

Copyright 2012, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2012, em Salvador/BA no mês de maio de 2012.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

## REVESTIMENTOS EPÓXIS APLICADOS NA PINTURA E MANUTENÇÃO COM REPINTURA PROLONGADA

Silvio Domingos da Silva<sup>1</sup>, Eder Dirceu Dela Justina<sup>2</sup>

### *Abstract*

Whatever the sectors, companies look for technologies that add productivity to your processes. Companies which produce steel structures, piping, machinery and equipment or that work in the naval and oil industries, beyond productivity they also look for corrosion protection, when it comes to coatings. The upturn in the national economy requires that the companies' processes are optimized and flexible in order to meet the deadlines of the work without losing sight of the paints specification and their recoat intervals. This paper presents a study that focus on productivity increasing and rework reduction by applying an epoxy coating that maximizes the interval before over coating. The system, object of this study, provides flexibility in the application of intermediate coats or polyurethane and epoxy topcoats when longer over coating intervals are expected, without the need of sanding. In this paper, we will discuss some theoretical concepts related to paint application recommendations covering the previous difficulties and gains when compared to conventional epoxy primers, including the items: 1) The importance of carrying out applications of coatings within their recoat intervals; 2) The demand for more time to complete the coating process; 3) The increased satisfaction of painters; 4) The concerns about the costs involved in the application of coatings, 5) A high solids and low VOC product; 6) The advantages of using products that allow longer over coating intervals.

Keywords: epoxy for long over coating intervals, organic coating, primer.

### **Resumo**

Em todas as áreas as empresas buscam tecnologias que agreguem produtividade aos seus processos. As empresas que produzem estruturas metálicas, tubulações, máquinas e equipamentos ou atuam nas áreas navais e de petróleo, além de produtividade buscam proteção anticorrosiva, quando se trata de revestimentos anticorrosivos. O aquecimento da economia nacional exige das empresas que seus processos sejam otimizados e flexíveis para atender os prazos de entrega das obras sem perder de vista as orientações de processos de aplicações de tintas e seus intervalos entre demãos. O presente trabalho objetiva apresentar um estudo que foca incremento de produtividade, diminuição do retrabalho, ao aplicar um revestimento epóxi que flexibiliza um incremento substancial no aumento de intervalo de repintura entre demãos. O sistema, objeto deste estudo, oferece flexibilidade na aplicação de tintas intermediárias ou acabamentos epóxis e poliuretanos quando não é possível a aplicação dentro dos intervalos máximos estabelecidos nas especificações de pintura, sem a necessidade de realização de

1. Bacharel em Química – Divulgador Técnico - WEG TINTAS

2. Bacharel em Química – Chefe Desenvolvimento de Tintas líquidas - WEG TINTAS

processos de lixamentos. Neste trabalho, serão abordados alguns conceitos teóricos referente às recomendações de aplicação de tintas compreendendo as dificuldades anteriores e ganhos obtidos quando comparado a primers epóxis convencionais, incluindo os itens: 1) Preocupação em efetuar as aplicações dos revestimentos dentro de seus intervalos entre demãos; 2) Demanda de maior período de tempo para conclusão das obras de pintura; 3) Aumento do nível de satisfação por parte dos aplicadores (Pintores); 4) Preocupação com os gastos envolvidos no processo de aplicação do revestimento; 5) Produto de alto teor de sólido e baixo VOC; 6) Ganhos obtidos com a utilização dos revestimentos de repintura prolongada.

**Palavras-chave:** Epóxis de repintura prolongada, Revestimento orgânico, Tinta de fundo.

## **Introdução**

---

A aplicação de revestimentos anticorrosivos na proteção de estruturas metálicas, tubulações, tanques de armazenamentos, máquinas e equipamentos é amplamente recomendada em função de sua viabilidade técnica e econômica. As indústrias de um modo geral buscam cada vez mais optar por produtos que facilitem o seu processo interno visando a conclusão em tempos cada vez menores sem perder de vista os custos envolvidos na atividade.

Visando atender a necessidade de mercado em relação a pinturas, graças à interação entre fabricantes de tintas e seus fornecedores de matérias primas que tem apresentado sempre opções inovadoras mediante o avanço tecnológico, permitindo o desenvolvimento de produtos com características mais tolerantes, isto é, tintas que conferem uma maior flexibilidade quanto à aplicação das próximas demãos sempre que é ultrapassado o intervalo entre uma aplicação e outra. Podendo ser adotado um grau de preparo de superfície menos rigoroso do que normalmente é recomendado.

Atualmente durante os processos de aplicação de tintas muitas vezes não é possível seguir a recomendação de pintura atendendo aos prazos estipulados nos procedimentos sendo necessário proceder com alguma forma de preparação da superfície entre demãos quando ultrapassado o seu intervalo máximo especificado.

O método amplamente utilizado na preparação da superfície sempre que é ultrapassado o intervalo entre demãos consiste em adotar ferramentas manuais e mecânicas tais como lixadeiras (orbital ou treme-treme),

Neste trabalho será abordada a utilização de tintas epóxis de repintura prolongada, as quais fazem parte do grupo de tintas tolerantes neste caso a intervalos entre demão superiores aos encontrados no mercado. Trata-se de tintas de alto teor de sólidos (baixo VOC) na sua composição podendo ser aplicadas através trinchas em áreas de retoque, rolo, pistolas convencionais de caneco ou tanque e também com equipamento airless. Podem ser aplicadas em alta espessura em demãos únicas com facilidade na obtenção de camadas.

Um dos fatores mais importantes que deve ser considerado na utilização de tintas de repintura prolongada esta associada aos custos envolvidos na preparação da superfície destinados a preparação manual e mecânica quando ultrapassado os intervalos entre demãos. Outro item que deve ser considerado é a preocupação com a geração de resíduos de tintas formada durante os processos de lixamento da película que é considerado tóxico para o operador e para as pessoas

que estão a sua volta executando outras atividades. Também é importante ressaltar os esforços físicos realizados pelos operadores para executar a operação.

Quando se considera o custo envolvido no processo de aplicação concluí-se que a utilização de tintas tolerantes a intervalos de repinturas prolongadas são viáveis economicamente, agilizam o processo de aplicação e flexibiliza o trabalho no campo em relação a sua aplicabilidade, mantendo as características de proteção anticorrosivas e de aderência das tintas epóxis.

No cenário atual, onde a concorrência está cada vez mais acirrada, qualquer redução nos custos operacionais representa uma parcela significativa na competitividade, obrigando as empresas a buscarem, cada vez mais, opções que viabilizem e garantam a produtividade e qualidade de seus trabalhos voltados a proteção anticorrosiva.

### **Objetivo**

Apresentar os resultados obtidos utilizando alternativa de revestimento (tintas) à base de resinas epóxis pura de repintura prolongada comparando com as tintas normalmente empregadas quanto aos ensaios de resistência físicas e químicas.

### **Comentários gerais**

Um dos fatores determinantes na escolha da tinta a ser empregada na pintura de obras novas ou manutenção, esta interligada com as condições de trabalho e localização da obra. É importante destacar a importância do fator custo na execução dos serviços de pintura sem perder de vista a durabilidade do sistema de tintas empregado no processo. Sabe-se que as tintas epóxis convencionais, na maioria das vezes, têm um tempo de repintura relativamente curtos. O tempo limitado para que seja efetuada a aplicação do acabamento ou segunda demão, muitas vezes aumenta os custos de retrabalho para se dar continuidade da pintura. Quando o período de repintura é ultrapassado, é necessário tratar a área pintada por meio de jateamento rápido ou lixamento e em muitos produtos existentes no mercado chamados holding primer, é necessário até mesmo a completa remoção do produto. Esta remoção representa perda de tempo, retrabalho e aumento no custo final da obra.

Após inúmeras obras acompanhadas verificou-se a grande necessidade de proteção de máquinas, equipamentos, estruturas e tubulações empregando tintas de excelente desempenho anticorrosivo e que apresentem intervalos entre demãos maiores facilitando o processo de pintura.

### **Tintas a base de resinas epóxis**

Dentre as tecnologias que são utilizadas na fabricação de revestimentos anticorrosivos destacam-se o uso das resinas epóxis. Tais propriedades são alcançadas a partir da adequada reação da resina epóxi com o agente de cura, no momento da preparação da tinta para aplicação, que promoverá, após a cura do filme, a formação de uma rede reticulada tridimensional.

**Resinas epóxi à base de Bisfenol A:** são as mais utilizadas, pois são versáteis e de menor custo, proveniente da reação de Epicloridrina e Bisfenol A, podem ser líquidas, semi-sólidas ou sólidas dependendo do peso molecular. (**Figura 1**)

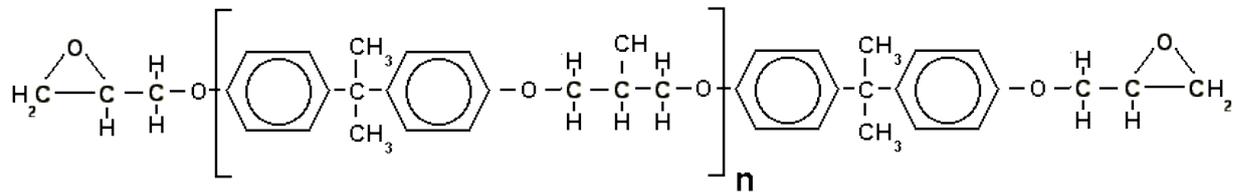


Figura 1 – Éter diglicidílico do bisfenol A

## Metodologia

Para avaliação da performance dos revestimentos epóxis de repintura prolongados foram efetuados as aplicações da tinta sobre corpos de prova (chapas) de aço carbono jateadas ao padrão Sa 2 ½ , e submetidos aos ensaios de resistência à corrosão em câmara de salt spray, ensaios de imersões em água, solventes, ácidos e soda cáustica. Também foram realizados os ensaios de aderência entre demãos com diversos intervalos de repintura. Para assegurar o desempenho durante os processos de aplicações em campo foram realizados tratamentos manuais e mecânicos com aplicações de tintas de acordo com os intervalos entre demãos e ultrapassando os intervalos sem efetuar o devido tratamento recomendado.

### Tratamento da superfície a ser pintada

No tratamento da superfície foram adotados os métodos que são amplamente utilizados nos processos de pintura de peças novas e na pintura de manutenção sobre substratos tratados de acordo com a Norma ISO 8501, ao padrão St3 e Sa 2 ½ em condições normais e temperatura e umidade relativa do ar bem controladas. Estes métodos são descritos abaixo:

**Ferramentas mecânicas (St 3)** - Métodos de tratamento que consiste na preparação da superfície, utilizando de escovas rotativas elétricas ou a ar comprimido, lixadeiras e pistolas de agulhas (agulheiros). Processo muito utilizado nas pinturas de manutenção. Este processo apenas foi utilizado quando ultrapassado o intervalo de repintura. (**Figura 2**)



Figura 2 - Tratamento de superfície

**Jateamento abrasivo:** Consiste na preparação da superfície, projetando partículas contra a superfície, por meio de um jato de ar comprimido muito forte, capaz de arrancar ferrugem, tintas velhas e carepas de laminação. Além da limpeza, o jato cria perfil de rugosidade que é excelente para aderência das tintas. Padrão de rugosidade adotado entre (40 e 85)  $\mu\text{m}$ .

**Lavação a alta pressão:** Utilizado para efetuar a limpeza da superfície removendo poeiras e quando associado com detergentes auxilia na remoção de contaminações por óleo e graxas. Após decorridos determinados períodos de tempo e dependendo do local de armazenamento das peças é recomendada a lavação projetando água em pressões de 3000 psi.

### **Plano de pintura**

Para avaliação de desempenho dos revestimentos foram adotados planos de pintura que contemple proteção anticorrosiva e resistência química. Na definição foram considerado o tipo de substrato, forma de tratamento da superfície a ser adotado, tipo de aplicação e ambiente de exposição. É importante salientar que a durabilidade de todo sistema de pintura, esta associado ao preparo correto de superfície, aplicação das tintas, controle das espessuras, controle das condições climáticas durante a aplicação e cura.

### **Avaliação de desempenho das tintas em condições variadas**

Em campo a avaliação de desempenho dos Revestimentos Epóxis RPP 315 vem sendo comprovados através de pinturas de manutenção e de obras novas nas quais vem sendo efetuados as aplicações de acordo com a recomendação de intervalo de repintura dispensando a necessidade de preparação de superfície quando comparada com as tintas convencionais.

Para garantir a aplicabilidade e segurança na utilização dos revestimentos epóxis de repintura prolongados, vários ensaios simulando ambientes diferentes foram efetuados, variando as condições de tratamento da superfície e tempo de repintura.

Para a Tinta Epóxi Padrão (Primer) foram efetuadas as aplicações sobre o tratamento de superfície de acordo com as recomendações do produto. Quando ultrapassado os intervalos entre demãos em parte dos corpos de prova foram efetuados as aplicações da Tinta Epóxi Intermediária (Acabamento) ou PU seguindo a recomendação de tratamento manual e mecânico (St3) e sem efetuar o tratamento, sempre comparando o desempenho da Tinta RPP 315. As aplicações foram feitas nas peças por meio de rolo, trincha (retoques, strip coat) e pistolas airless. Em laboratório apenas com pistola convencional.

### **Avaliação de desempenho aplicando sobre tintas “antigas”**

Uma das preocupações referente às tintas durante os processos de pintura de manutenção esta em relação à aplicação sobre tintas “velhas”. Para assegurar esta condição foram efetuadas pinturas de manutenção efetuando tratamento da superfície St3 antes da aplicação da tinta RPP 315. A película de tinta “velha” e firmemente aderida foi mantida. Neste caso a avaliação foi efetuada através de ensaios de aderência.

### Descrição dos produtos destinados a este estudo

Os produtos destinados neste estudo estão descritos a seguir contendo: breve descrição do produto e algumas características técnicas de suas propriedades.

**Tinta Padrão:** Tinta tradicional bi-componente, formulada a base de resina epóxi, definida como **Primer acabamento** de altos sólidos, alta espessura e com pigmento inibidor de corrosão fosfato de zinco (componente A) e agente de cura a base de Poliamida (componente B). Este produto por ser tradicionalmente conhecido e aplicado para conferir proteção anticorrosiva foi utilizado como Tinta Padrão no comparativo.

Características do produto Tinta Padrão (primer)		
NVV (%)	81 ± 2%	
Relação de mistura (A + B)	4 A X 1 B	
Espessura seca por demão (µm)	100 a 160	
Tempo de secagem	Toque (h)	3
	Pressão (h)	16
Intervalo de repintura a 25°C	Mínimo (h)	16
	Máximo (h)	48
Vida útil da mistura a 25°C (h)	2	
Tratamento da superfície (Obras novas)	Sa 2 ½	
Tratamento da superfície (Manutenção)	St 3	

**Tinta RPP 315:** Tinta utilizada no comparativo com o produto de descrito como Tinta Padrão. Formulada a base de resina epóxi para atuar como primer contendo alto teor de sólidos, podendo ser aplicado em alta espessura. Contendo em sua composição pigmentos inibidores de corrosão e oferecendo ótima proteção por barreira (componente A) e agente de cura a base de Poliamida (componente B).

O **revestimento epóxi para repintura prolongada** é um primer epóxi poliamida de alto desempenho, boa resistência química, com propriedades diferenciadas no intervalo de repintura. Oferecendo versatilidade na utilização, com a vantagem adicional de permanecer no esquema original de pintura. Possui um teor de VOC (solventes orgânicos voláteis) na sua composição, fator importante do ponto de vista de impacto ambiental. O desempenho deste revestimento vem sendo comprovado com sucesso no que diz respeito ao seu intervalo de repintura prolongado.

<b>Características do produto RPP 315 (primer)</b>			
NVV (%)		80 ± 2%	
Relação de mistura (A + B)		4 A X 1 B	
Espessura seca por demão (µm)		100 a 160	
Tempo de secagem	Toque (h)	2	
	Manuseio (h)	8	
Intervalo de repintura a 25°C	Produtos	Mínimo	Máximo
	PU e Alquídicos	12h	6 meses
	Epóxis	12h	12 meses
Vida útil da mistura a 25°C (h)		4h	
Tratamento da superfície (Obras novas)		Sa 2 ½	
Tratamento da superfície (Manutenção)		Sem tratamento - Lavação a 3000 psi, para repintura com tinta de acabamento	

**Tinta PU:** Tinta de acabamento poliuretano alifático bi-componente, formulado a base de resina acrílica polihidroxilada e pigmentos resistentes a ação de intemperismo, contendo alto teor de sólidos por volume (componente A) e agente de cura a base de poliisocianato alifático (componente B).

Este produto é amplamente conhecido em função de sua excelente resistência a ação do intemperismo, podendo ficar exposto a ação do sol (raios ultravioletas) sem alteração de suas características de cor e brilho, compondo excelente sistema de proteção anticorrosiva quando aplicado sobre tintas epóxis de fundo ou intermediário.

<b>Características do produto PU - Acabamento</b>			
NVV (%)		65 ± 2%	
Relação de mistura (A + B)		5 A X 1 B	
Espessura seca por demão (µm)		65	
Tempo de secagem	Toque (h)	4	
	Pegajosidade (h)	8	
Intervalo de repintura a 25°C, (h)	Mínimo (h)	8	
	Máximo (h)	48	
Vida útil da mistura a 25°C (h)		2	
Tratamento da superfície (Obras novas)		Sobre primer específico	
Tratamento da superfície (Manutenção)		St 3	

**Tinta intermediária:** Tinta tradicional bi-componente, formulada a base de resina epóxi, definida como **Acabamento** de altos sólidos, alta espessura (componente A) e agente de cura a base de Poliamida (componente B). Este produto por também tradicionalmente conhecido é aplicado com tinta intermediária para conferir proteção anticorrosiva sobre a Tinta Padrão.

Características do produto Tinta Padrão (Intermediária / Acabamento)		
NVV (%)	82 ± 2%	
Relação de mistura (A + B)	4 A X 1 B	
Espessura seca por demão (µm)	200 - 240	
Tempo de secagem	Toque (h)	4
	Pressão (h)	16
Intervalo de repintura a 25°C	Mínimo (h)	16
	Máximo (h)	48
Vida útil da mistura a 25°C (h)	2h	
Tratamento da superfície (Obras novas)	Sa 2 ½	
Tratamento da superfície (Manutenção)	St 3	

### Métodos de aplicação

As aplicações foram efetuadas por meio de pistola convencional (Caneco). Os produtos também se destinam a aplicações por meio de rolo, trincha (retoques, strip coat), pistola airless ou pistolas convencionais de tanque de pressão. **(Figura 3)**

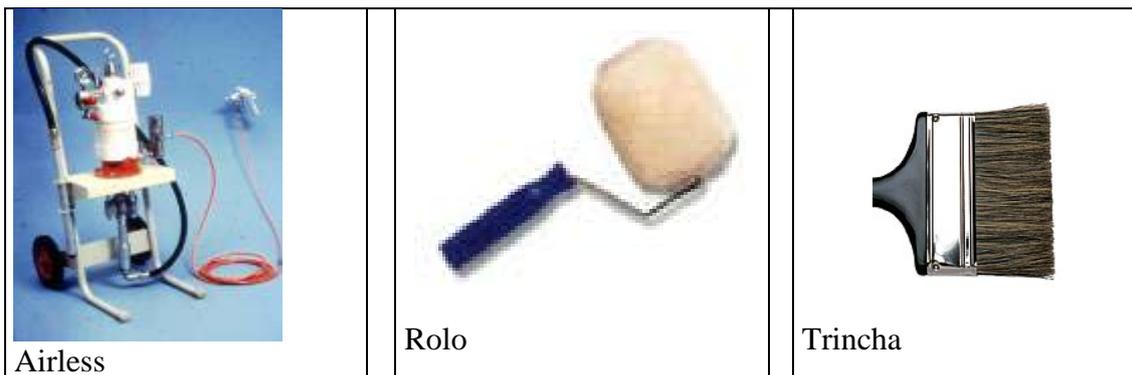


Figura 3 - Aplicação das tintas em campo

### Resultados e discussões

O epóxi para repintura prolongada (RPP 315) pode ser indicado nas seguintes situações:

- Onde não é possível a aplicação imediata da demão subsequente de acordo com o intervalo recomendado entre demãos;

- Quando houver limitações na logística ou onde as condições climáticas não forem favoráveis ou por qualquer outro motivo que impossibilite a aplicação dentro do prazo de repintura;
- Ambientes diversos, proporcionando ótima proteção anticorrosiva sobre o aço carbono. Pode ser repintado mesmo depois de longos períodos sem a necessidade de lixamento e sem perder aderência na repintura;
- Também para pintura máquinas, equipamentos e estruturas em geral onde é preciso flexibilidade no tempo de repintura e proteção anticorrosiva;
- Pode ser aplicado sobre superfícies com tratamento abrasivo Sa3, Sa 2 ½ e St 3. Vale ressaltar que toda a carepa de laminação deverá ser removida.

Considerando a **Tinta Padrão** como referência de desempenho anticorrosivo e considerando que a mesma não apresenta a característica de repintura prolongada, verifica-se que a mesma apresenta excelente desempenho nos testes físicos e químicos quando atendido a recomendação quanto a sua especificação de processo na repintura. Depois de ultrapassado o seu intervalo de repintura se não proceder com o tratamento manual / mecânico a aderência entre demão fica prejudicada.

#### **Avaliação de desempenho comparativo da tinta rpp 315 e tinta padrão** **Testes de desempenho anticorrosivo**

Esquema: 01 demão de 150 µm (seco)

Substrato: aço carbono jateado ao padrão Sa 2 ½

Método de aplicação: Pistola Convencional

Ensaio	Horas							
	Salt Spray (ABNT NBR 8094)	Câmara Umida (ASTM D 2247)	H <sub>2</sub> O (ASTM D 870)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 40% (ASTM D 1308)	H <sub>2</sub> O 40°C (ASTM D 870)	Hipoclorito de sódio (ASTM D 1308)	NaOH 30% (ASTMD 1308)	Xilol (ASTM D 1308)
<b>RPP 315 Epóxi repintura prolongada</b>	1500 h	1500 h	1500 h	1200 h	1500 h	1800 h	1800 h	1500 h
<b>Epóxi Padrão</b>	1500 h	1500 h	1500 h	1200 h	1500 h	1800 h	1800 h	1500 h

Esquema: 01 demão de primer 150µm seca + 1 demão 70µm seca tinta PU

Substrato: aço carbono jateado ao padrão Sa 2 ½

Método de aplicação: Pistola Convencional

Ensaio	Horas							
	Salt Spray (ABNT NBR 8094)	Câmara Umidade (ASTM D 2247)	H <sub>2</sub> O (ASTM D 870)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 40% (ASTM D 1308)	H <sub>2</sub> O 40°C (ASTM D 870)	NaCl 3,5% a 40°C (ASTM D 1308)	NaOH 30% (ASTMD 1308)	Xilol (ASTM D 1308)
RPP 315 Epóxi repintura prolongada	5000 h (*)	5000 h	5000 h	5000 h (**)	5000 h	5000 h	5000 h (***)	5000 h
Epóxi Padrão	6600 h (*)	6600 h	6600 h	6600 h (**)	6600 h	6600 h	6600 h (***)	6600 h

(\*) Teste de Salt Spray: Ocorreu corrosão de 0,5 mm e blisters de 4 M

(\*\*) Teste de imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : Ocorreu descoloração

(\*\*\*) Teste de imersão em NaOH a 30%: Ocorreu reamolecimento do PU

#### Testes de repintura sobre a tinta rpp 315 e tinta epóxi padrão

Para avaliação do desempenho de aderência foram adotados os ensaios de determinação da aderência conforme norma ABNT NBR 11.003 - método A (corte em X), verificando a adesão do primer sobre o substrato e entre demãos após efetuar as aplicações das tintas subsequentes.

#### Testes de aderência nas tintas de fundo

Os ensaios de aderência foram efetuados após decorridos 7 dias, 30 dias, 3 meses, 6 meses e 12 meses da aplicação do primer no substrato.

Esquema: 01 demão de 150 µm seca

Substrato: aço carbono jateado ao padrão Sa 2 ½

Método de aplicação: Pistola Convencional

Produtos	ABNT NBR 11003				
	Após 7 dias	Após 30 dias	Após 3 meses	Após 6 meses	Após 12 meses
RPP 315 Epóxi repintura prolongada	X0, Y0	X0, Y0	X0, Y0	X0, Y0	X0, Y0

<b>Epóxi Padrão</b>	X0, Y0	X0, Y0	X1, Y0	X1, Y0	X1, Y0
---------------------	--------	--------	--------	--------	--------

### Testes de aderência entre demãos

Os ensaios de aderência foram efetuados nos diferentes intervalos de repintura e também decorridos 7 dias e 12 meses da aplicação da demão subsequente.

Esquema: 01 demão de 150µm (seco) da tinta de fundo + 200µm Tinta Epoxi Intermediária (Acabamento)

Substrato: aço carbono jateado ao padrão Sa 2 ½

Método de aplicação: Pistola Convencional

ABNT NBR 11003		Intervalo de Repintura com Tinta epóxi intermediária				
		7 dias	30 dias	3 meses	6 meses	12 meses
<b>RPP 315 Epóxi repintura prolongada</b>	<b>Aderência após 7 dias*</b>	X0, Y0	X0, Y0	X0, Y0	X1, Y1	X1, Y1
	<b>Aderência após 12 meses*</b>	X0, Y0	X0, Y0	X0, Y0	X1, Y0	X1, Y1
<b>Epóxi Padrão</b>	<b>Aderência após 7 dias*</b>	X1, Y1	X2, Y2	X2, Y2	X3, Y3	-
	<b>Aderência após 12 meses*</b>	X1, Y1	X3, Y2	X2, Y2	X3, Y3	-

Nota: 1) Preparação da superfície efetuada por meio de lavagem das peças com água doce.

2) (\*) Aderência realizada após 7 dias e 12 meses decorrido da aplicação da tinta intermediária.

Esquema: 01 demão de 150µm (seco) Tinta de fundo + 70µm Tinta de acabamento PU

Substrato: aço carbono jateado ao padrão Sa 2 ½

Método de aplicação: Pistola Convencional

ABNT NBR 11003		Intervalo de Repintura com Tinta PU				
		7 dias	30 dias	3 meses	6 meses	12 meses
<b>315 Epóxi repintura prolongada</b>	<b>Aderência após 7 dias*</b>	X0, Y0	X0, Y0	X0, Y0	X1, Y0	X2, Y1

	<b>Aderência após 12 meses*</b>	X0, Y0	X0, Y0	X0, Y0	X1, Y0	X1, Y1
<b>Epóxi Padrão</b>	<b>Aderência após 7 dias*</b>	X2, Y1	X2, Y2	X3, Y3	X3, Y3	-
	<b>Aderência após 12 meses*</b>	X3, Y2	X3, Y3	X3, Y3	X3, Y3	-

(\* ) Aderência realizada após 7 dias e 12 meses decorrido da aplicação da tinta intermediária



Figura 4 - Chapas onde foram realizados os testes.

### Testes de aderência pull off

O ensaio de aderência nos corpos de prova revestidos com o esquema de pintura foi realizado através do método de resistência à tração (ASTM D 4541-A4), por meio do equipamento PATTI®. (Figura 5)



Figura 5 - Equipamento PATTI 110.

Pelo método de aderência à tração, a verificação do grau de aderência consiste, basicamente, em se determinar a resistência do revestimento a um esforço de tração. Para tal, carretéis de

alumínio são fixados à superfície por meio de adesivo apropriado. Após a cura do mesmo, submete-se o revestimento a um esforço de tração em um equipamento destinado para esta finalidade. Os resultados são expressos em MPa. Além dos valores de tensão de ruptura, também se avalia a natureza da falha de aderência conforme a seguinte descrição. **(Figura 6)**

- A = falha coesiva do substrato  
 A/B = falha adesiva entre o substrato e a primeira camada do revestimento  
 B = falha coesiva da primeira camada do revestimento (1ª Demão)  
 B/C = falha adesiva entre as camadas B e C do revestimento  
 C = falha coesiva da camada C  
 C/Y = falha adesiva entre a camada C e o adesivo  
 Y = falha coesiva do adesivo  
 Y/Z = falha adesiva entre o adesivo e o carretel.

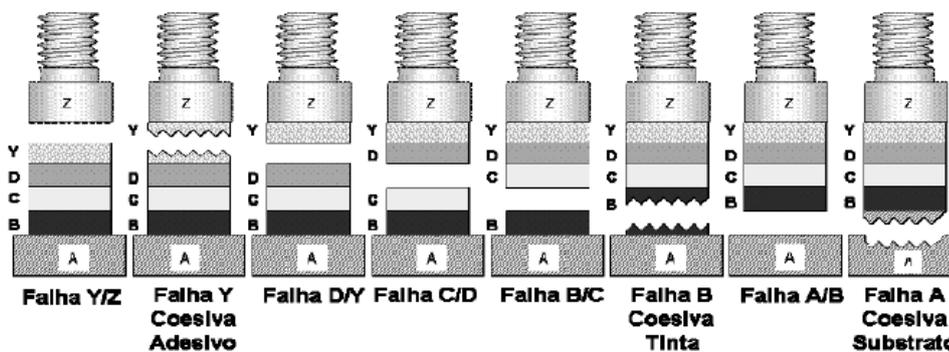


Figura 6 – Interpretação dos resultados de aderência Pull Off

### Testes de aderência pull off nas tintas de fundo

Os ensaios de aderência foram efetuados depois de decorridos 7 dias, 30 dias, 3 meses, 6 meses e 12 meses da aplicação do primer no substrato. **(Figura 7)**

Esquema: 01 demão de 150  $\mu$ m seca

Substrato: aço carbono jateado ao padrão Sa 2 1/2

Método de aplicação: Pistola Convencional

Produtos	Aderência ASTM D 4541 A4				
	Após 7 dias	Após 30 dias	Após 3 meses	Após 6 meses	Após 12 meses
Rpp 315 Epóxi repintura prolongada	17,0 MPa B	17,0 MPa B	16,7 MPa B	15,7 MPa B	15,2 MPa B
Epóxi Padrão	15,9 MPa B	15,3 MPa 80% A/B 20% Z	17 MPa 60% Z 40% A/B	14,4 MPa 60% Z 40% A/B	14,0 MPa B



Figura 7 - Teste de aderência por tração

### Testes de aderência pull off entre demãos:

Para avaliação da adesão entre demãos na repintura foram efetuados a aplicação da tinta intermediária Epóxi e acabamento PU. As avaliações foram efetuadas pelo método de resistência à tração utilizando o equipamento PATTI 110 (ASTM D 4541 A4).

Esquema: 01 demão de 150 $\mu$ m (seco) da tinta de fundo + 200 $\mu$ m Tinta Epóxi Intermediária (Acabamento)

Substrato: aço carbono jateado ao padrão Sa 2 ½

Método de aplicação: Pistola Convencional

Aderência ASTM D 4541 A4		Intervalo de Repintura com Tinta epóxi intermediária				
		24h	30 dias	3 meses	6 meses	12 meses
RPP 315 Epóxi repintura prolongada	Aderência após 7 dias	16,0 MPa B	15,6 MPa B	18,3 MPa B	16 MPa B	15,3 MPa B
	Aderência após 30 dias	15,7 MPa B	14,9 MPa B	22 MPa B	16,4 MPa B	16 MPa B
	Aderência após 6 meses	17,6 MPa B	18,5 MPa B	16,4 MPa B	13,9 MPa B	14,3 MPa B
	Aderência após 12 meses	14,1 MPa B	17,6 MPa B	16,2 MPa B	14,2 MPa B	13,8 MPa B
Epóxi Padrão	Aderência após 7 dias	15,2 MPa B	15,2 MPa B	14,3 MPa BC	13 MPa BC	-
	Aderência após 30 dias	16 MPa B	15,4 MPa BC	17,4 MPa BC	12,3 MPa BC	-

	<b>Aderência após 6 meses</b>	15,4 MPa B	14,9 MPa B	9,4 MPa B	8,7 MPa BC	-
	<b>Aderência após 12 meses</b>	12 MPa B	12 MPa B	8,4 MPa BC	8,7 MPa BC	-

Nota: 1) Para a tinta RPP 315 foi efetuada a preparação da superfície por meio de lavagem das peças com água doce.

2) Para a tinta padrão foi efetuada a preparação da superfície por meio de lixamento com lixa grana 120. Em avaliação do desempenho sem o devido lixamento o resultado foi considerado insatisfatório.

### Conclusão

Com base nos resultados obtidos, efetuando o comparativo entre o desempenho na aplicação de uma Tinta Padrão de fundo epóxi e variando as condições de repintura com tintas Intermediárias a base de resinas epóxis e PU, é possível concluir:

- Nos testes de aderência efetuando a aplicação da Tinta Padrão como fundo sobre o substrato com tratamento por meio de jateamento ao padrão Sa 2 ½, como já era esperado ao aplicar a Tinta Intermediária ou PU quando ultrapassado o seu intervalo de repintura, sem efetuar uma preparação “mecânica” da superfície o desempenho de aderência fica prejudicado.
- Na aplicação da Tinta RPP 315 sobre tratamento por meio de jateamento mesmo quando ultrapassado longos períodos da aplicação, ao repintar com as Tintas Intermediárias (Epóxis) até períodos de 12 meses e para repintura com as Tintas PU até períodos de 06 meses o desempenho das tintas nos testes de aderência foram considerados satisfatórios
- Quanto ao desempenho nos testes de resistência química, observou-se que as tintas apresentaram desempenhos parecidos quando aplicados de acordo com as suas orientações, mesmo quando efetuado a repintura após longos períodos.

Os revestimentos epóxis de repintura prolongados podem ser empregados na pintura de tanques (externa) e estruturas metálicas para proteção anticorrosiva na estocagem ou quando não for possível a aplicação das demãos subseqüentes. Compatível com diversos acabamentos, tornando a aplicação mais flexível e prática no que diz respeito a intervalos de repintura, reduzindo custos de mão de obra e retrabalho. **(Figura 8)**



Figura 8 - Tanque (externo) e estruturas metálicas

Os revestimentos RPP 315 atendem a condição de utilização de tintas seguras e ecológicas devido ao seu baixo teor de solventes na formulação, indo de encontro com preocupação com a emissão posterior para a atmosfera.

O uso de produtos com características surface tolerantes com intervalos de repintura prolongado, para determinadas aplicações, permite a utilização de esquemas de pinturas mais simplificados, além de agilizar a aplicação da tinta, sendo uma importante estratégia, que visa reduzir os custos destinados a paradas não programadas relacionadas as condições climáticas ou necessidade de lavar as peças.

### **Bibliografia**

---

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **ABNT NET**  
Disponível em: <<http://www.abntnet.com.br>> Acesso em 23 de maio de 2007.
2. FAZENDA, Jorge M. R. – **Tintas e Vernizes – Ciência e Tecnologia**, Publicação ABRAFATI.Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas de São Paulo. 5 ed. São Paulo Editora Texto, 2005.
3. FAZANO, CARLOS ALBERTO T.V. - **Tintas - Métodos de controle de pinturas e superfícies**, São Paulo: Editora Hemus Ltda, 1998.
4. GENTIL, Vicente – **Corrosão**, 4 ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 2003.
5. HAMMER, N.E. **Corrosion Data Survey-Metals. NACE Nº 5**. Houston: NACE, 3 Ed. Pg 15.1995.
6. NUNES, Laerce de Paula. & Alfredo C.O. LOBO – **Pintura Industrial na Proteção Anticorrosiva**. 2 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos, 1998.
7. NUNES, Laerce de Paula. – **Fundamentos de Resistência à Corrosão**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2007.

8. NUNES, Ney Vieira - **Pintura Industrial Aplicada**. Rio de Janeiro: Marty Comunicação e editora Ltda, 1990.
9. GROSS, W.F. - **Applications manual for painting and protective coatings**. New York, Mac Graw- Hill.1998.
10. KEANE, J.D. - **Systems and specifications**, 3 Ed. Pittisburgh, Steel Structures Painting Council,1997.
11. PANOSSIAN, Zehbour. **Corrosão e Proteção em Equipamentos e Estruturas Metálicas**. São Paulo: Editora IPT, 1993.
12. SACCARO, J. Sérgio - **Laboratório Protective Coatings**. Disponível em: <[http://www.mundocor.com.br/tintas/tinta\\_anticorrosiva.asp](http://www.mundocor.com.br/tintas/tinta_anticorrosiva.asp)> Acesso em 03 de março de 2007.
13. SOUZA, UBIRACI E. L.DE & CELSO GNECCO – **Proteção contra a corrosão**. São Paulo: Publicação técnica. PT 07 – Núcleo de tecnologia da construção metálica – Escola Politécnica da USP,1999.
14. SWARD, G.G. - **Paint testing manual**, 13<sup>a</sup> Ed. Philadelphia, American Society for Testing and Materials.
15. TANAKA, DENIOL K. - **Corrosão e proteção de metais**, São Paulo: Publicação IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, nº 1127, 1983.