

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).

Avaliação de revestimento Epóxi Novolac Tipo II em Célula Atlas e outros meios agressivos conforme especificações da norma Petrobras N-2912.

^a Edno Bocado

Abstract

The work aims to present the results obtained in the immersion test cell Atlas ASTM C 868 and ISO 2812-1, during the development of Type II Novolac epoxy coating applied in moist substrate to the specifications of Petrobras standard N-2912 - Coating Type II.

The Novolac Epoxy Coating - Type II - N-2912, in evaluation was applied on the substrate 1020 Carbon Steel with surface treatment by water jetting, surface profile of 70-120 microns, with 100% humidity and light level Flash Rust.

The evaluation of the coating in the literature can be found in the references.

The test pieces were coated with Novolac Epoxy - Type II - N-2912, Petrobras standard N-2912, were evaluated as specified in the Petrobras standard N-2912.

Tests and results obtained allow the use and application of the coating type II Petrobras standard N-2912, on the surface with 100% relative humidity and surface treated with water jetting as Petrobras standard N-0009.

Keywords: Coating Epoxy Novolac, Petrobras standard N-2912, Substrate wet Hydroblasting, Cell Atlas ASTM C-868, High Performance Coatings.

Resumo

O trabalho tem como objetivo apresentar os resultados obtidos no teste de imersão em Célula Atlas ASTM C 868 e ISO 2812-1, durante o desenvolvimento do Revestimento Epóxi Novolac Tipo II, aplicados em substrato úmido para as especificações da norma Petrobras N-2912 – Revestimento Tipo II.

O revestimento Epóxi Novolac - Tipo II - N-2912, em avaliação foi aplicado sobre substrato de Aço Carbono 1020, com tratamento de superfície por hidrojateamento, perfil de rugosidade entre 70 a 120 micrometros, com 100 % de umidade e Flash Rust nível leve.

A literatura do revestimento em avaliação pode ser encontrada nas referencias bibliográficas.

Os Corpos de prova foram revestidos com Epóxi Novolac - Tipo II - N-2912, norma Petrobras N-2912, foram avaliados conforme especificações na norma Petrobras N-2912.

Os testes e resultados adquiridos possibilitam o uso e aplicação do Revestimento Tipo II norma Petrobras N-2912, sobre superfície com 100 % de umidade relativa e superfície tratada com hidrojateamento conforme norma Petrobras N-0009.

^a Edno Bocado – Eng. Químico – Pós Graduado Eng. Produção - Resinar Materiais Compostos LTDA.

Palavras-chave: Revestimento Epóxi Novolac, Norma Petrobras N-2912, Substrato úmido, Hidrojateamento, Célula Atlas ASTM C-868, Revestimento Alto Desempenho.

Introdução

O objetivo inicial da pesquisa e desenvolvimento foi de encontrar e avaliar um revestimento, fabricado com uso de Resina Epóxi Novolac e Carga Cerâmica, que atendesse as especificações da norma Petrobras N-2912, para revestimento Tipo II, que permitisse o uso de hidrojateamento como processo para tratamento da superfície do substrato.

Nas folhas abaixo estaremos fazendo uma explanação dos resultados finais, após realização dos testes de imersão em Célula Atlas conforme ASTM D 868 e imersão em meios agressivos conforme ISO 2812-1, mediante as especificações da Norma Petrobras N-2912.

Metodologia

1. Considerações:

Entende-se teoricamente que o tipo de Resina Epóxi, as Cargas Minerais e o Agente de Cura a ser utilizado na formulação é que definem a classe térmica do revestimento final, como também os segredos de formulações contribuem e definem a sua resistência, seja ela química ou térmica.

A experiência mostra que uma simples comparação, entre os tipos de resinas, pode dizer que a Resina de Bisfenol A é inferior a Resina Bisfenol F, sendo estas duas inferiores a Resina Epóxi Novolac.

Os segredos das formulações empregadas nos revestimentos atuais e o uso do agente de cura utilizado na formulação é hoje o fator determinante na resistência química do produto final, como também sua tolerância aos variados tipos de equipamentos a serem utilizados no tratamento da superfície, quer seja de aço ou concreto.

Pode-se dizer que as Resinas Epóxi de Bisfenol A, Bisfenol F ou Epóxi Novolac, pouco evoluíram nas últimas décadas. A grande evolução obtida no segmento de Revestimentos Epóxi de Alto Desempenho são os Agentes de Cura e os tipos de Cargas Minerais disponibilizados para serem utilizados atualmente nas formulações.

Neste processo de avaliação utilizamos um revestimento que atende a norma N-2912 da Petrobras para revestimento Tipo II, com tecnologia e fabricação de uma empresa nacional. O sistema de revestimento em avaliação é a base de Resina Epóxi Novolac, Carga Cerâmica, Pigmentos, Aditivos e Agentes de Cura de alto desempenho (alto Tg),

A literatura do revestimento em avaliação pode ser encontrada nas referências bibliográficas.

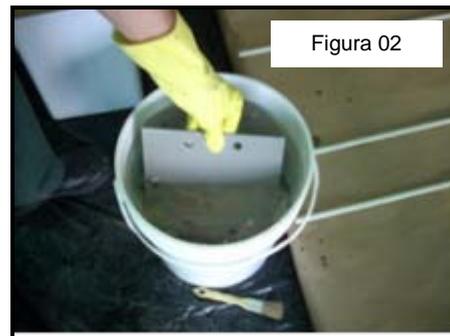
A escolha do tipo de revestimento tem importância fundamental na vida útil da pintura, como também o preparo de superfície é uma das partes de grande importância e relevância para o sucesso da pintura e proteção dos equipamentos durante sua vida em campo e operação.

Assim como a escolha do revestimento é de grande importância o preparo da superfície também exerce um papel fundamental nos sistema de revestimentos. A experiência mostra que o melhor preparo de superfície está relacionado com a completa remoção de partículas estranhas ao substrato, tais como carepas de laminação, películas de pintura, óxidos, oleosidade e abertura do perfil de rugosidade, com objetivo de aumentar a aderência do revestimento aplicado.

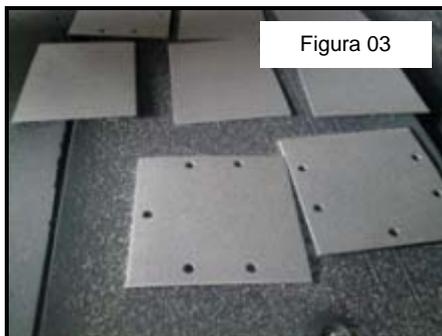
O melhor meio para obtenção deste perfil de rugosidade é o emprego do jato abrasivo e a agressão a superfície que está sendo tratada é tanto maior (mais rugosa), quanto mais duro, pesado e pontiagudo for o material que está sendo lançado pelo jato de ar comprimido, seja ele por jato seco ou hidrojateamento. O perfil de rugosidade ideal para um sistema de revestimento esta relacionado com a camada final a ser aplicada sobre o substrato.

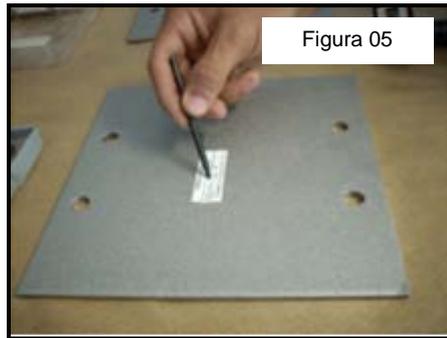
2. Preparação dos Corpos de Prova

2.1 - Os corpos de prova foram preparados em chapas de aço carbono 1020, com remoção das rebarbas, com uso de ferramentas mecânicas (lixadeira), norma Petrobras N-0006, seguidos de limpeza com agentes físicos químicos (Xilol) norma Petrobras N-0005.

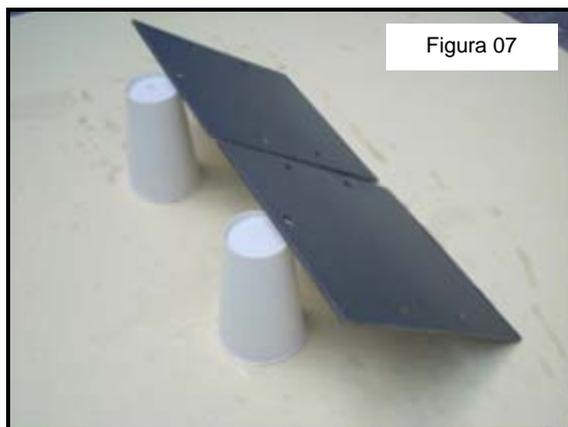


2.2 - Após a limpeza da superfície com agentes químicos para remoção das gorduras e oleosidade, foi realizado jato abrasivo conforme norma Petrobras N-13, ate perfil de rugosidade entre 70 e 120 micrometros, com uso de granalha de aço como abrasivo.





2.3 - Em seguida os corpos de prova foram molhados em excesso com água de torneira fazendo-se uso de trincha (figura 08), Após a retirada e escoamento do excesso de água esperou-se pela formação de Flash Rust nível leve (figura 09), conforme classificação NACE VIS 7/ SSPC-VIS 4.



2.4 - Pintura dos corpos de prova.

Os corpos de prova foram revestidos com Revestimento Epóxi Novalac N-2912 - Tipo II, (vide certificado qualidade pagina 10), com uso de Bomba Air Less 100/1, pistola Graco XTR 7 e bico 0,27 mm.



Figura 10



Figura 11

3. Realização do teste de avaliação química.

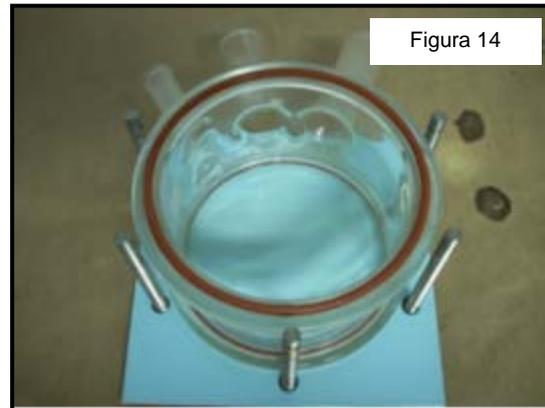
3.1 – Teste de imersão em Célula Atlas ASM C 868

3.1.1- Composição e montagem da Célula atlas

- ✓ Célula vidro – Célula Atlas ASTM C 868
- ✓ Controlador tensão
- ✓ Termômetro vidro – Calibração CEIME – CCM-37323/11
- ✓ Condensador vidro
- ✓ Corpo de prova em avaliação
- ✓ Meio agressivo – Água Produzida sintética
- ✓ Mangueira flexível
- ✓ Água potável de torneira
- ✓ Bomba de aquário
- ✓ Borracha vedação



Figura 12



3.1.2 - Realização ensaio conforme N-2912 - Item 4.3.1 - Tabela 04 - Nota 01.

Equipamento – Célula Atlas AST C 868

Norma – N-2912 – Revestimento Tipo II

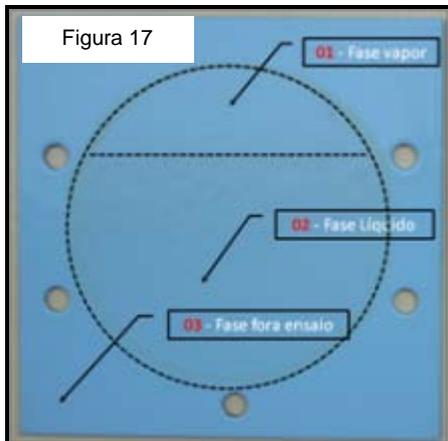
Tempo ensaio – 2.000 horas

Temperatura – 60° C

Meio agressivo – Água produzida sintética (Composição)

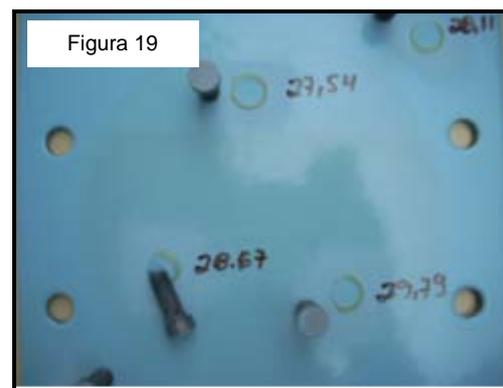
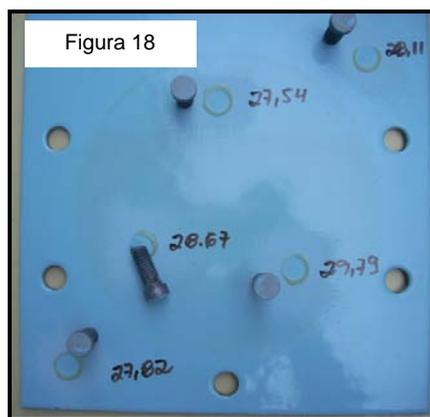
- ✓ 70.000 ppm íons cloreto = 115,30 g/L Cloreto sódio - PA
- ✓ 21,00 g/L Acetato Sódio - PA
- ✓ pH 5,00 ajustado com Ácido Clorídrico - PA

3.1.3. Avaliação do corpo de prova com relação a aderência a tração após imersão em Célula Atlas, conforme ASTM D 4541:2009 Anexo 4 – Item 4.3.2 na norma Petrobras N2912.



- ✓ 1- Aderência por tração na fase de vapor
- ✓ 2- Aderências tração na fase líquida
- ✓ 3- Aderências por tração fora local de ensaio

3.1.4. Resultados de aderência a tração obtidos após 2.000 horas de exposição



3.1.5. Valores encontrados em MPa

Tabela 01

Descrição	Pino 01	Pino 02	Pino 03	Tipo de falha conforme ISO 4624
Fase vapor	27,54	-	-	Falha do tipo Y = Adesivo
Fase líquida	28,67	29,79	-	
Fase fora ensaio	27,82	-	-	

Especificação mínima de 10 MPa, conforme item 4.3.2 da norma Petrobras N2912, após exposição de 2.000 horas em Célula Atlas ASTM C 868.

3.2. - Realização ensaio imersão em meios agressivos, conforme N-2912 - Item 4.3.1 – ISO 1812-1.

- ✓ Imersão em Soda Caustica (NaOH) - 30,00 % a 25° C – 2.000 horas
- ✓ Imersão em Ácido Sulfúrico (H₂SO₄) - 40,00 % a 25° C – 2.000 horas

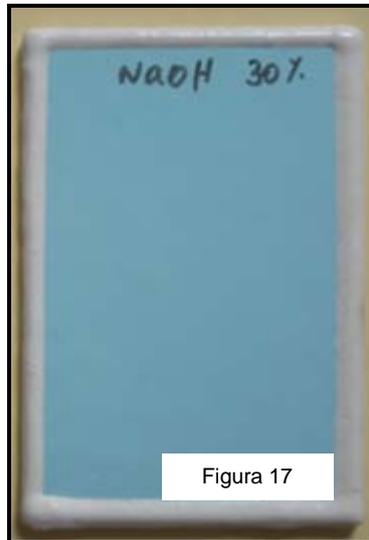


Figura 17

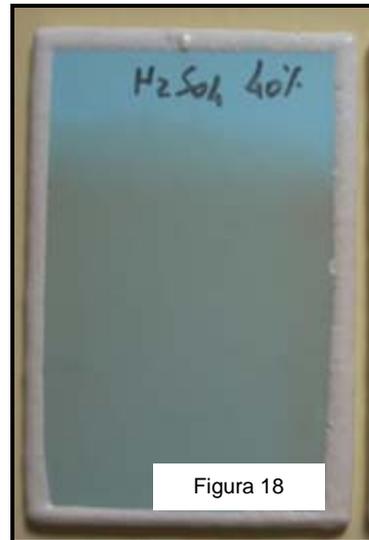


Figura 18

- ✓ Imersão em Ácido Sulfúrico (H₂SO₄) - 60,00 % a 25° C – 2.000 horas
- ✓ Imersão em Ácido Sulfúrico (H₂SO₄) - 80,00 % a 25° C – 2.000 horas

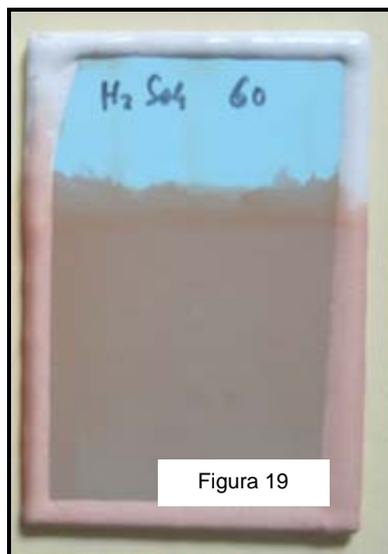


Figura 19



Figura 20

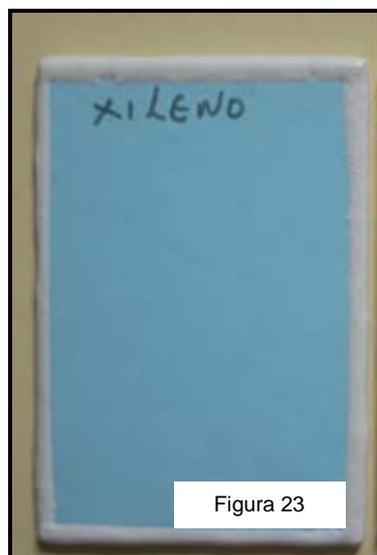
Observação.

Os meios agressivos referente as figura 19 e 20 não fazem parte da norma N-2912. Este teste foi realizado apenas por curiosidade e verificação do comportamento do sistema Epóxi Novolac em avaliação frente ao Ácido Sulfúrico em concentrações variadas e elevadas.

- ✓ Imersão em Álcool Hidratado 96 gl a 25° C – 2.000 horas
- ✓ Imersão em Metil Isobutil Cetona (MIBK) a 25° C – 2.000 horas



- ✓ Imersão em Xileno a 25° C – 2.000 horas -
- ✓ Imersão em Estireno a 25° C – 2.000 horas

**Observação.**

O meio agressivo referente a figura 24 não faz parte da norma N-2912. Este teste foi realizado apenas por curiosidade e verificação do comportamento do sistema Epóxi Novolac em avaliação frente a Monômero de Estireno.

4. Dados do sistema Epóxi Novalac em avaliação

Sistema de revestimento com uso de Resina Epóxi Novalac – Tipo II - N-2912, curada com agente de cura Poliamina de alto desempenho.

Produto	TINTA EPÓXI NOVOLAC COM CARGA CERAMICA - TIPO II – N-2912			
Nome	RESICOR 450 EN - TIPO II – N-2912			
Código	xx.xx.xxx	Comp. A	Lote - A	21 27552 2001
	yy.yy.yyy	Comp. B	Lote - B	21 27553 2001
Fabricação	15/01/2012		Validade	14/1/2013
CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO - COMPONENTE A + B				
Descrição	Especificação		Encontrado	Norma
	Mínimo	Maximo		
Sólidos por massa, %	97,00	-	98,20	N - 1367
Sólidos por volume, %	95,00	-	96,90	N - 1358
Massa específica, g/cm ³	-	1,60	1,38	ASTM D 1475
Consistência, UK	-	140,00	134,00	ASTM D 562
Descaimento, microns	400,00	-	600,00	ABNT NBR 12103
Ponto de fulgor, °C comp., A	100,00	-	128,00	ISO 3860
Ponto fulgor, °C comp. B	66,00	-	72,00	ISO 3860
Finura moagem, microns	-	50,00	40,00	ASTM D 1210
Tempo vida útil (Pote-Life), mim	45,00	-	70,00	ABNT NBR 15742
Tempo de secagem livre de pegajosidade, h	-	12,00	10,00	ASTM D 1640
Tempo de secagem à pressão, h	-	24,00	20,00	ASTM D 1640
Tempo de secagem para repintura, h	-	24,00	24,00	ASTM D 1640
Ceramite 450 EN atende a Norma Petrobras N-2912 - Revestimento Tipo II				
Relação de mistura peso	83,00	Ceramite 450 EN - Tipo II - N 2912 - Componente A		
	17,00	Ceramite 450 EN - Tipo II - N 2912 - Componente B		
Relação de mistura volume	5,00	Ceramite 450 EN - Tipo II - N 2912 - Componente A		
	1,00	Ceramite 450 EN - Tipo II - N 2912 - Componente B		
Aprovado e homologado para norma - N-2912 - Revestimento Tipo II - CRCC 027273 – Rev. 02				

5. Conclusão

- ✓ Todos os testes realizados conforme a norma Petrobras N-2912, não apresentaram falhas estando em conformidade com as exigências da norma N-2912.
- ✓ No teste de imersão em Ácido Sulfúrico os corpos de prova (figura 18, 19 e 20) sofreram alteração na cor pelo contato do Epóxi Novolac frente a meio agressivo. Esta alteração de cor é comum quando se expõe sistema Epóxi Novolac frente a Ácido Sulfúrico com concentrações elevadas.
- ✓ A mudança na coloração do filme do revestimento vide fotos 18, 19 e 20 não altera a qualidade e desempenho do revestimento em campo, sendo este apenas uma sinalização de que o sistema de revestimento é uma resina Epóxi Novolac.
- ✓ O teste de aderência por tração conforme ASTM D 4541:2009, realizado (tabela 01) evidenciou que o sistema de revestimento em avaliação, apresenta excelentes aderência por tração após o tempo de exposição de 2.000 horas, conforme especificação da norma Petrobras N2912, seja na fase de contato com líquido, vapor ou fora do local de ensaio.
- ✓ Todos os testes de aderência por tração apresentaram falhas do tipo Y, pelo fato de que o sistema de revestimento em avaliação apresenta resistência a tração superior ao adesivo utilizado.
- ✓ Os testes realizados indicam que o sistema de revestimento em avaliação pode ser utilizado em superfície que foram tratadas com hidrojateamento com 100 % de URA e nível de Flash Rust leve.
- ✓ Para situações que não foram citadas neste relatório sugerimos testes de campo e acompanhamento técnico para avaliação.

Referências bibliográficas

WWW.resinar.com.br - Literatura técnica referente ao Boletim Técnico, FISPQ e Ficha de Emergência do sistema de revestimento, RESICOR EN 450 – Tipo II – N-2912.

Norma Petrobras N-0005, N-0006, N-0009, N-0013 e N-2912.

Norma ASTM C 868, ISO 2812-1, ASTM D 4541:2009 e ISO 4624.

Departamento técnico Resinar Materiais Compostos Ltda.

Manual de operação da Bomba Air Less.

Manual de utilização pistola Graco XTR 7 e bico pintura 0,27.

Manual de utilização de aparelho de aderência por tração Patti IV.