pintura para o meio considerado. Como primeira orientação, as espessuras usuais recomendadas para ambientes corrosivos considerados como atmosfera altamente agressiva é no mínimo de 250 µm, porém são apresentados exemplos de esquemas de pinturas para atmosferas altamente agressivas com somatório das espessuras das demãos apresentando espessura mínima até 200 µm.

Portanto o “**esquema de pintura B**” apresentado pela empresa Gemelo para avaliação é do tipo especificado como adequadamente indicado para aplicação em atmosferas altamente agressivas.

Porém, é importante lembrar, conforme explicado na introdução deste trabalho que esta avaliação diz respeito tão somente a adequação do “**esquema de pintura B**” quanto à resistência a agressividade atmosférica para exposição em atmosfera marítima em Fortaleza – CE e não se refere a qualidade da película da tinta como proteção anticorrosiva resultante de aplicação deste esquema pintura sobre a superfície de um equipamento, uma vez que não foram realizados ensaios para avaliação das tintas do “**esquema de pintura B**” e nem da película de tinta seca.

VI – REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- 1) Princípio da proteção de estruturas metálicas em situação de corrosão e incêndio, 6ª edição, 2015, Gerdau Aços Longos S.A.;
- 2) Guia sobre proteção anticorrosiva de estruturas de aço por esquemas de pintura, de acordo com a norma ISO 12944, 2010, HEMPEL Lda;

A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral, sem nenhuma alteração.

- 3) Tintas e Vernizes – Ciência e Tecnologia, 4ª edição, 2009, ABRAFATI;
- 4) Apostila de Treinamento – Desenvolvimento Tecnológico DT-12 – Pintura Industrial com tintas líquidas, Revisão 04, Weg Tintas LTDA.
- 5) Pintura Industrial na Proteção Anticorrosiva, Laerce de Paula Nunes, Alfredo Carlos Lobo, 2ª edição, 1998;
- 6) Mapeamento da Corrosividade Atmosférica do Estado do Ceará, Iêda Nadja Silva Montenegro, trabalho apresentado durante o INTERCORR 2008.

VII – ANEXOS

1. Plano de Pintura 014/015 fornecido pela empresa Gemelo;

Fortaleza, 06 de dezembro de 2016.

IÊDA NADJA SILVA MONTENEGRO

Química Industrial – Dra em Química
CRQ 01.200.593 10ª Região
Diretora de Inovação Tecnológica – DITEC

JACKSON DE QUEIROZ MALVEIRA

Técnico em Química
CRQ 10.700.000 10ª Região
Gerente de Tecnologia de Alimentos e Química – GETAQ

CLIENTE: TRIBUNAL DE CONTAS DO
ESTADO DO CEARÁ

PLANO DE PINTURA

PP Nº: 014/015

REV: 0

FOL. 02/02

EQUIPAMENTO: CDC 08

LADO EXTERNO

LADO INTERNO

RACKS

INSPEÇÃO: Grau de Jateamento

INSPEÇÃO: Perfil de rugosidade

INSPEÇÃO: Condições climáticas

TAG: FA-221

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:

ESPESSURA:

☒ Sim ☐ Não - Aderência

☐ Sim ☒ Não - Visual

☐ Sim ☐ Não - Descontinuidade

☒ Sim ☐ Não

Obs:

Remover toda oleosidade existente.

ESQUEMAS		SISTEMA DE PINTURA		ÁREA DE APLICAÇÃO		PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE								
A		-		Parte interna: Superfícies livres de impurezas, respingo de soldas e isentas de óleo e graxa. (VER NOTA 1)		GRAU DE PREPARAÇÃO				RUGOSIDADE(μ)				
B		-		Parte externa:		JATEAMENTO PADRÃO 2 1/2				30 A 60				
C														
ESQUEMA	CAMADA	N DE DEMÃOS	POR ESP. DEMÃO(μ)	TINTAS		COR	MÉTODO APLICAÇÃO	DE (H) INTERVALO REPINTURA	S.V (%)	REND. (M²/gl)	ÁREA(m²)	PREVISÃO(gl)	ADERÊNCIA	
				NOME TÉCNICO OU REFERÊNCIA COMERCIAL									MÉTODO	ACEITAÇÃO
A	-	1	40-60	PRIMER EPOXI BI-COMPONENTE ISENTO DE CROMATO - (REFERÊNCIA DELFLEET F-391 - PPG TINTAS)		BEGE	P	15	35	20	160	8	X	X1,Y2
	-	1	30-50	ESMALTE POLIURETNO BI-COMPONENTE - (REFERÊNCIA DELFLEET 350 - PPG TINTAS)		BRANCO RAL-9003	P	10	50	20	160	8	X	X1,Y2
	-	1	50-75	PRIMER ETIL SILICATO DE ZINCO DE DOIS COMPONENTES "ZINC CLAD 61 BR" (SHERWING WILLIAMS OU SIMILAR)		CINZA ESVERDEADO	P	16-24	63	30	75	2,5	X	X1,Y2
B	-	1	40-60	PRIMER EPOXI BI-COMPONENTE ISENTO DE CROMATO - (REFERÊNCIA DELFLEET F-391 - PPG TINTAS)		BEGE	P	15	35	20	160	8	X	X1,Y2
	-	2	30-50	ESMALTE POLIURETNO BI-COMPONENTE - (REFERÊNCIA DELFLEET 350 - PPG TINTAS)		PANTONE 282-C	P	10	50	20	160	8	X	X1,Y2
PROCEDIMENTOS APLICÁVEIS:														
NOTAS				Obs:										
A) Retoques quando necessário aplicar														
Esquema Original				APROVAÇÃO		C.D	30/06/2015							
				VERIFICAÇÃO		D.A	30/06/2015							
				EMIÇÃO		A.S.A	01/07/2015							
T=Trincha; R=Rolo; A=Air Less; P=Pistola convencional				Por		Data								
				Controle de emissão										