
Copyright 2018, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2018, em São Paulo, no mês de maio de 2018.

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

Isolamento Térmico para equipamentos em operação em ambientes que necessitem de proteção contra fogo

Priscila F. P. Tavares^a, Celso Gnecco^b, Felipe Naciuk^c

Abstract

In equipments and structures that operates above certain temperature it is recommended to use thermal insulation under the fire protection coating to prevent damage to the protection and also to increase the effectiveness of the insulation of equipment in operation.

The present work demonstrates the efficiency of the system applied in a case study that brings the real application of a client that operates at 75° C and peak temperatures that reach 165°C.

Keywords: corrosion, coating, thermal insulation, passive fire protection

Resumo

Em equipamentos e estruturas que operam acima de determinada temperatura é recomendado o uso de isolamento térmico sob o revestimento de proteção contra fogo para evitar a danificação da proteção e também para aumentar a efetividade do isolamento do equipamento em operação.

O presente trabalho demonstra a eficiência do sistema aplicado em um estudo de caso que traz as etapas de aplicação real de um cliente que opera a 75°C e temperaturas de pico que atingem 165°C.

Palavras-chave: corrosão, revestimento, isolamento térmico, proteção contra fogo

Introdução

Com o aumento das políticas e normas de segurança industrial, a indústria vem adotando cada vez mais padrões de proteção às pessoas e às suas instalações. Para projetos novos, esses riscos já são considerados e planejados de modo a não impactar no futuro de suas operações, porém, não é possível dizer o mesmo de plantas que estão construídas com tecnologias antigas, onde se faz necessário entender todo o mecanismo de operação detalhadamente, para

^a Mestre, Coordenadora de Desenvolvimento de Mercado – Sherwin Williams

^b Engenheiro Químico, Gerente de Treinamentos – Sherwin Williams

^c Inspetor ABRACO/NACE, Assistente Técnico – Sherwin Williams

então se buscar soluções cabíveis que ofereçam vida extra aos equipamentos e estruturas, bem como introduzir padrões de segurança industrial dos mais modernos.

Uma das crescentes vertentes é a utilização de proteção passiva contra fogo cada vez mais moderna, com produtos de base epóxi que oferecem além de proteção anticorrosiva, uma proteção extra de isolamento térmico no momento em que há um incêndio e suas propriedades são ativadas pela troca de calor com o ambiente.

Antes, amplamente utilizada em estruturas e equipamentos sem grandes variações de temperatura, dada a segurança e performance comprovada, as engenharias começaram a adotar medidas extremamente arrojadas, levando esse tipo de proteção para estruturas e equipamentos que ou operam com produtos sensíveis ao calor, ou operam em temperaturas que podem ativar ou desativar a proteção contra fogo.

Os produtos de proteção passiva no mercado, com características intumescentes, que serão tratados nesse trabalho, costumam ativar a reação de intumescência na faixa de 80°C, e por isso, quando aplicados em superfícies cujas temperaturas excedem essa faixa, devem receber também proteção térmica para evitar sua reação prematuramente.

O desenvolvimento de um projeto de isolamento térmico com proteção passiva contra fogo leva em consideração diversos parâmetros que devem ser analisados meticulosamente para garantir que não ocorram interferências como a ativação do epóxi intumescente ou perda de eficiência do sistema. Essas interferências podem ser causadas pela variação de temperatura do conteúdo interno do equipamento, pela temperatura do ambiente externo ou por um possível cenário de incêndio não considerado.

Para isso, é preciso ter reunidos dados de operação e manutenção do equipamento como pressão; ciclos de operação; dados estruturais como altura do solo; espessura da parede das estruturas envolvidas; dados de temperatura como temperatura crítica de colapso estrutural; média de temperatura do ambiente; prováveis tipos de incêndio que possam ocorrer, tais como explosões; jato de fogo e incêndio de poça; como também requisitos de padrões mínimos de aplicações de sistemas de revestimento e normas a serem seguidas como ISOs e APIs, dependendo do tipo de indústria a que se aplica o projeto.

Metodologia (Materiais e Métodos)

Materiais

Epóxi isolante térmico sintático para projetos com variação de temperatura

O epóxi utilizado no projeto é um revestimento para isolamento, 100% de sólidos, que pode ser usado a temperaturas de operação tão baixas como -75°C e tão elevadas como +150 °C.

A escolha do produto se deu porque se mantém intacto durante um provável incêndio e assim, oferece a preservação e reforço do revestimento de proteção contra incêndio para as estruturas que podem estar sujeitas a vazamentos de Gás Natural Liquefeito (GNL), que possam sofrer danos dada a violenta variação de pressão quando seus processos sofrem variação de temperatura de processo e subsequentes riscos de fogo. Além do mais, possui proteção contra

vazamento criogênicos e resistência química a possíveis derrames de produtos. O esquema do sistema pode ser observado na Figura 01.

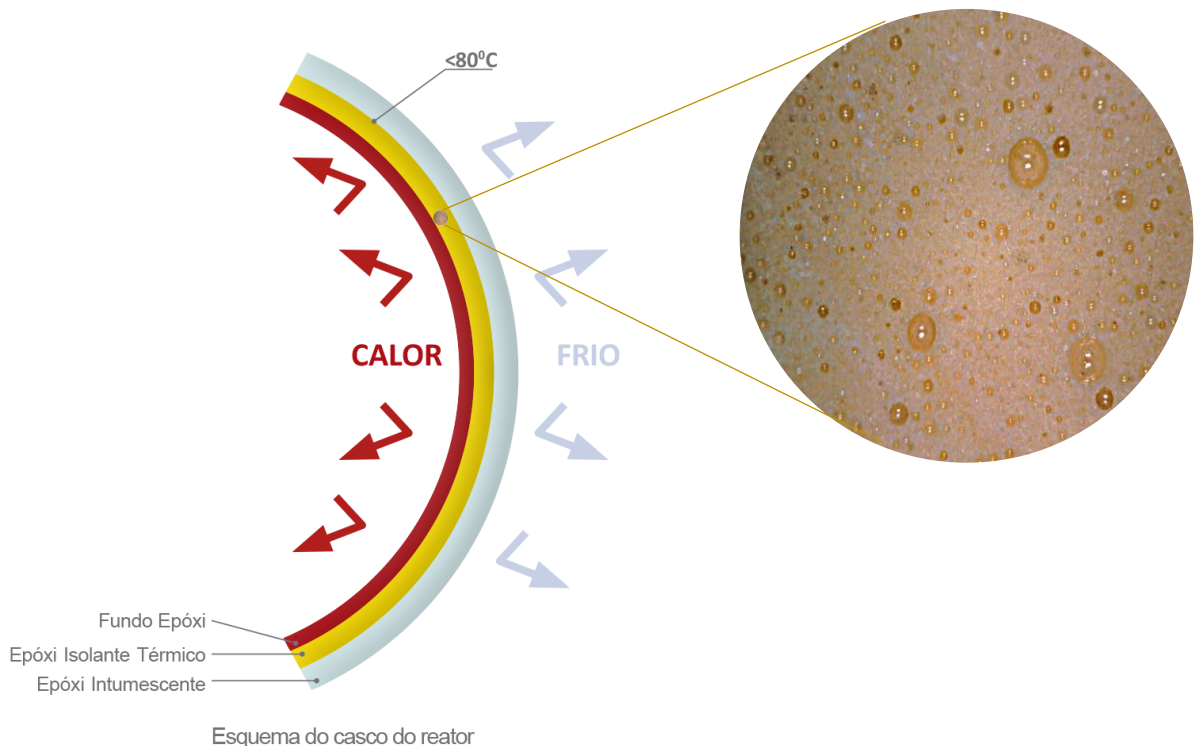


Figura 01 – Esquema representativo do sistema de revestimento e fotografia microscópica do revestimento epóxi sintético.

Também foi levada em consideração a Condutividade Térmica do produto (Valor k): $0.088 \text{ W/m}^2\text{K}$ @ $20 \text{ }^\circ\text{C}$, promovida pela presença de esferas ocas microscópicas de vidro no produto que cria uma barreira térmica – por isso denominado de epóxi sintético.

É esperado que não ocorra perda de eficiência térmica, seja resistente à intempéries e a produtos químicos oriundos de possíveis vazamentos, névoas e respingos, pois a composição físico-química do material contém componentes epoxídicos e térmicos.

Projeto

A necessidade inicial do projeto consistia em atender padrões da API 2218 e da API 521 com os testes certificados da UL1709 e da ASTM E1529.

A exigência de proteção contra fogo de hidrocarbonetos é de 2 horas para piscina de fogo, num processo onde a temperatura opera na faixa de 70 a $90 \text{ }^\circ\text{C}$ e em ciclos específico pode alcançar $150 \text{ }^\circ\text{C}$.

Os dados da estrutura considerados para a definição da especificação levaram em conta o tipo de substrato em aço-carbono, com altura de $10,8 \text{ m}$ (Incluindo as pernas, conforme o desenho), diâmetro externo de $3,6 \text{ metros}$ e ambiente industrial classificado como C5-I (Muito alta Industrial de acordo com a ISO 12944-2:1998). A temperatura crítica de colapso da estrutura considerada foi de $300 \text{ }^\circ\text{C}$ e a temperatura média do ambiente foi de $30 \text{ }^\circ\text{C}$.

Sistema de Revestimento

O método de preparo de superfície especificado foi jateamento abrasivo, conforme ABNT NBR 7348:2017, com grau de preparação Sa 2½, jateamento abrasivo ao metal quase branco, conforme ISO 8501-1, e um perfil de rugosidade entre 50 µm e 100 µm.

O sistema contemplou uma demão de fundo de tinta epóxi fenólica novolac poliamina com espessura de película seca especificada de 160 µm, duas demãos de revestimento epóxi isolante sintático com espessura especificada de 11,5 mm cada, duas demãos de epóxi intumescente com espessura especificada de 3,5 mm cada e intercalado com tela de reforço térmico de fibra de carbono e acabamento poliuretano acrílico alifático – por razões estéticas de proteção do epóxi à calcinação por incidência de raios UV, com espessura especificada de 70 µm. O esquema representativo com sistema proposto pode ser observado na Figura 02.

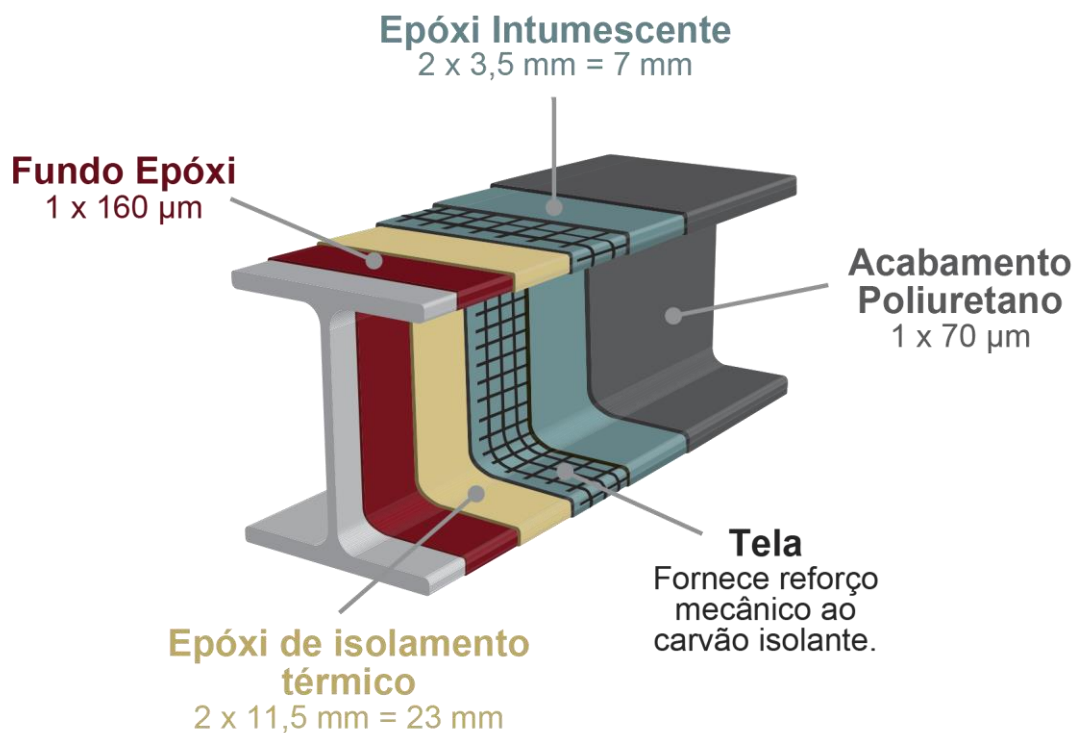


Figura 02 – Esquema representativo do sistema de revestimento proposto

Área de aplicação

Como o padrão de proteção adotado foi da UL1709, que menciona que a chama pode atingir alturas de até 8 metros, o revestimento do equipamento contemplou dois tipos de sistemas.

A primeira área chamada de Área 1 contempla a aplicação de 2 demãos de epóxi fenólico novolaca, e está acima da linha dos 8 metros de proteção contra fogo.

A área 2 contempla o esquema de revestimento completo. A Área 2 compreende 8 metros de altura a partir do 0 (zero), conforme mostra a Figura 03 abaixo.

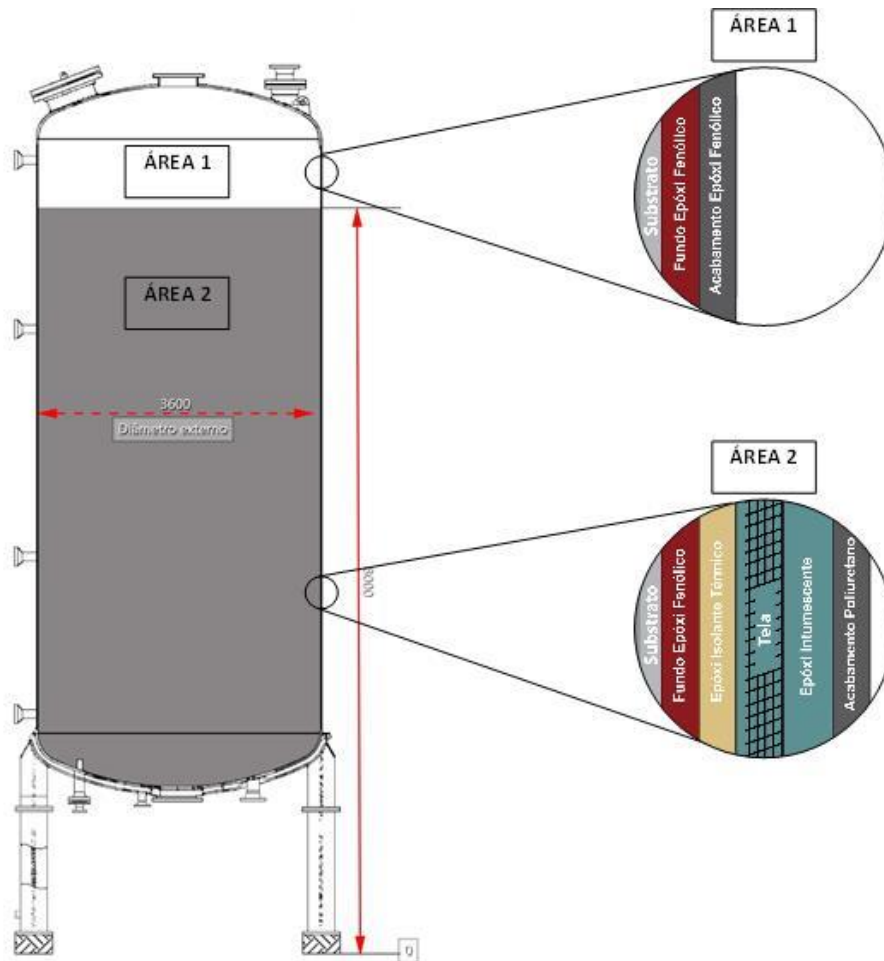


Figura 03 – Esquema representativo dos sistemas aplicados ao reator.

Resultados e discussão

Tratamento de Superfície

O Reator encontrava-se com precária conservação de sua superfície, contendo muitos pontos de corrosão generalizada com deslocamento, conforme mostra a Figura 04 abaixo.



Figura 04 – Superfície do reator.

Se fez necessário o corte das camisas do antigo sistema de resfriamento com água, e com isso, houve a exposição de uma superfície completamente corroída. As camisas foram removidas pelo método de corte por plasma e o acabamento das rebarbas remanescentes foi feito com disco *Flap* e retíficas.

Para tornar a superfície compatível com o preparo exigido para se aplicar o sistema de revestimento, foi realizado hidrojateamento à ultra alta pressão com pressões superiores à 30.000 psig. para primeira remoção de todas as partes soltas e ferrugem, depois um primeiro jateamento abrasivo a seco para “limpar” e expor a superfície para verificação de possíveis reparos mais profundos. Após o jateamento, as protuberâncias e rebarbas remanescentes foram desbastadas para retirar todas as quinas vivas para minimizar os pontos que poderiam se fragilizar no momento de um possível incêndio, como pode ser observado na Figura 05 (A).

Após a primeira etapa ser completamente concluída, foi possível aplicar o jateamento abrasivo completo para se atingir o grau de preparo necessário Sa 2 ½ (Jateamento abrasivo ao metal branco) com rugosidade na faixa de 50 µm a 100 µm, como pode ser observado na Figura 05 (B). Para alcançar a faixa de rugosidade foi utilizado o abrasivo Sinterblast com faixa granulométrica de #8/16. O Sinterblast é uma Bauxita Sinterizada (minério de alumínio), com forma de grãos angulares.

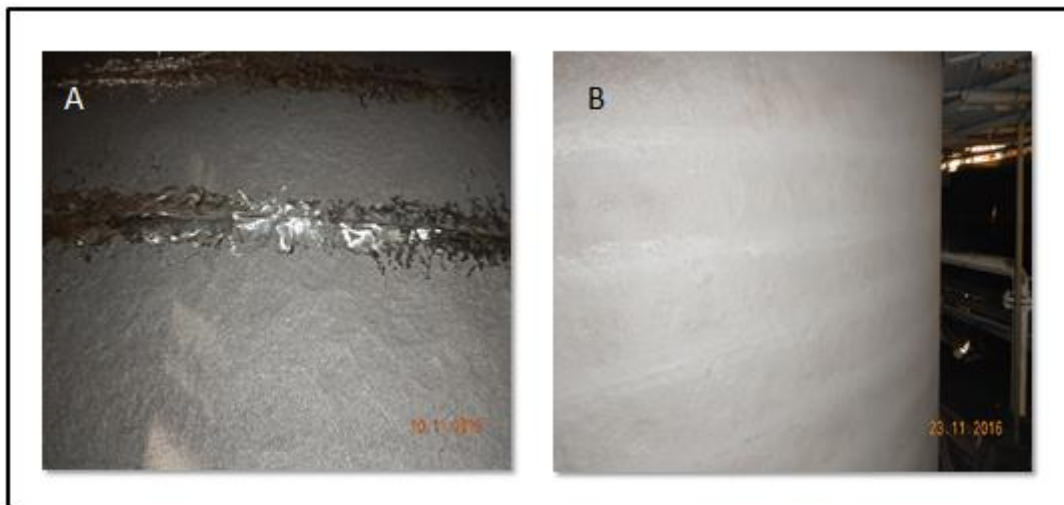


Figura 05 – Preparo de superfície do reator – desbaste da superfície (A) e jateamento abrasivo(B).

Aplicação do Sistema de Revestimento

A aplicação da tinta de fundo foi realizada com bomba airless, e após essa etapa, tendo em vista a presença das quinas adoçadas e soldas, foi realizada a aplicação de uma demão de reforço com trincha (stripe coat) sobre cada uma dessas partes, como pode ser observado na Figura 06 para garantir um melhor desempenho da tinta de fundo nessas áreas.

Todos os tipos de boas práticas sempre se fazem necessárias para quaisquer aplicações de sistemas de pinturas, porém, para sistemas que envolvem proteção contra fogo, há necessidade dos mínimos cuidados aplicados porque é preciso garantir que todas as partes

estarão devidamente aderidas, sem quaisquer pontos de possíveis corrosões futuras ou falhas de aplicação, pois num momento de incêndio, com a passagem de calor inicial, antes do sistema iniciar a reação de intumescência, é natural haver determinada transferência de calor para a superfície. Apesar de ter isolamento térmico no sistema proposto, se fez necessário evitar que essas falhas se tornassem ponto de entrada de calor e, conseqüentemente, acelerassem o colapso dessas estruturas.



Figura 06 – Aplicação de demão de reforço (A) e fundo (B).

Com a etapa de aplicação da tinta de fundo concluída, se iniciou a aplicação do revestimento de isolamento. Como o revestimento epóxi de isolamento térmico exige muitos cuidados em sua preparação e aplicação, o mesmo foi aplicado manualmente com espátulas, como pode ser observado na Figura 07.

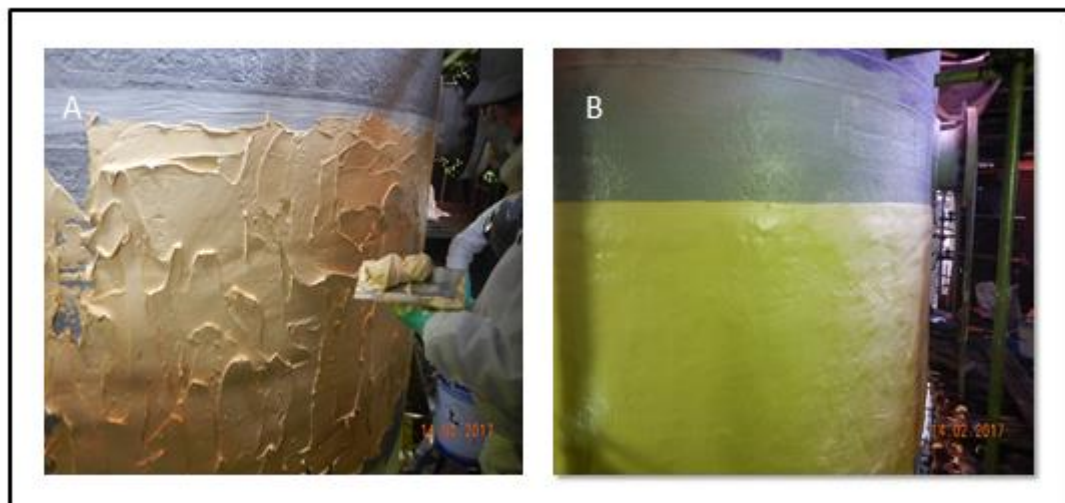


Figura 07 – Aplicação manual do revestimento isolante (A) e superfície acabada (B).

Após o endurecimento da camada de isolamento aplicada, o equipamento foi colocado em operação. Com a camada de isolamento aplicada já se permitia que o revestimento

intumescente fosse aplicado com a superfície quente, uma vez que o revestimento estava isolando essa temperatura. Assim, foi iniciada a aplicação do revestimento intumescente, com aplicação de tela de reforço estrutural e térmico como elemento intermediário, como pode ser observado na Figura 08.

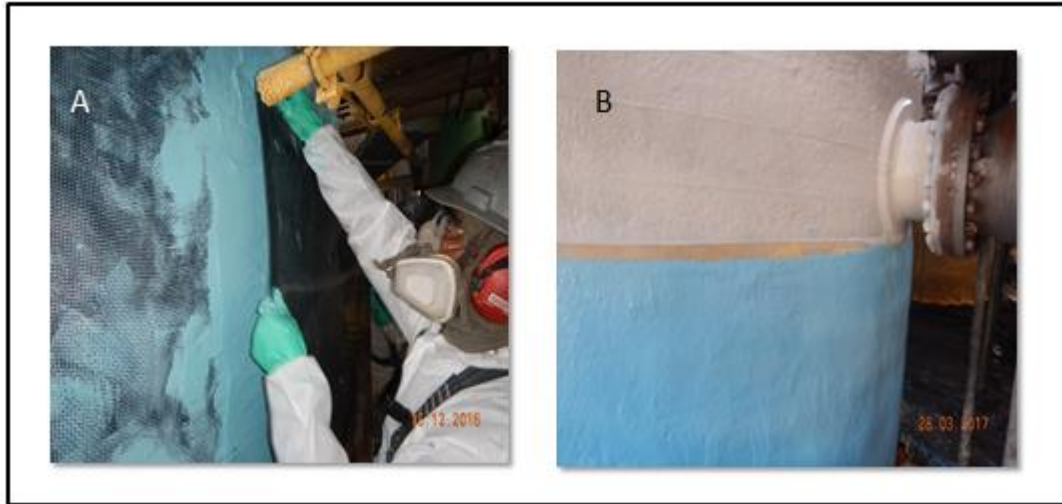


Figura 08 – Aplicação do revestimento intumescente (A) e superfície acabada (B).

Após o ciclo de cura, foi dado o acabamento com uma demão de poliuretano afim de garantir estética e conservação do epóxi intumescente. A aplicação e o aspecto final podem ser observados na Figura 09 abaixo.



Figura 09 – Aplicação da demão de acabamento poliuretano (A) e superfície acabada (B).

Análise Térmica

Após o início da operação do reator, foram tiradas fotos térmicas para avaliação da performance do sistema. As fotos foram tiradas com a câmera térmica e visual S60 MyFLIR.

Nas Figuras 10, 11 e 12 a seguir é possível observar as temperaturas máxima e mínima captadas pelo sensor térmico do equipamento e, constatar que, o isolamento foi eficiente.

A variação das cores, mostrada na escala do lado direito, nos auxilia a observar que existem pontos do revestimento (ainda sem a proteção contra fogo) na Figura 10 onde há variação de espessura e que, conseqüentemente, há aumento de temperatura nessa região. Porém, a temperatura se mantém abaixo do limite necessário a ativação do intumescente, ou seja: 80°C;

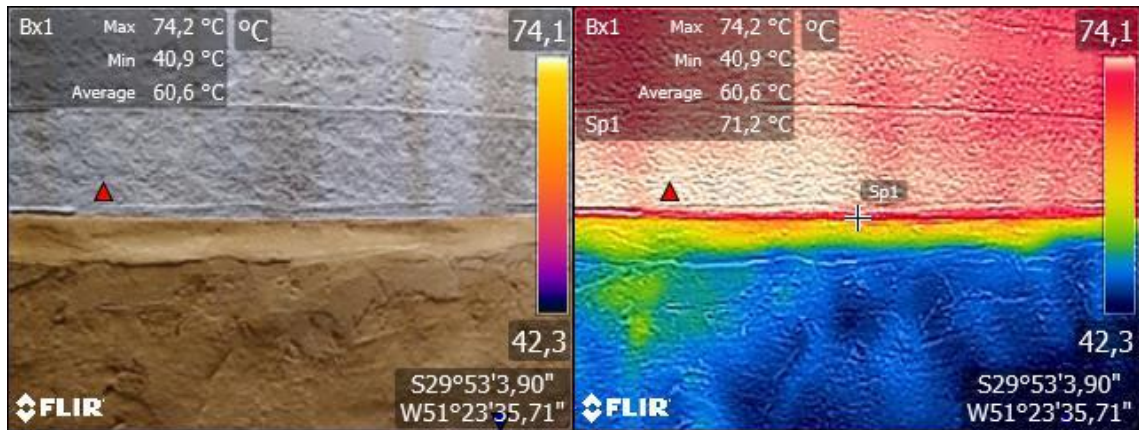


Figura 10 – Fotografia térmica 01.

Já com o isolamento acabado, como podemos observar na Figura 11, a superfície apresentou distribuição do isolamento mais uniforme e eficiente.

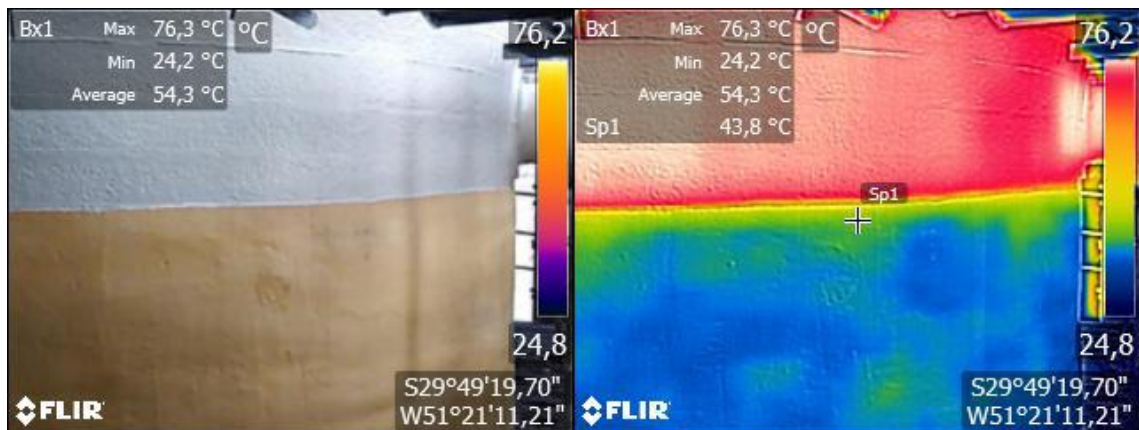


Figura 11 – Fotografia térmica 02.

Na Figura 12, com o revestimento intumescente aplicado, também foi possível verificar melhor eficiência do sistema com uniformidade da distribuição das temperaturas.

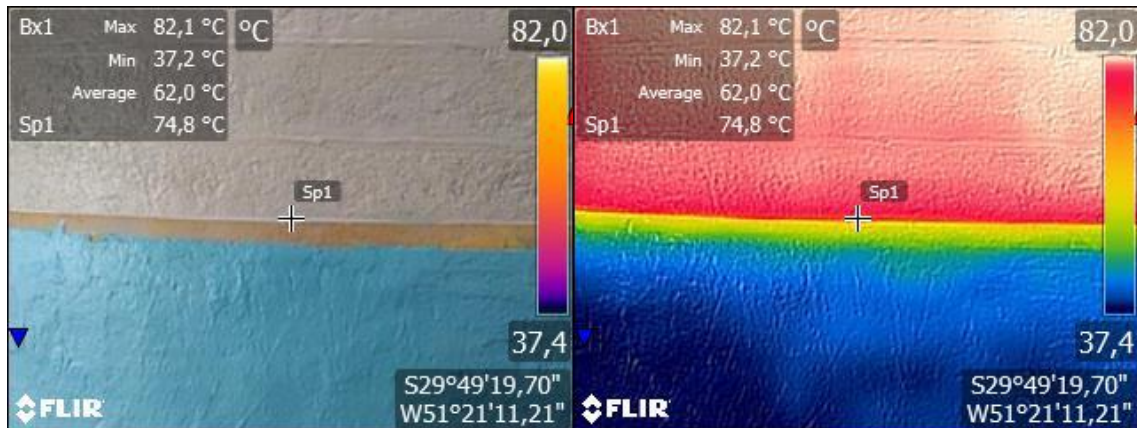


Figura 12 – Fotografia térmica 03.

Conclusões

O sistema proposto levou em consideração não apenas a recuperação de um equipamento cujo estado de conservação estava muito degradado, bem como, a instalação de um sistema de segurança contra incêndio, inclusive durante a operação.

Todo o tratamento e sistema aplicados foram satisfatórios e cumpriram com a exigência da indústria.

Com o isolamento térmico aplicado, a aplicação do revestimento intumescente foi realizada com o equipamento em operação, permitindo um retorno de serviço mais rápido.

O isolamento térmico se mostrou extremamente eficiente, com quedas de temperatura superficial superior a 50°C com o equipamento em operação, atendo às expectativas contratadas.

Referências normativas

ABNT NBR 7348:2017 - Pintura industrial – Preparação de superfície de aço com jato abrasivo e hidrojateamento

ABNT NBR 10443:2008 - Tintas e vernizes – Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas – Método de ensaio

ABNT NBR 14847:2002 - Inspeção de serviços de pintura em superfícies metálicas – Procedimento

ABNT NBR 14951:2003 - Sistemas de pintura em superfícies metálicas – Defeitos e correções

ABNT NBR 15156:2015 - Pintura industrial – Terminologia

ABNT NBR 15158:2016 - Limpeza de superfícies de aço por produtos químicos

ABNT NBR 15185:2005 - Inspeção visual de superfícies para pintura industrial

ABNT NBR 15239:2005 - Tratamento de superfícies de aço com ferramentas manuais e mecânicas

ABNT NBR 15488:2007 - Pintura industrial – Superfície metálica para aplicação de tinta – Determinação do perfil de rugosidade

API 2218:1999 - Fireproofing Practices in Petroleum and Petrochemical Processing Plants

API 521:1997 - Guide for Pressure-Relieving and Depressuring Systems

ASTM E1529:2016 - Standard Test Methods for Determining Effects of Large Hydrocarbon Pool Fires on Structural Members and Assemblies

ISO 8501-1:2007 - Preparation of steel substrates before application of paints and related products – visual assessment of surface cleanliness – Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings

UL 1709:2017 - Standard for Rapid Rise Fire Tests of Protection Materials for Structural Steel

Referências bibliográficas

Manual de aplicação do FIRETEX M89/02

Manual de aplicação do FIRETEX M90