



PMT 2526 – Análise de Falhas

## ANÁLISE DE CORROSÃO EM TUBO DE AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO

## INTRODUÇÃO

Cinco amostras de tubos de aço inoxidável, partes integrantes de um pré-aquecedor evaporador de leite, foram enviadas para análise de trincas. Segundo informações da área técnica da empresa, do lado de tubo passa leite integral (12% sólidos totais), leite desnatado (9% sólidos totais), leite integral açucarado (~24,5% sólidos totais) a temperatura de aproximadamente 80°C, além de água de processo e solução CIP (soda 1,5%, 85°C máx e ácido 1%, a 80°C máx).

Nas paredes externas do tubo ocorre condensação de vapor do próprio leite evaporado na câmara flash. A Figura 1 mostra o esquema da instalação fornecido pela área técnica da empresa.



## Identificação do Equipamento

O produto (leite integral (~12% TS)/ leite desnatado (~9% TS) / leite integral açucarado ~24,5% TS) a ~70/80°C é pré-aquecido no lado dos tubos do trocador de calor (**vermelho**) e do lado do casco é aquecido pelo vapor (**azul**) que é retirado do próprio leite que é evaporado na câmara flash. Este vapor retirado corresponde ao vapor culinário (**verde**) previamente adicionado no processo para aquecimento final do produto.

- 1 – Pré-Aquecedor (com problemas)
- 2 – Separador de Vapor
- 3 – Câmara Flash
- 4 – Retardador
- 5 – Injetor de Vapor

Água de Potável e solução CIP (soda 85°C máx 1,5% e ácido 80°C máx 1%) também passam pelo interior do tubo.

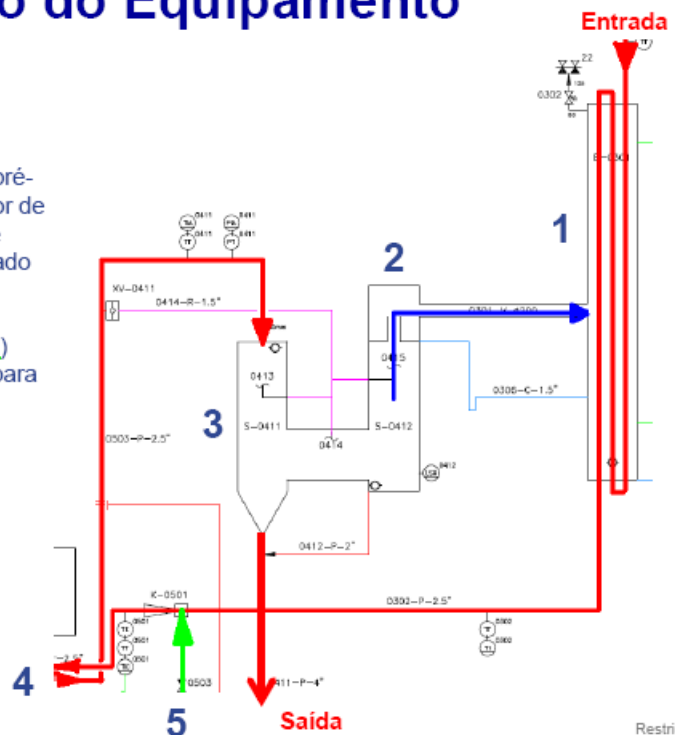


Figura 1 - Esquema da instalação de evaporação de leite de onde foram retiradas amostras de tubos com corrosão e trincas.

A Figura 2 mostra a parte da instalação correspondente à saída do leite, fabricada em aço inoxidável austenítico.



Figura 2 - Saída do equipamento fabricado em aço inoxidável austenítico.

De acordo com informações fornecidas pela área técnica da empresa, o equipamento apresentou deficiências de operação devido à queda de pressão nos tubos do trocador de calor. Ensaios endoscópicos revelaram a presença de trincas nas paredes do tubo como mostrado nas Figuras 3 e 4.

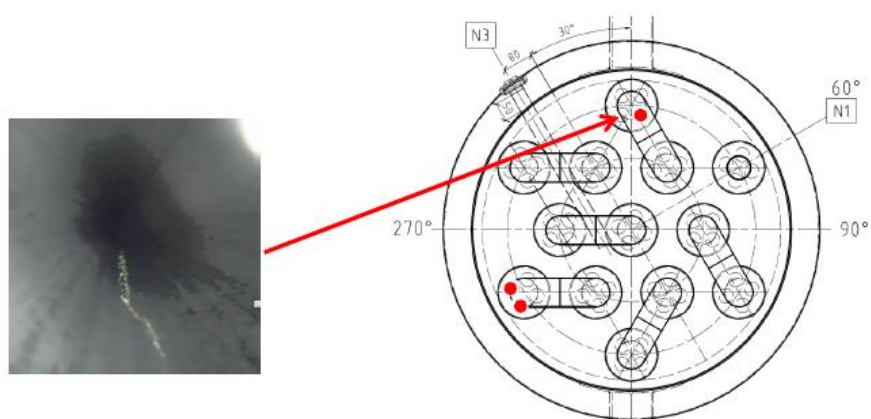


Figura 3 - Trinca longitudinal situada a 1.500 mm do topo, encontrada na parede interna do tubo em ensaio endoscópico.

A Figura 4 mostra as amostras retiradas para análise.

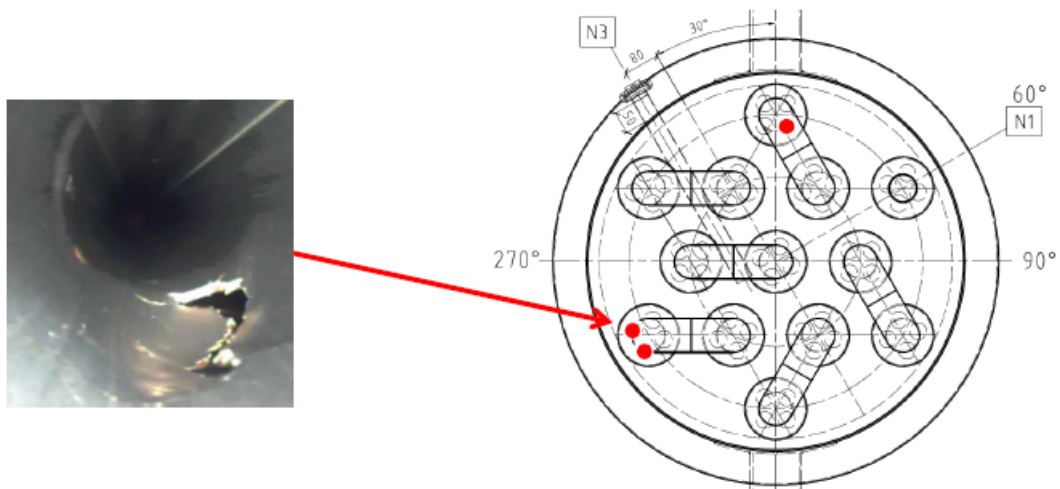


Figura 4 - Trinca longitudinal situada a 1.200 mm do topo, encontrada na parede interna do tubo em ensaio endoscópico.

Em vista do sucedido foram coletadas amostras para análise da causa raiz de fratura dos tubos. As amostras coletadas, mostradas na Figura 5 mostram que as superfícies externas do tubo apresentam também evidentes sinais de corrosão..

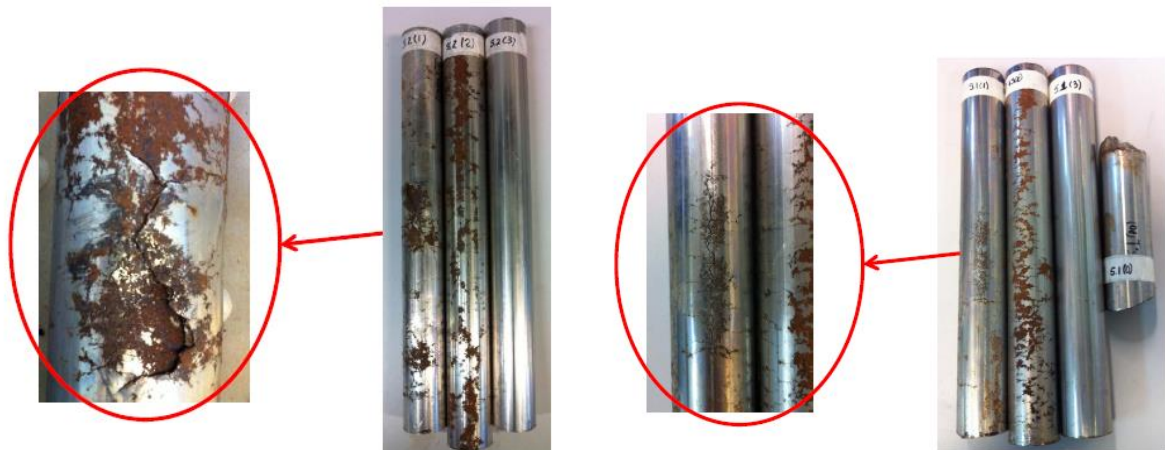


Figura 5 - Amostras de tubos coletados no equipamento com trincas e sinais evidentes de corrosão na parede externa.

## OBJETIVO

Determinar a causa raiz da formação de trincas e da ocorrência de corrosão nas paredes externas dos tubos.