INTERCORR 2008
28° Congresso Brasileiro de Corrosão
2nd International Corrosion Meeting
Mar Hotel, Recife / PE • 12 a 16 de maio de 2008

Copyright 2008, ABRACO
Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2008, em Recife/PE, no mês de maio de 2008.
As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Revestimentos orgânicos para proteção anticorrosiva de estações certificadas pela ISO 14000

Neusvaldo Lira de Almeida[1], Mirela Talarico[2], Francisco J.S. Siqueira[3], Mauro Kenji Mori[4]

Abstract

Several anticorrosive paints made in Brazil still contain great amounts of VOC inhibitors or anticorrosive pigments harmful to the human being and to the environment. To reduce the damage to the environment, Low-VOC and No-VOC coatings have been developed. These kinds of paints allow applying greater thicknesses per coat and this reduces the application time and consequently the emission of VOC in the atmosphere. Moreover, many of these coatings do not contain toxic-metals. In Brazil, although there are still no laws to control the concentration of solvent and toxic-metals, high solids and solvent free anticorrosive paints have been developed. Looking for environmentally friendly alternatives, the Company of Transmission of Electric Energy of Sao Paulo - CTEEP and IPT developed a study according to the Aneel P&D program with different coatings for corrosion protection of metallic materials used on transmission lines and in electric plants certified by ISO 14000. The aim was to get enough information to produce specifications of products to be applied on galvanized steel. Characterization tests and evaluation performance were carried out such as: accelerated and nonaccelerated tests, Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) and toxic evaluation. The coatings were applied over new and aging galvanized steel. Blistering and no oxidation were verified in the out-door tests, in all coatings. In the accelerated corrosion tests, some blisters occurred, especially in the salt spray and the saturated humidity test. In the EIS, all coatings presented high impedance in low frequency (100 $M\Omega.cm^2$) after 1400 h of immersion in NaCl 3%, indicating a good barrier

Resumo

A maioria das tintas industriais produzidas no Brasil ainda possui grandes quantidades de VOC e, em alguns casos, de pigmentos anticorrosivos ou inibidores de corrosão nocivos ao ser humano e ao meio ambiente. Com o objetivo de reduzir o impacto ambiental decorrente do uso destes produtos, tintas *Low VOC* e *No VOC* têm sido desenvolvidas. Estas tintas permitem obter maiores espessuras por demão o que reduz o tempo de aplicação e conseqüentemente a emissão de VOC na atmosfera. Além disso, muitas destas tintas não contêm metais pesados em sua composição. No Brasil, apesar de ainda não existirem legislações que controlem a concentração de solventes e de metais pesados em tintas anticorrosivas, já estão sendo

[1] Mestre em Engenharia, Pesquisador do Laboratório de Corrosão e Proteção – IPT (e-mail: neusval@ipt.br)
[2] Pesquisadora Assistente do Laboratório de Corrosão e Proteção – IPT (e-mail: mirelat@ipt.br)
[3] Engenheiro – Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista
[4] Técnico – Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista

INTERCORR 2008
28° Congresso Brasileiro de Corrosão
2nd International Corrosion Meeting
Mar Hotel, Recife / PE • 12 a 16 de maio de 2008

produzidas tintas de alto sólidos e sem metais pesados. Na busca por alternativas de revestimentos com baixo impacto ambiental, a Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista – CTEEP e o IPT desenvolveram um estudo no âmbito do programa de P&D da ANEEL com revestimentos orgânicos, com baixo teor de VOC e sem metais pesados, para proteção contra a corrosão de materiais metálicos para serem utilizados em linhas e subestações elétricas localizadas em parques estaduais, em áreas de preservação ambiental e em subestações certificadas pela norma ISO 14000. O objetivo foi obter subsídios para produzir especificações técnicas de produtos e serviços aplicadas a estruturas de aço-carbono galvanizado. Foram realizados ensaios de caracterização, avaliação do desempenho por meio de ensaios acelerados e não-acelerados de corrosão, ensaio de Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE) e avaliação toxicológica. Os revestimentos foram aplicados em aço galvanizado novo e envelhecido artificialmente. Não foram verificados empolamento e nem oxidação na superfície, nas estações de corrosão atmosférica nos esquemas aplicados em aço galvanizado. Nos ensaios acelerados de corrosão, foram observadas algumas bolhas, especialmente nos ensaios de exposição à névoa salina e à umidade saturada. Não foram observados outros defeitos como oxidação e fendilhamento. Nos ensaios de espectroscopia de impedância eletroquímica, todas as tintas apresentaram impedância na região de baixa freqüência de pelo menos $10^6\ \Omega/cm^2$, após 1400 h de imersão em solução de NaCl 3%, valores estes indicativos de elevada proteção por barreira.

***Palavras chaves**: tintas ecológicas, caracterização, ensaios acelerados, ensaios não-acelerados, impedância eletroquímica.*

1. Introdução

A maioria das tintas de proteção anticorrosiva produzidas no Brasil ainda é formulada com consideráveis concentrações de solventes (compostos orgânicos voláteis – VOC) e, em alguns casos, com pigmentos anticorrosivos ou inibidores de corrosão nocivos ao ser humano e ao meio ambiente. Em alguns países, a substituição das tintas convencionais por tecnologias pouco agressivas ao meio ambiente vem ocorrendo mais rapidamente. No Brasil, apesar de ainda não existirem legislações que controlem a concentração de solventes e de metais pesados em tintas anticorrosivas, já estão sendo produzidas tintas de alto sólidos e sem metais pesados. Embora ainda possuam solvente na composição, a quantidade é consideravelmente menor do que a das tintas convencionais. Com o objetivo de reduzir o impacto ambiental decorrente do uso destes produtos, tintas com baixa concentração de compostos orgânicos voláteis *(Low VOC)* e tintas "sem solventes" (*No VOC)* têm sido desenvolvidas. Estas tintas permitem obter maiores espessuras por demão o que reduz o tempo de aplicação e conseqüentemente a emissão de VOC na atmosfera. Além disso, muitas destas tintas não contêm metais pesados em sua composição.

Neste trabalho, foram avaliados vários esquemas de pintura para proteção contra a corrosão e com menor impacto ambiental possível, com o objetivo de produzir especificações técnicas de produtos e serviços aplicados a estruturas de aço-carbono zincado em linhas e subestações elétricas localizadas em parques estaduais, em áreas de preservação ambiental e em subestações certificadas pela norma ISO 14000. A aplicação sobre aço-carbono galvanizado foi porque estes são materiais metálicos utilizados em praticamente todos os componentes, equipamentos e estruturas metálicas de subestações e torres de LT's.

INTERCORR 2008
28° Congresso Brasileiro de Corrosão
2nd International Corrosion Meeting
Mar Hotel, Recife / PE • 12 a 16 de maio de 2008

A aplicação de pintura sobre aço galvanizado tem sido objeto de vários estudos porque, em muitos casos, a vida útil revestimento é inferior à esperada. Vários estudos apontam pré-tratamentos inadequados e esquemas de pintura mal especificados com os principais responsáveis.
A metodologia adotada na condução deste estudo consistiu de revisão bibliográfica sobre as modernas tecnologias em tintas anticorrosivas, definição dos esquemas de pintura, avaliação toxicológica das tintas, preparação dos corpos-de-prova, ensaios de caracterização, ensaios acelerados e não-acelerados de corrosão, testes práticos de aplicabilidade no campo, ensaios de Espectroscopia de Impedância Eletroquímica.

2. Procedimento Experimental

2.1 Esquemas de pintura

Foram estudados oito esquemas constituídos de fundo epóxi e acabamento poliuretano e polissiloxano. Estes esquemas estão identificados na Tabela 1.

Tabela 1 - Identificação dos esquemas de pintura

Esquemas	Fundo	Acabamento
I	Epóxi sem solvente, isento de metais pesados	Epóxi sem solvente, isento de metais pesados
II	Epóxi sem solvente, isento de metais pesados	Poliuretano acrílico alifático alto sólidos.
III	Epóxi sem solvente	Epóxi sem solvente
IV	Epóxi sem solvente	Poliuretano alto sólidos.
V	Epóxi sem solvente, livre de alcatrão de hulha	Epóxi sem solvente, livre de alcatrão de hulha
VI	Epóxi sem solvente, livre de alcatrão de hulha	Polissiloxano alto sólidos
VII	Epóxi com pigmentos atóxicos	Epóxi com pigmentos atóxicos
VIII	Epóxi com pigmentos atóxicos	Poliuretano acrílico alifático alto sólidos

2.2 Preparação dos corpos-de-prova

Foram definidos dois tipos de substratos:

- aço-carbono galvanizado novo com espessura de 200 μm de zinco;
- aço-carbono galvanizado com espessura de 200 μm de zinco, envelhecido artificialmente.

O envelhecimento de superfícies galvanizadas é um processo natural e, em geral, ocorre com cerca de um ano de exposição. Em função do cronograma do projeto, optou-se pelo envelhecimento artificial dos corpos-de-prova galvanizados, o que foi feito por meio de ensaios de exposição atmosférica com aspersão de solução 3% de NaCl (S*cab Test*).

INTERCORR 2008
28° Congresso Brasileiro de Corrosão
2nd International Corrosion Meeting
Mar Hotel, Recife / PE • 12 a 16 de maio de 2008

Todos os corpos-de-prova tinham dimensões 10 cm x 15 cm x 0,4 cm. As chapas de aço-carbono galvanizado novo foram imersas em solução de hidróxido de sódio 10% para remoção do tratamento de passivação, em seguida foram lixadas com lixa de grana 100, lavadas com água e secadas com ar quente. As chapas de aço galvanizado envelhecidas artificialmente foram lixadas com lixa de grana 100, lavadas e secadas com ar quente. Cada esquema foi aplicado nos dois substratos. As tintas foram aplicadas com pistola convencional, com espessura de película seca (eps) de 150 μm por demão de epóxi e 80 μm de polissiloxano ou poliuretano. Os corpos-de-prova foram ensaiados sem incisão e com incisão. As Figuras 1 e 2 mostram aspectos de corpos-de-prova antes dos ensaios.

Figura 1 – aspecto de um corpo-de-prova sem incisão.

Figura 2 – aspecto de um corpo-de-prova com incisão.

3. Resultados e discussão

3.1 Ensaios de caracterização na tinta líquida

Para pesquisar a presença de metais pesados nas tintas deste estudo, foram feitas análises por dispersão de energia (EDS). Nenhuma tinta apresentou metais pesados em sua composição. Na Tabela 2, estão mostrados os resultados obtidos nesta análise. As tintas foram analisadas também quanto à irritação dérmica no laboratório Bioagri. De acordo com os resultados obtidos, todas as tintas foram consideradas moderadamente irritantes.

Foram realizados também ensaios de determinação da viscosidade, da massa específica, do teor de sólidos por volume e verificação da aderência. Os resultados dos ensaios de viscosidade, massa específica e teor de sólidos por volume estão apresentados na Tabela 3 e os resultados do ensaio de verificação da aderência estão mostrados na Tabela 4.

INTERCORR 2008
28° Congresso Brasileiro de Corrosão
2nd International Corrosion Meeting
Mar Hotel, Recife / PE • 12 a 16 de maio de 2008

Tabela 2 – Resultados da análise por EDS para identificação de metais pesados

Esquemas	Tipo de tinta	Elementos identificados
I e II	**Epóxi**, sem solvente e isento de metais pesados.	C, O, Mg, Al, Si, Ca e Ti.
	Poliuretano Acrílico alifático, alto teor de sólidos.	C, O, Al, Si e Ti.
III e IV	**Epóxi**, sem solvente.	C, O, Si, Cl, Ca e Ti.
	Poliuretano, alto teor de sólidos.	C, N, O, Al, Si, Ti e Ba.
V e VI	**Epóxi** sem solvente, livre de alcatrão de hulha.	C, O, Al, Si, Cl, Ca, Ti, Fe e Ba.
	Polisiloxano, alto teor de sólidos.	C, O, Al, Si, Ca e Ti.
VII e VIII	**Epóxi** com pigmentos atóxicos.	C, N, O, Al, Si, S, Cl e Ti.
	Poliuretano acrílico alifático, alto teor de sólidos.	C, O, Al, Si, S e Ti.

Tabela 3 – Viscosidade, massa específica e teor do volume de sólidos

Esquemas	Tipo de tinta	Viscosidade (UK)	Massa específica (g/cm^3)	Volume de sólidos (%)
I e II	**Epóxi**, sem solvente e isento de metais pesados.	100	1,29	87,0
	Poliuretano Acrílico alifático, alto teor de sólidos.	101	1,33	60,5
III e IV	**Epóxi**, sem solvente.	95	1,26	84,5
	Poliuretano, alto teor de sólidos.	120	1,70	65,3
V e VI	**Epóxi** sem solvente, livre de alcatrão de hulha.	112	1,45	87,8
	Polisiloxano, alto teor de sólidos.	79	1,34	73,4
VII e VIII	**Epóxi** com pigmentos atóxicos	100	1,27	82,2
	Poliuretano acrílico alifático, alto teor de sólidos.	105	1,38	63,7

INTERCORR 2008
28° Congresso Brasileiro de Corrosão
2nd International Corrosion Meeting
Mar Hotel, Recife / PE • 12 a 16 de maio de 2008

Tabela 4 – Aderência dos revestimentos

Esquema	Substrato	Aderência
I	Aço galvanizado novo	2 MPa - 20% B/C e 80% -/Y
	Aço galvanizado Envelhecido	2 MPa - 80% A/B e 20% -/Y
II	Aço galvanizado novo	7 MPa - 85% B/C e 15% -/Y
	Aço galvanizado Envelhecido	8 MPa - 80% A/B e 20% B/C
III	Aço galvanizado novo	4 MPa - 100% Y/Z
	Aço galvanizado Envelhecido	6 MPa - 60% A/B e 30% -/Y
IV	Aço galvanizado novo	7 MPa - 80% B/C e 20% -/Y
	Aço galvanizado Envelhecido	4 MPa - 10% A/B e 90% -/Y
V	Aço galvanizado novo	4,5 MPa - 5% B/C e 95% -/Y
	Aço galvanizado Envelhecido	4 MPa - 10% A/B e 90% -/Y
VI	Aço galvanizado novo	6 MPa - 30% A/B e 70% -/Y
	Aço galvanizado Envelhecido	3 MPa - 40% A/B e 60% -/Y
VII	Aço galvanizado novo	3,5 MPa - 10% B/C e 90% -/Y
	Aço galvanizado Envelhecido	5,5 MPa - 30% A/B e 70% -/Y
VIII	Aço galvanizado novo	2,5 MPa - 5%B/C e 95% -/Y
	Aço galvanizado Envelhecido	5,5 MPa - 40% A/B e 60% B/C

Nota: A/B falha entre a tinta e o substrato. B/C falha entre a 1ª e a 2ª demão. -/Y falha entre o adesivo e a tinta. Y/Z falha entre o adesivo e o dolly.

3.2 Ensaios Acelerados de Corrosão

Os revestimentos foram submetidos aos ensaios de exposição em câmara de umidade saturada de acordo com norma NBR 8095, durante 1500 horas, em câmara de névoa salina de acordo com a NBR 8094, durante 1500 h, ao dióxido de enxofre segundo a NBR 8096 com 2,0 L, durante 5 ciclos e ao ensaio cíclico corrosão-intemperismo, durante 4 ciclos. Cada ciclo correspondia a 7 dias de exposição ao ensaio prohesion e 7 dias em câmara de UV-A. Em todos estes ensaios, foram utilizados corpos-de-prova com e sem incisão.

Os resultados dos ensaios acelerados de corrosão mostraram que, todos os esquemas estudados, tanto epóxi/epóxi como epóxi/poliuretano e epóxi/polissiloxanos, aplicados sobre o aço galvanizado novo e envelhecido e sobre o aço-carbono, não apresentaram oxidação e nem fendilhamento; no entanto, vários esquemas apresentaram empolamento nos ensaios em câmara de névoa salina e em câmara úmida e perda de aderência nas vizinhanças da incisão. Os graus de empolamento e migração a partir da incisão estão mostrados na Tabela 5.

INTERCORR 2008
28° Congresso Brasileiro de Corrosão
2nd International Corrosion Meeting
Mar Hotel, Recife / PE • 12 a 16 de maio de 2008

Tabela 5 - graus de empolamento e migração (mm) a partir da incisão

Esquemas	Substrato	Câmara úmida		Névoa salina		Dióxido de enxofre	
		Empolamento	Migração (mm)	Empolamento	Migração (mm)	Empolamento	Migração (mm)
I	AGN	4 F	2,8	6 MD	36	8 M	0
	AGE	4 MD	0	8 F	11	8 D	0
II	AGN	8 D	2,5	6 MD	11	10	0
	AGE	8 MD	0,6	8 D	22	10	0
III	AGN	8 F	0	10	0	10	0
	AGE	10	0	8 M	2	10	0
IV	AGN	8 D	0	10	0	10	0
	AGE	8 MD	0	6 MD	0	10	0
V	AGN	8 F	1	6 M	3	10	0
	AGE	4 M	5	8 MD	14	6 D	0
VI	AGN	4 F	4	2 M	4	10	0
	AGE	4 F	46	8 M	4	10	0
VII	AGN	10	11	10	0	10	0
	AGE	4 F	2	10	22	10	0
VIII	AGN	8 MD	0	10	3	10	0
	AGE	8 MD	39	8 M	12	10	0

Nota: AGN = Aço galvanizado novo; AGE = Aço galvanizado envelhecido.

3.3 Ensaios não-acelerados de Corrosão
Estações de Corrosão Atmosférica

Os ensaios não-acelerados foram realizados em quatro estações de corrosão atmosférica, cujas características estão apresentadas a seguir:

- ECA Mongaguá – atmosfera marinha, situada a 1 km do mar, Mongaguá - São Paulo.
- ECA Baixada Santista – atmosfera industrial, Cubatão – São Paulo.
- ECA Limão – atmosfera urbana, bairro do Limão, cidade de São Paulo.
- ECA Alto da Serra – atmosfera especial, alto da serra do mar, região com grande concentração de poluentes provenientes de Cubatão e elevada umidade relativa.

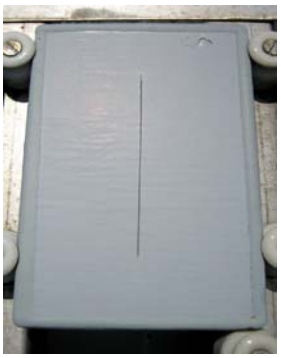
Os corpos-de-prova foram expostos nas quatro estações de corrosão atmosférica durante 18 meses. Para cada esquema de pintura, foram instalados dois corpos-de-prova sem incisão e um com incisão.

Todos os esquemas de pintura aplicados sobre o aço galvanizado novo e envelhecido artificialmente, não apresentaram defeitos tais como empolamento, oxidação e fendilhamento em todas as estações de corrosão atmosférica deste estudo, como mostram as Figura 3 a 6.

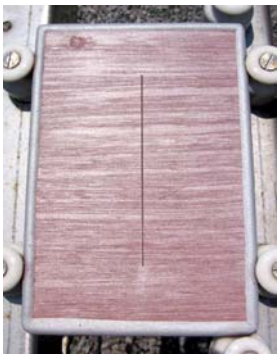
Esquema I – Epóxi-epóxi sobre AGN

Esquema II – Epóxi-poliuretano sobre AGE.

Esquema III– Epóxi-epóxi sobre AGN



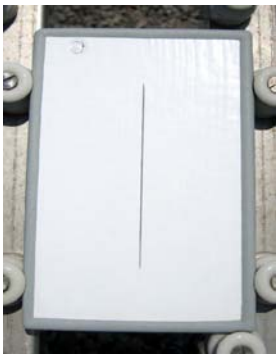
Esquema IV – epóxi-poliuretano sobre AGE.



Esquema V – Epóxi-epóxi sobre AGN

Esquema VI – Epóxi-polissiloxano sobre AGE.

Esquema VII– Epóxi-epóxi sobre AGN



Esquema VIII – epóxi-poliuretano sobre AGE.

Figura 3 – Aspecto de corpos-de-prova expostos na ECA Mongaguá, após 18 meses.

Esquema I – Epóxi-epóxi sobre AGN

Esquema II – Epóxi-poliuretano sobre AGE.

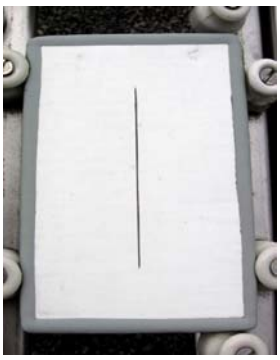
Esquema III– Epóxi-epóxi sobre AGN

Esquema IV – epóxi-poliuretano sobre AGE.

Esquema V – Epóxi-epóxi sobre AGN

Esquema VI – Epóxi-polissiloxano sobre AGE.

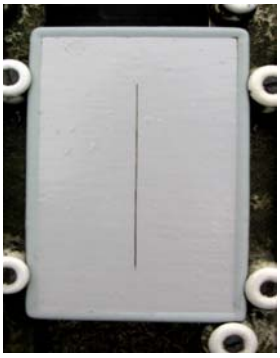
Esquema VII– Epóxi-epóxi sobre AGN



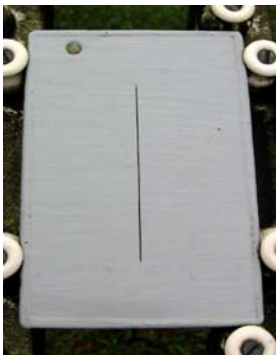
Esquema VIII – epóxi-poliuretano sobre AGE.

Figura 4 – Aspecto de corpos-de-prova expostos na ECA Cubatão, após 18 meses.

Esquema I – Epóxi-epóxi sobre AGN

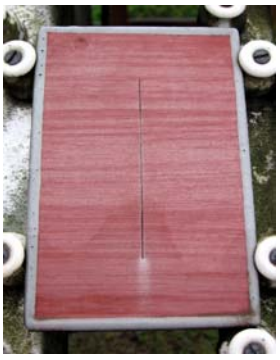


Esquema II – Epóxi-poliuretano sobre AGE.

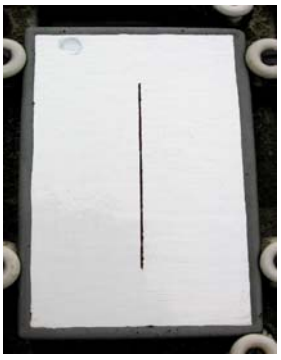


Esquema III– Epóxi-epóxi sobre AGN

Esquema IV – epóxi-poliuretano sobre AGE.



Esquema V – Epóxi-epóxi sobre AGN



Esquema VI – Epóxi-polissiloxano sobre AGE.

Esquema VII– Epóxi-epóxi sobre AGN

Esquema VIII – epóxi-poliuretano sobre AGE.

Figura 5 – Aspecto de corpos-de-prova expostos na ECA Alto da Serra, após 18 meses.

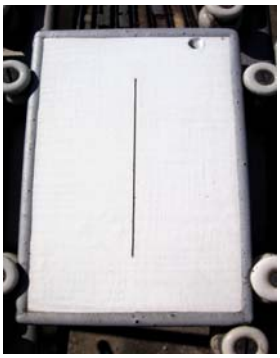
Esquema I – Epóxi-epóxi sobre AGN

Esquema II – Epóxi-poliuretano sobre AGE.

Esquema III– Epóxi-epóxi sobre AGN

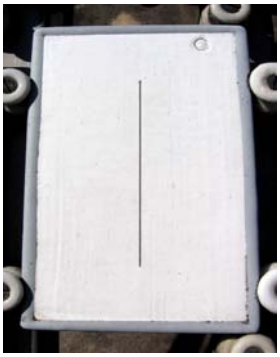
Esquema IV – epóxi-poliuretano sobre AGE.

Esquema V – Epóxi-epóxi sobre AGN



Esquema VI – Epóxi-polissiloxano sobre AGE.

Esquema VII– Epóxi-epóxi sobre AGN



Esquema VIII – epóxi-poliuretano sobre AGE.

Figura 6 – Aspecto de corpos-de-prova expostos na ECA Limão, após 18 meses.

3.4. Espectroscopia de Impedância Eletroquímica

Os ensaios de Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIS) foram realizados em uma faixa de freqüência de 10 mHz a 100 kHz com uma amplitude de perturbação de potencial de 20 mV. Como referência, foi utilizado o eletrodo de calomelano saturado e como contra-eletrodo uma rede de platina de grande área. A área do eletrodo de trabalho foi de 16 cm^2, delimitada por um cilindro de vidro colado na superfície da placa e, como eletrólito, foi utilizada uma solução de NaCl 3%. Os valores de impedância de cada esquema de pintura, na região de baixa freqüência, obtidos dos diagramas de Nyquist estão apresentados na Tabela 6. Pode-se verificar que todos os esquemas de pintura apresentaram comportamento capacitivo no início dos ensaios e alguns mantiveram este comportamento após 1400 h de imersão.

Tabela 6 – Valores de impedância dos esquemas de pintura

Esquemas	Substrato	Valores de Impedância ($\Omega.cm^2$)		
		t = 0 h	t = 24 h	t = 1400 h
I	AGN	TC	TC	10^8
	AGE	TC	TC	10^8
II	AGN	TC	TC	10^8
	AGE	TC	TC	TC
III	AGN	TC	TC	TC
	AGE	TC	TC	TC
IV	AGN	TC	TC	TC
	AGE	TC	TC	TC
V	AGN	TC	TC	10^7
	AGE	TC	10^6	10^6
VI	AGN	TC	TC	TC
	AGE	TC	TC	TC
VII	AGN	TC	TC	TC
	AGE	TC	TC	TC
VIII	AGN	TC	10^8	10^8
	AGE	TC	10^8	10^8

Nota: TC – totalmente capacitivo.

4. Avaliação da aplicabilidade em campo

A aplicabilidade em campo dos revestimentos foi avaliada em Torres de LT's, selecionadas por técnicos da CTEEP, na cidade de Embú Guaçú, região metropolitana de São Paulo. Foram aplicados os esquemas de pintura: epóxi-epóxi, epóxi-poliuretano e epóxi-polissiloxano. A aplicação foi feita utilizando-se rolos e trinchas e de acordo com o procedimento descrito a seguir:

- lavagem com água, esfregando-se simultaneamente com palha de aço;
- lixamento leve (para minimizar a remoção do revestimento) com lixa de grana 80;
- limpeza com pano úmido;
- aguardar a secagem da superfície;
- aplicação da tinta de fundo (primeira demão de tinta epóxi);
- aguardar 24 horas;
- limpeza com pano úmido e aplicação da tinta de acabamento (segunda demão de epóxi ou de poliuretano ou de polissiloxano);
- inspeção final.

Os revestimentos foram avaliados durante a aplicação e após a cura completa e não apresentaram quaisquer defeitos de aplicação. Após a cura, a aderência dos esquemas foi avaliada e todos os esquemas mostraram-se perfeitamente aderentes ao substrato.

5. Conclusões

Neste estudo, as tintas epóxídicas foram aplicadas diretamente sobre a superfície galvanizada, sem tinta de aderência justamente, porque um dos objetivos do estudo foi estudar tinta com alto teor de sólidos, diferentemente do epóxi isocianato cujo teor de sólidos é muito elevado. Este procedimento mostrou-se eficaz, como pôde ser constatado nos ensaios acelerados e não-acelerados de corrosão, nos ensaios de Espectroscopia de Impedância Eletroquímica e também no ensaio de aderência à tração (*Pull-Off*).

Quanto às características de toxidez, as tintas tanto epoxídicas com as de poliuretano e polisiloxano não apresentaram metais pesados na sua composição e, no ensaio de irritação dérmica, todas elas foram consideradas moderadamente irritantes. Este resultado representa um avanço importante nesta classe de revestimentos, comparando-se com as tintas convencionais. Os sólidos destas tintas são da ordem de 80%, enquanto que das tintas convencionais são da ordem de 50%.

Com relação à aplicabilidade em campo, não foram constatadas dificuldades e/ou problemas adicionais além daqueles normalmente existentes nestas condições de aplicação. Os revestimentos mostraram-se uniformes, aderentes e sem defeitos de aplicação.

Agradecimentos

Este trabalho é resultado de um desenvolvimento conjunto do Laboratório de Corrosão e Proteção do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A e da Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista – CTEEP no âmbito do programa de P&D da ANEEL.

Os autores agradecem às empresas Renner, Akzo Nobel, Sherwin Williams e WEG Química por fornecerem as tintas para preparação dos corpos-de-prova.