



WCSE2018_24

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO, PRODUTIVIDADE E CUSTOS DE TECNOLOGIAS DE PROTEÇÃO
ANTICORROSIVA PARA ESTRUTURAS ENTERRADAS
DE LINHAS DE TRANSMISSÃO**

Cristina da Costa Amorim, Alberto Pires Ordine, Marcos Martins de Sá, Wendell Porto de Oliveira

**Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel
Eletrobras Furnas**

Organização:



- As torres de linhas de transmissão, cujas fundações são constituídas de grelhas metálicas em aço galvanizado, podem apresentar intensos processos de corrosão na sua parte enterrada.
- As equipes de manutenção das empresas Eletrobras realizam inspeções frequentes nestas torres para programar e realizar serviços de recuperação nos pés das torres.
- São serviços importantes e responsáveis por manter a sustentação das torres.

- A corrosão por aeração diferencial na zona de afloramento de pés de torres de linhas de transmissão é um problema que pode comprometer a sustentação das torres.



METODOLOGIA

- Para protegê-la, usa-se um esquema de pintura aplicado após a limpeza de superfície, geralmente, meio metro acima e um metro abaixo do nível do solo.
- Este pode ser constituído por uma tinta de fundo epóxi pigmentada com alumínio e por duas demãos de tinta com alcatrão de hulha.



METODOLOGIA

- Este pode ser constituído por uma tinta de fundo epóxi pigmentada com alumínio e por duas demãos de tinta com alcatrão de hulha.
- Como o alcatrão de hulha é nocivo ao meio ambiente e à saúde dos trabalhadores, houve o desenvolvimento de uma tinta alternativa no mercado de tintas industriais, conhecida como tinta epóxi *tar free* ou isenta de alcatrão de hulha.
- Devido à importância do assunto para o setor elétrico, o Cepel em conjunto com Furnas realizou um estudo experimental para avaliar o desempenho anticorrosivo de alternativas tecnológicas ao esquema de pintura tradicionalmente utilizado na proteção de estruturas enterradas.
- Além da avaliação de desempenho, realizou-se uma avaliação de produtividade e custos dos esquemas de pintura aplicados, cujos resultados são apresentados neste artigo. Observou-se que o esquema com a tinta epóxi isenta de alcatrão de hulha foi uma boa alternativa ao esquema tradicional.

METODOLOGIA

Esquema	Tratamento de superfície	Tinta de fundo	Tinta intermediária e/ou de acabamento
E1	JA	Epóxi pigmentada com alumínio	Epóxi com alcatrão de hulha
E1st	ST		
E2	JA	Tinta rica em zinco monocomponente e de cura por evaporação de solventes	Poliuretano de cura com umidade do ar
E2st	ST		
E3	JA		
E3st	ST	Epóxi pigmentada com alumínio	Idem à tinta de fundo
E4	JA		

JA = Jateamento abrasivo úmido

ST = Ferramentas mecânicas

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

- Para se obter um parâmetro capaz de mensurar a proteção anticorrosiva em cada ensaio realizado, elaborou-se uma metodologia de classificação de desempenho dos diferentes esquemas de pintura, com base em um sistema de pontuação. Em cada ensaio atribuiu-se pontos aos esquemas de pintura, conforme seu desempenho.



Ensaio		Esquema de pintura						
		E1	E1st	E2	E2st	E3	E3st	E4
Aderência inicial		2	2	2	2	0	0	2
Natural úmido	Grau de corrosão	2	2	2	2	1	1	2
	Aderência final	2	2	2	2	2	0	2
Agressivo úmido	Grau de corrosão	2	2	2	2	0	0	2
	Aderência final	2	2	2	2	0	0	2
Total de pontos		10	10	10	10	3	1	10
Avaliação relativa de desempenho (%)		100	100	100	100	30	10	100

A produtividade de aplicação dos esquemas de pintura foi avaliada com base no levantamento dos tempos gastos nas operações técnicas realizadas para concluir a proteção anticorrosiva em cada caso.

O gasto de tempo total (GT) de cada esquema de pintura foi calculado pela equação.

$$\mathbf{GT = GTS + GPE + GAE}$$

onde: GT é o gasto total de tempo para aplicar o esquema de pintura, em h/m²;

GTS é o gasto de tempo na etapa de tratamento de superfície, em h/m²;

GPE é o gasto de tempo na etapa de preparação das tintas, em h/m²;

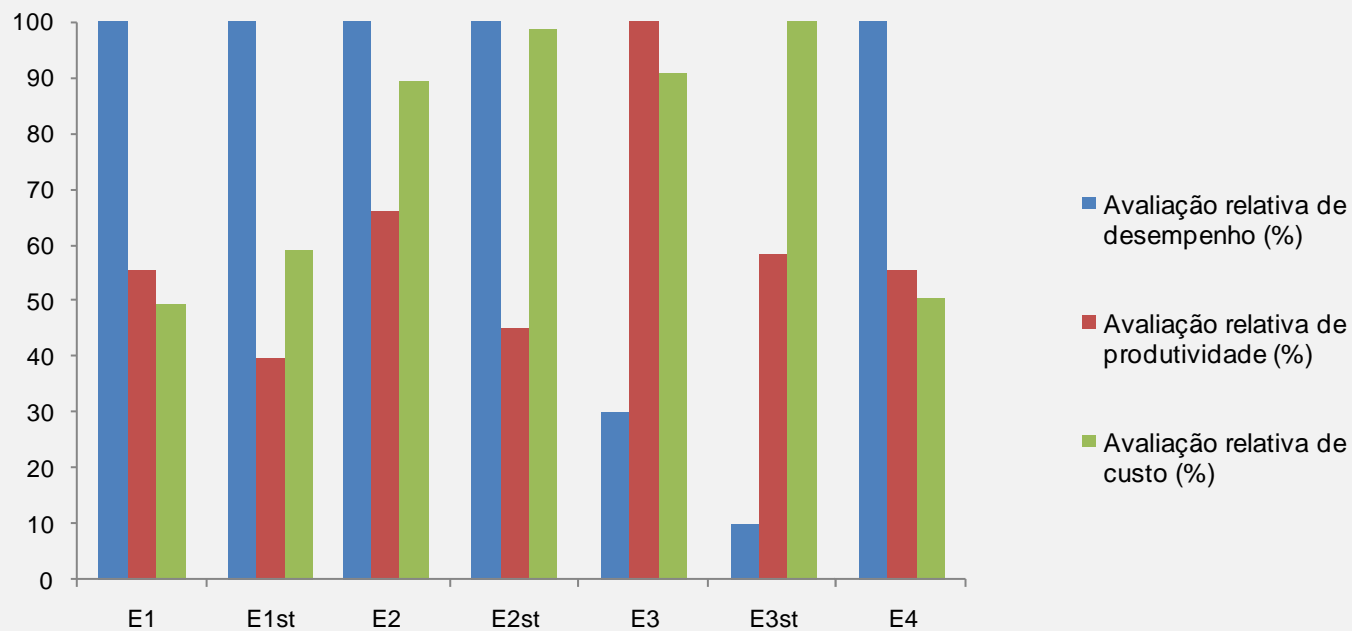
GAE é o gasto de tempo na etapa de aplicação do esquema de pintura, em h/m².

Tempo gasto (h/m ²)	Esquema de pintura						
	E1	E1st	E2	E2st	E3	E3st	E4
Tratamento de superfície (GTS)	0,55	2,78	0,55	2,78	0,55	2,78	0,55
Preparação das tintas (GPE)	1,70	1,70	0,55	0,55	0,37	0,37	1,70
Aplicação das tintas (GAE)	3,40	3,40	3,64	3,64	2,22	2,22	3,40
Tempo total gasto para o esquema (GT)	5,65	7,88	4,74	6,97	3,14	5,37	5,65
Avaliação relativa de produtividade (%)	55,6	39,8	66,2	45,1	100,0	58,5	55,6

- A avaliação de custo total dos esquemas de pintura contemplou o custo dos tratamentos de superfície somados aos custos das diferentes tintas utilizadas.
- Para o custo dos tratamentos de superfície, consultou-se uma empresa prestadora de serviços de pintura anticorrosiva para o setor elétrico, informando o custo da preparação de superfície até o grau de limpeza Sa 3, e aquela com grau St 3.
- Os custos das tintas (R\$/m²) foram calculados com base em dados fornecidos pelos respectivos fabricantes (R\$/L) e nos valores de rendimento teórico (m²/L), obtidos em seus boletins técnicos. Os preços das tintas foram aqueles isentos de impostos e informados no período de setembro a dezembro de 2016.

AVALIAÇÃO DE CUSTO

Custo do esquema de pintura (R\$/m ²)	Esquema de pintura						
	E1	E1st	E2	E2st	E3	E3st	E4
Preparação de superfície	37,50	47,50	37,50	47,50	37,50	47,50	37,50
Custo do sistema de pintura	15,64	15,64	58,53	58,53	59,79	59,79	16,48
Custo total	53,14	63,14	96,03	106,03	97,29	107,29	53,98
Avaliação relativa de custo (%)	49,5	58,9	89,5	98,8	90,7	100,0	50,3



- Tomando-se como referência o esquema E1, aplicado tanto sobre o substrato tratado com jateamento abrasivo quanto por meio de ferramentas mecânicas, foi possível verificar que o esquema E4 mostrou comportamento semelhante, tanto em termos de desempenho anticorrosivo, quanto em produtividade e custo.
- O método utilizando ferramentas mecânicas é menos produtivo do que o jateamento abrasivo, uma vez que depende em grande parte do operador da ferramenta.
- Com relação aos esquemas contendo tinta de fundo rica em zinco, observa-se que o E2 apresentou bom desempenho, próximo ao do esquema de referência. Entretanto, seu custo foi muito elevado, tornando-o uma opção inadequada.
- O esquema E3 falhou em dois dos três requisitos de avaliação, mostrando-se inadequado para o caso de revestimento de estruturas enterradas, principalmente nos quesitos desempenho anticorrosivo e custo.

CONCLUSÕES

- Os esquemas de referência (E1 e E1st) e o sistema E4 foram aqueles que apresentaram os melhores desempenhos em todos os ensaios realizados.
- O sistema E4 teve um bom desempenho, com a vantagem de sua tinta de acabamento ser isenta de alcatrão de hulha, portanto é um ganho ecológico em relação à tinta de acabamento do esquema E1.
- O esquema E2 mostrou bom desempenho anticorrosivo, razoável produtividade, porém seu custo foi elevado.
- O esquema E3 mostrou-se inadequado às condições de ensaio, em função do baixo desempenho anticorrosivo e elevado custo.



**Trabalho Premiado em 1º Lugar, no Grupo 12,
GMI - Aspectos Técnicos e Gerenciais de Manutenção
SNPTEE 2017**

Projeto desenvolvido com FURNAS

OBRIGADA !!!



(21) 2598 6031/6303



cristinac@cepel.br

ma2@cepel.br



www.cepel.br

Organização: