

Copyright 2023, AMPP & ABRACO

O artigo apresentado durante o LatinCORR & InterCorr 2023 no mês de novembro de 2023.

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

Poster ☐ Oral ☒

A decisão final para oral ou pôster fica a critério do Comitê Técnico.

### **Aspectos Relacionados a Tintas de Isolamento Térmico**

Flávio Vieira Vasques de Sousa<sup>a</sup>, Oswaldo Esteves Barcia<sup>b</sup>, Joaquim Pereira Quintela<sup>c</sup>, Isabel Cristina Pereira Margarit-Mattos<sup>d</sup>

#### **Resumo estendido**

O uso de tintas de isolamento térmico (TIT) para eficiência de energia e proteção pessoal vem aumentando pois, esta tecnologia propõe benefícios em comparação com os isolamentos convencionais, tais como: maior facilidade de aplicação e manutenção, podem ser usadas com espessura menor e evitam a corrosão sob isolamento (CUI) [1-3]. O objetivo deste trabalho é discutir alguns aspectos relacionados à condutividade térmica, propriedades anticorrosivas e influência do envelhecimento nessas propriedades. A discussão se baseia em resultados obtidos com testes laboratoriais de duas TITs comerciais, uma com tecnologia acrílica e outra epóxi.

**Palavras-chave:** tinta de isolamento térmico, CUI, proteção pessoal, eficiência de energia

#### **1 Introdução**

A tecnologia das TITs tem se apresentado como uma boa alternativa de isolamento térmico para equipamentos que operam até aproximadamente 200°C. De acordo com os boletins de TITs comerciais, é possível assegurar proteção pessoal com espessuras inferiores a 5 mm. No entanto, ainda não é de amplo conhecimento dos usuários o método para dimensionamento da espessura em função do gradiente térmico desejado, não apenas para atendimento dos critérios de proteção pessoal determinados pela Administração de Saúde e Segurança Ocupacional (ASSO) [4], mas também para assegurar eficiência energética e ergonomia para o trabalhador que está próximo à superfície pintada. Quando o objetivo é só proteção pessoal, os fabricantes de TIT indicam a espessura com base em medidas de temperatura obtidas por um aparelho chamado termestesiômetro (TM), o qual indica a temperatura que seria experimentada por um ser humano ao tocar uma superfície quente conforme ASTM C1057. Contudo, é verificado na literatura [3] que a medida com o TM é cerca de 50 °C abaixo da temperatura real medida com um termômetro de contato. O objetivo desse trabalho não é qualificar ou desqualificar produtos, mas contribuir com informações que possibilitem seleção de TIT e dimensionamento de espessura mais adequados a particularidades operacionais e ambientais, assim como, analisar aspectos relacionados com expectativa de vida útil do isolamento térmico.

#### **2 Metodologia**

Aspectos relacionados com propriedades anticorrosivas são analisados com ensaios de absorção de água segundo ASTM C1763, permeabilidade ao vapor d'água segundo ASTM D1653 e perda de massa de aço-carbono em extratos aquosos das TITs segundo ASTM C871 para obtenção dos extratos e ASTM G1 para perda de massa. Aspectos relacionados com

<sup>a</sup> DSc, Químico Pesquisador – LNDC/COPPE/UFRJ

<sup>b</sup> DSc, Professor – IQ/UFRJ

<sup>c</sup> DSc, Professora – LNDC/COPPE/UFRJ

<sup>d</sup> Engenheiro - Petrobras

condutividade térmica são analisados com base em medidas de temperatura realizadas em chapas de aço pintadas com diferentes espessuras das TITs, aquecidas com controle de temperatura entre 50 °C e 150 °C, em intervalos de 25 °C. As duas TITs comerciais selecionadas são à base de água, uma com resina acrílica (T) e outra com resina epóxi (E).

### 3 Resultados e Discussão

Na Figura 1A está o gráfico do percentual relativo de absorção de água e 1B o gráfico de permeabilidade ao vapor d'água ambos em função do tempo de ensaio.

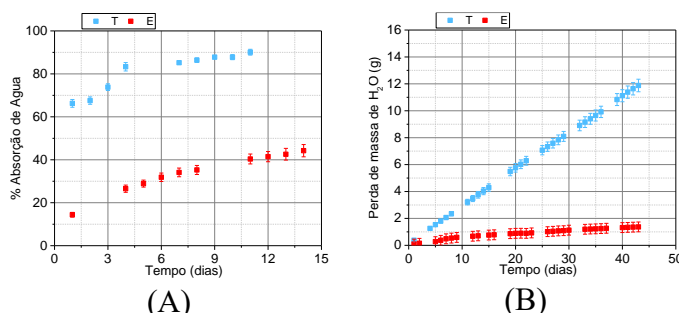


Figura 1: (A) Absorção de água e (B) Permeabilidade ao vapor d'água de T e E.

A tinta E epóxi absorve menos água quando comparada com a tinta T acrílica. Na verdade, o percentual relativo de absorção de água é alto para ambas as tintas. Por exemplo, com 10 dias de ensaio, a tinta E que absorve menos água, absorve 40% em massa. Essa característica não é boa, porque ela pode ter consequências no isolamento térmico e no comportamento anticorrosivo sempre que houver contato das TITs com umidade. Por coincidência, aquela que mais absorve água também é a mais permeável. Esses resultados sugerem que a propriedade de barreira não é um ponto forte das TITs e mostram, também, a necessidade de incorporar as TITs em esquema anticorrosivo. A tabela 1 apresenta os resultados de perda de massa e os valores de pH e condutividade iônica dos extratos obtidos a 100 °C antes e depois da perda de massa.

Tabela 1: Taxa de corrosão, pH e condutividade dos extratos aquosos das TIT obtidos a 100 °C

Solução	K (μS/cm)	pH	Taxa de Corrosão
	inicial/final	inicial/final	(mm/ano)
Branco	3,77/11,13	5,9 / 7,3	0,04/ 0,05 / 0,05
Extrato de T	122,5/164,8	8,5 / 7,6	0,03/ 0,03 / 0,03
Extrato de E	122,5/146,8	9,3 / 8,6	0,05 / 0,04 / 0,04

A maior condutividade iônica dos extratos em relação ao branco mostra que são solubilizadas espécies das TITs, mas o pH se mantém na faixa de neutralidade a levemente alcalino. A velocidade de corrosão obtida por perda de massa foi calculada para três amostras de aço carbono imersas em cada solução. As taxas de corrosão apresentaram valores menores ou muito próximos aos valores do branco sugerindo que não há geração de agentes que estimulem corrosão no processo de lixiviação das tintas quando submetidas a contato com água.

A caracterização preliminar do isolamento térmico foi feita com chapas de aço pintadas apenas de um lado com diferentes espessuras (≈1,5, 3, 5, 7 e 9 mm). O lado sem pintura foi colado em uma manta térmica para fazer o aquecimento controlado das chapas. As temperaturas foram medidas com termômetro de contato no aço nu e sobre o revestimento para temperaturas do aço de 50 °C, 75 °C, 100 °C, 125 °C e 150 °C. Em seguida, com base na Lei de Fourier,

foram construídos gráficos de espessura vs  $(T_{aço} - T_{tinta})/T_{aço}$  ( $\Delta T/T$ ) para cada TIT e os gráficos para ambas as tintas estão apresentados nas linhas cheias da Figura 2. Para verificação do efeito do envelhecimento nas propriedades térmicas da tinta E, realizou-se ensaio de choque térmico (CT) segundo a norma ASTM D6944 cujos resultados são apresentados nas linhas pontilhadas da Figura 2, tinta E.

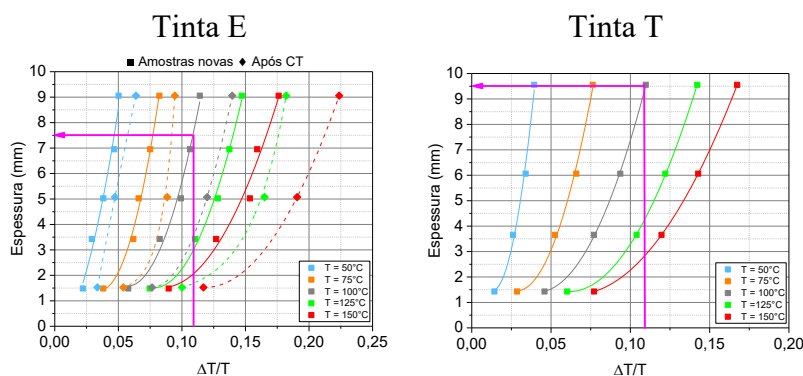


Figura 2: Relação empírica entre espessura e  $\Delta T/T_{aço}$  para as tintas E e T.

Como exemplo, supondo a  $T_{aço} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  e como critério de proteção pessoal para  $T_{tinta} = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , logo o  $\Delta T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$  e o  $T_{aço}$  em grau Kelvin será  $100 + 273 = 373\text{K}$ . Dessa maneira o  $\Delta T/T_{aço}$  será igual a 0,11. Posicionando esse valor no gráfico, percebe-se que a espessura mínima para a proteção pessoal será de pelo menos 7,5 mm para a tinta E e 9,5 mm para a tinta T, conforme mostram as setas na Figura 2. Esse valor é bastante superior ao valor indicado nas fichas técnicas dessas tintas, que é de 1 mm para ambas na temperatura de  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . No entanto, o dimensionamento dos boletins se baseou em temperaturas medidas com TM. Esse medidor é um termômetro revestido com uma película siliconada que simula a resistência térmica da pele. Dados da literatura mostram que a temperatura medida com esse tipo de aparelho pode ser aproximadamente  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  inferior à temperatura real [3]. Então, quando a opção for usar TM para dimensionar espessura é preciso considerar os aspectos de eficiência de energia e ergonomia para o trabalho nas vizinhanças do equipamento pintado. Essas mesmas medidas foram realizadas nas chapas após o envelhecimento com CT. Os resultados mostram que as curvas foram deslocadas para a direita no caso da tinta E, sugerindo que não houve ganho de condutividade térmica para essas condições, ao contrário, houve maior isolamento térmico, o que é um benefício.

#### 4 Conclusão

Resultados obtidos com TITs comerciais indicam a absoluta necessidade de incorporação dessas tintas em esquemas anticorrosivos quando o equipamento que demanda isolamento térmico estiver exposto a condições agressivas. Assim, a expectativa de vida útil para essas tintas será a vida útil do esquema anticorrosivo no local de aplicação. O dimensionamento de espessuras deve ser feito de forma conservativa. Medidas feitas em laboratório sugerem que as espessuras indicadas nos boletins técnicos se baseiam na utilização de TM. Como esse aparelho indica temperatura de superfície bem inferior à temperatura real, é necessário considerar eficiência de energia e ergonomia para trabalho no entorno da estrutura pintada. Ensaio preliminar sobre efeito de envelhecimento com choque térmico sobre a condutividade térmica da tinta epóxi não mostrou perda nessa propriedade.

## 5 Referências bibliográficas

- [1] Qing, C. et al, “A Review of Corrosion under Insulation: A Critical Issue in the Oil and Gas Industry” *Metals*, 12 (2022) 561.
- [2] Sudhir, A. and Leo, J.P, “Developments in Waterborne Thermal Insulation Coatings”, *JPCL*, Vol 30, nº 3, (2000).
- [3] Howard, M. and George, M, “Determination of Skin Burn Temperature Limits for Insulative Coatings Used for Personnel Protection”, *Corrosion*, C2012-0001339, (2012).
- [4] Bruce T., “Personal Safety: Consider Thermal Insulative Coatings”, <https://www.chemicalprocessing.com/safety-security/physical-security/article/11318944/personal-safety-consider-thermal-insulative-coatings-chemical-processing>, 2017.