

Reduc

Refinaria Duque de Caxias

Análise de Falha de Tubulação de Soda Sulfídica

*Mauricio **Noronha** (Eng^o de Equipamentos Pl.)*

*Jorge Luiz R. **Galvão** (Téc. Inspeção de Equipamentos Sr.)*

Petrobras - REDUC – Inspeção de Equipamentos

Dados de Projeto da Linha

- Unidade: U-1910 (UTAA)
- Sistema: TU-1910-10 (Soda sulfídica)
- Identificação da linha: SNA-3"-A-910603-A59/A07
- Temperatura de Projeto / Operação : 55°C / 25°C
- Pressão de Projeto / Operação: 6kgf/cm² / 4kgf/cm²
- Fluido: Ar comprimido + Soda sulfídica + Vapor
- Contaminantes: íons cloretos na água industrial
- Material: Aço carbono / Inox A312 Tp. 304
- Ø nom.: 3"

Análise do Processo

- A unidade U-1910 recebe soda sulfídica (“soda gasta”) proveniente da U-1250 (FCC), como efluente do processo de tratamento cáustico de GLP.
- Antes de ser descartada para o sistema de efluentes da refinaria (SAO), a soda sulfídica precisa ser oxidada para ajuste de parâmetros físico químicos (pH, odor, etc). Desta forma, é utilizada uma injeção de ar e vapor para oxidação da soda. A mesma é enviada para a torre T-9150 onde ocorre a separação das frações mais leves, que saem no topo da torre e são enviados para o sistema de tocha (flare) ou tratamento na URE. A soda oxidada é então enviada para SAO para tratamento biológico e posterior descarte.
- Informação adicional: segundo relatos da área operacional, quando o sistema apresenta baixa eficiência ou baixa vazão, é injetada água industrial (sem controle de Cl^-) para lavagem do sistema, e esta operação é realizada algumas vezes no mês.

Análise do Processo

- As principais reações do processo de oxidação da Soda são:

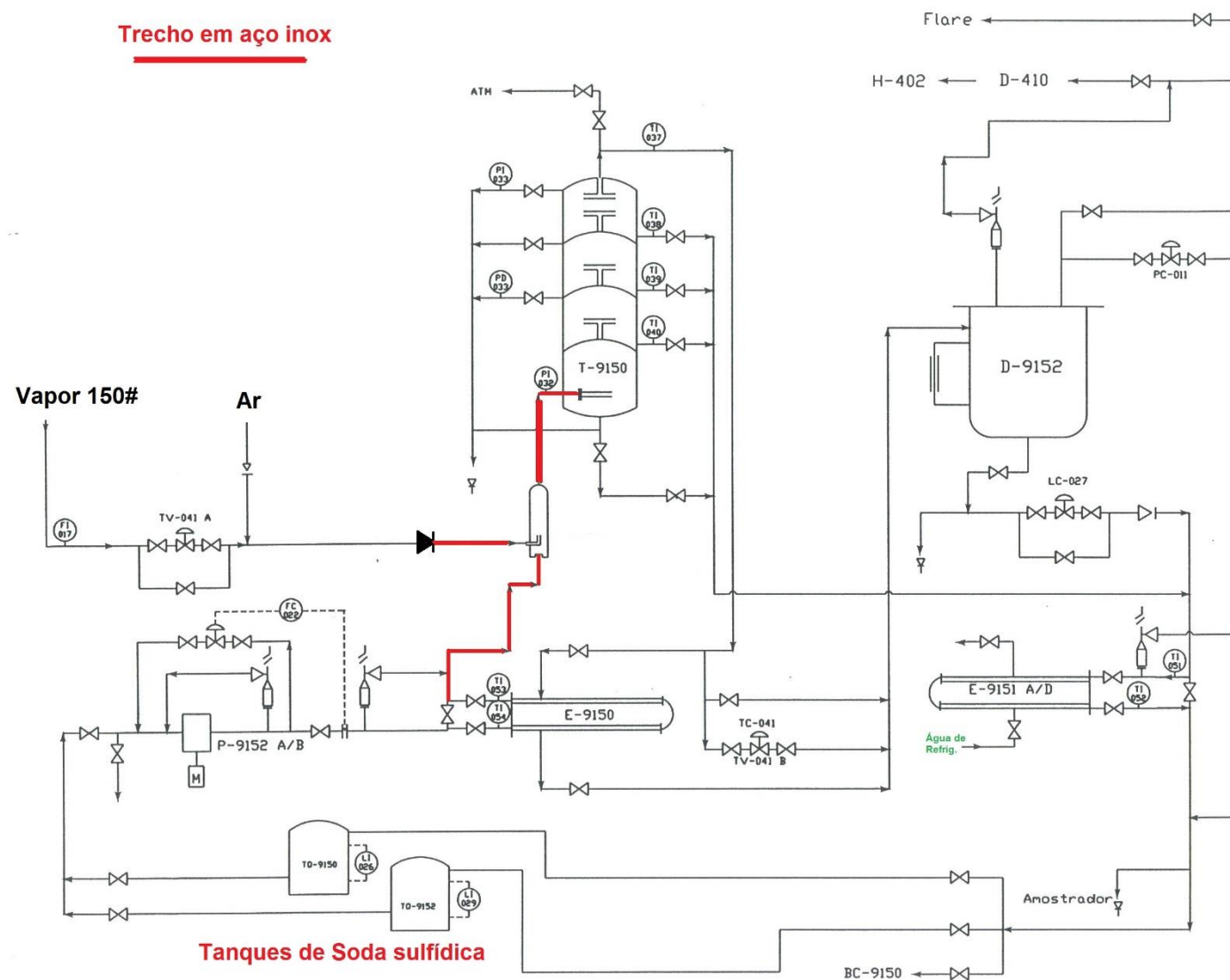


R é normalmente CH_3

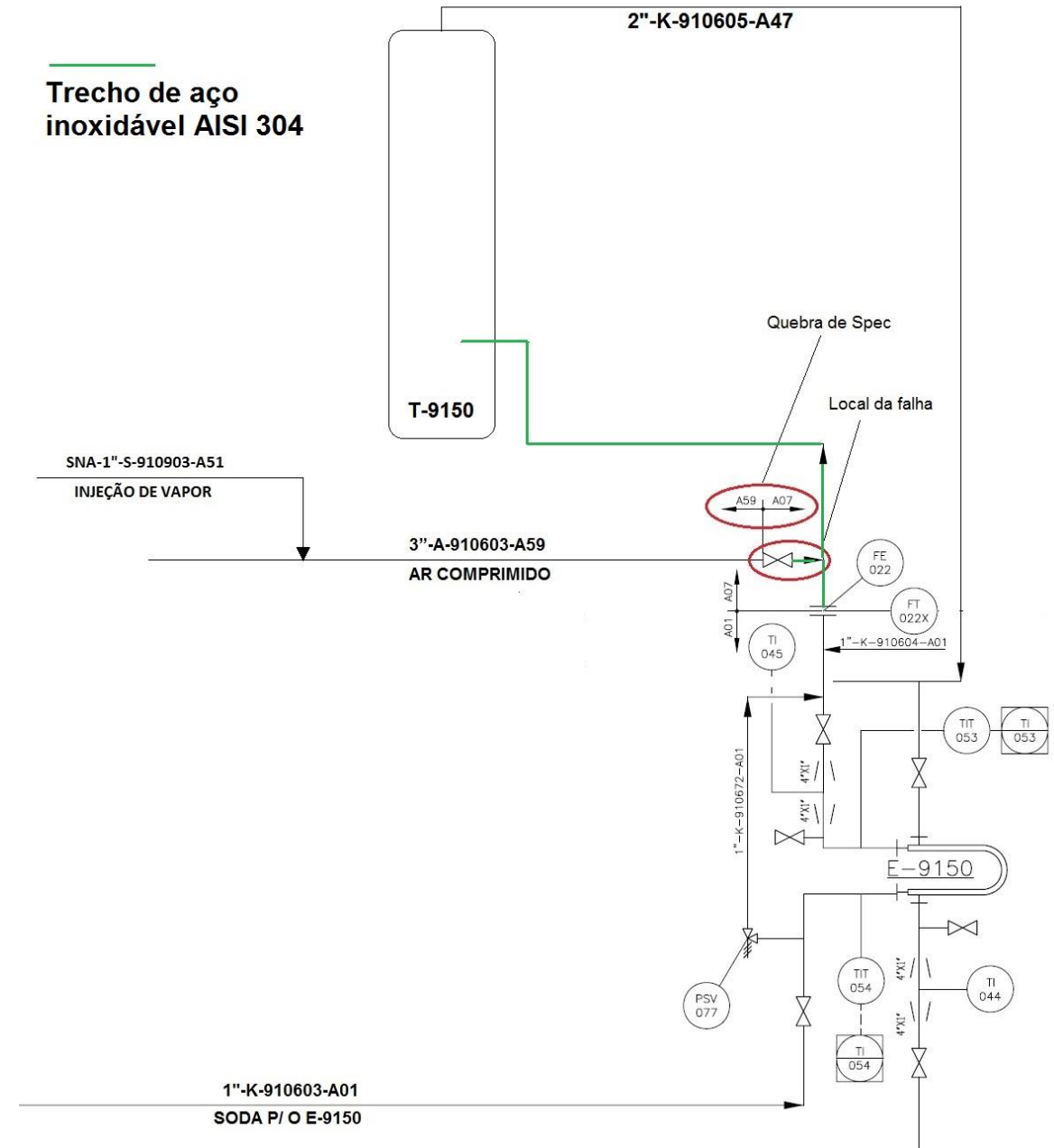
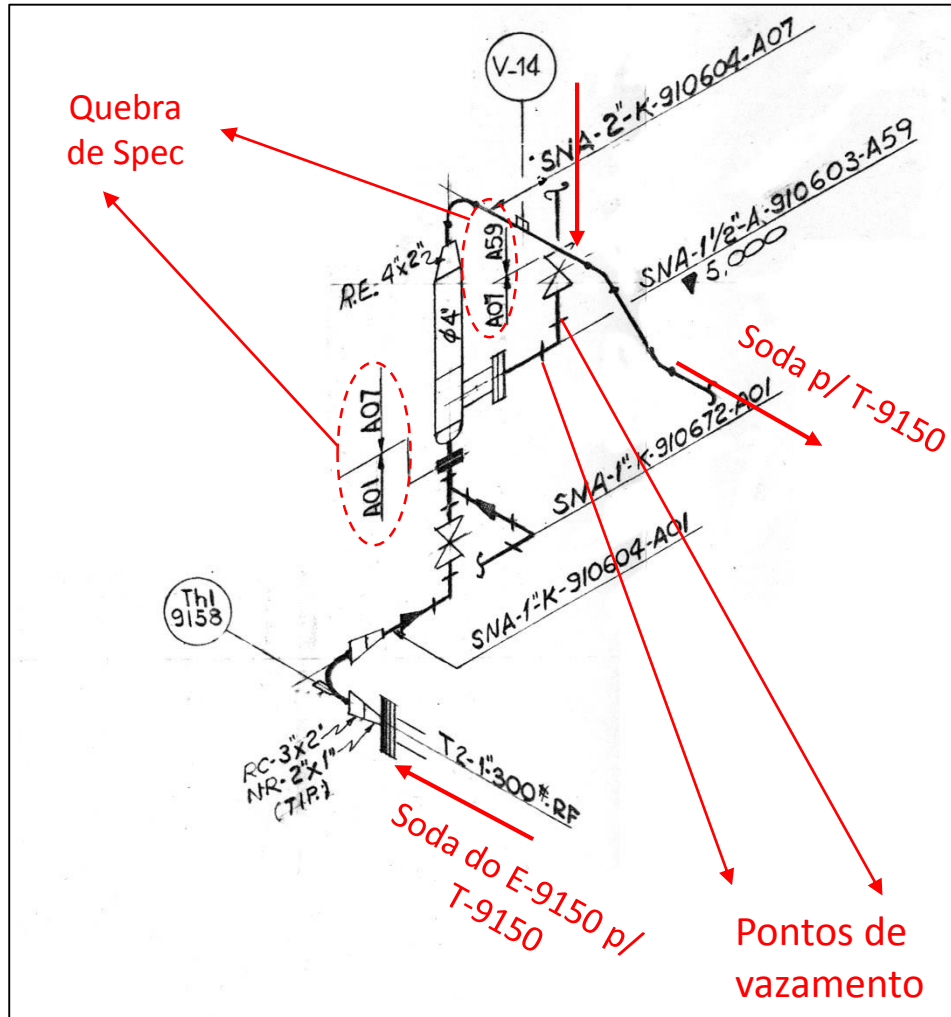
Análise do Processo

U-1910 Sistema de Soda

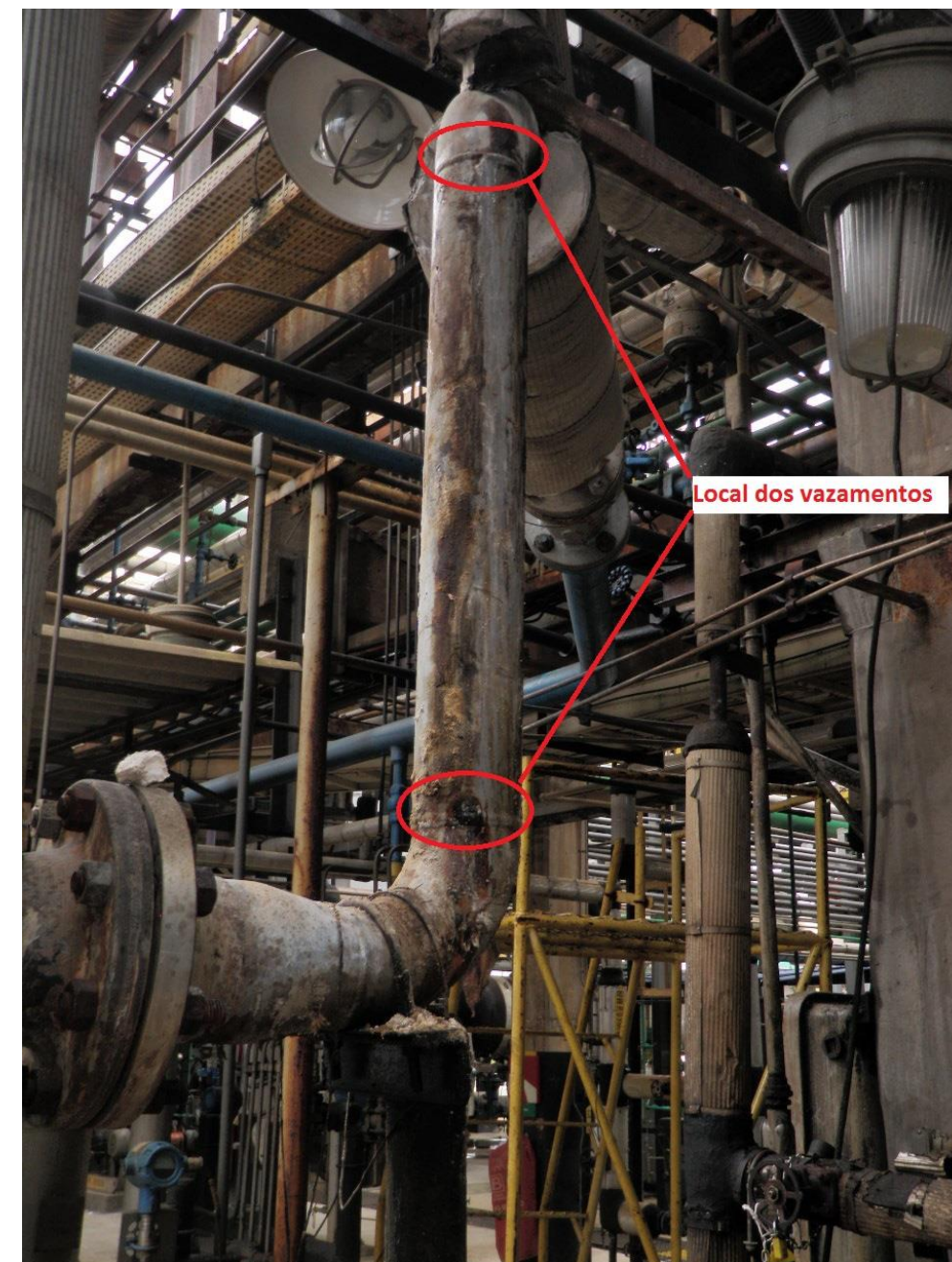
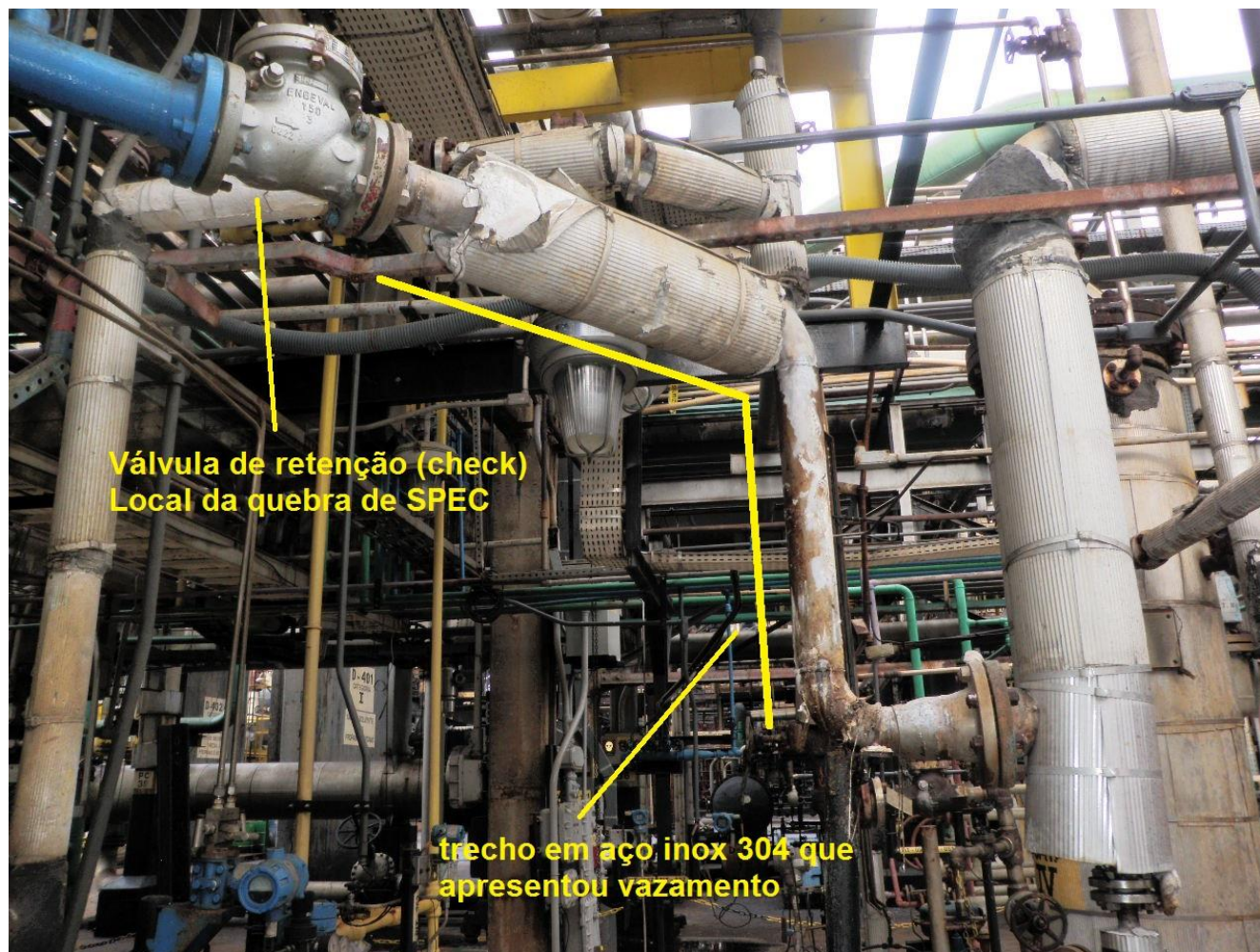
Trecho em aço inox



Localização da Falha no Processo



Registro fotográfico



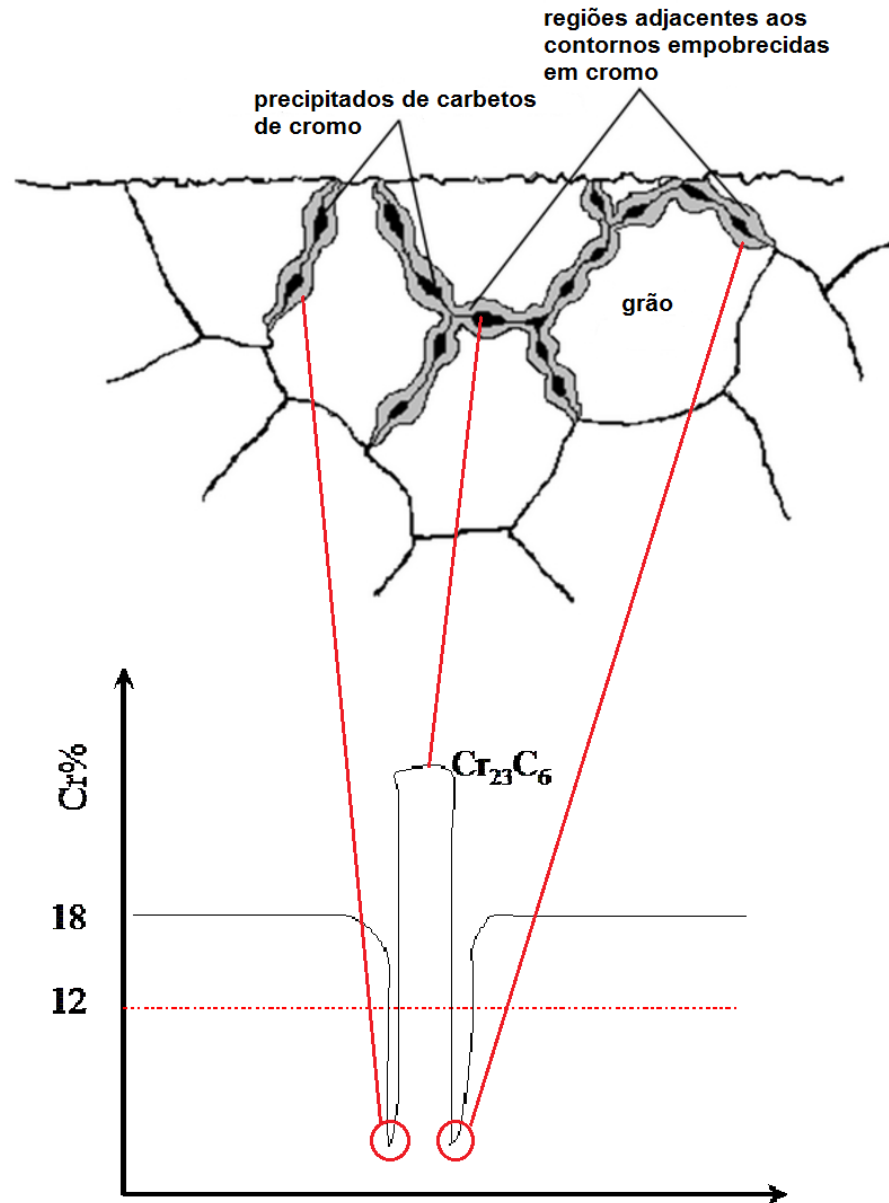
Revisão Bibliográfica

- Sensitização de aços inoxidáveis austeníticos;
- Processo de Trincamento assistido pelo meio;
 - Trincas de Corrosão sob Tensão por Cloretos (CST).

O processo de Sensitização de Aços Inoxidáveis Austeníticos

- A sensitização se refere à susceptibilidade do material a sofrer corrosão intergranular na presença de um eletrólito;
- Não se caracteriza por uma falha em si, um material pode estar sensitizado e não apresentar falhas por muitos anos, a depender das condições operacionais;
- É o processo de precipitação de carbeto de cromo preferencialmente nos contornos de grão, levando a um empobrecimento do teor de cromo nas regiões adjacentes aos contornos, tornando-as anódicas e susceptíveis ao processo de corrosão intergranular quando em presença de eletrólito;
- Processo dependente do Tempo, Temperatura e Composição química do aço
 - Faixa de Temperatura de precipitação: 400 a 800°C (depende do ciclo térmico do material na fabricação, soldagem e temperatura de operação);
 - Fortemente influenciado pelo teor de carbono do aço.

O processo de Sensitização de Aços Inoxidáveis

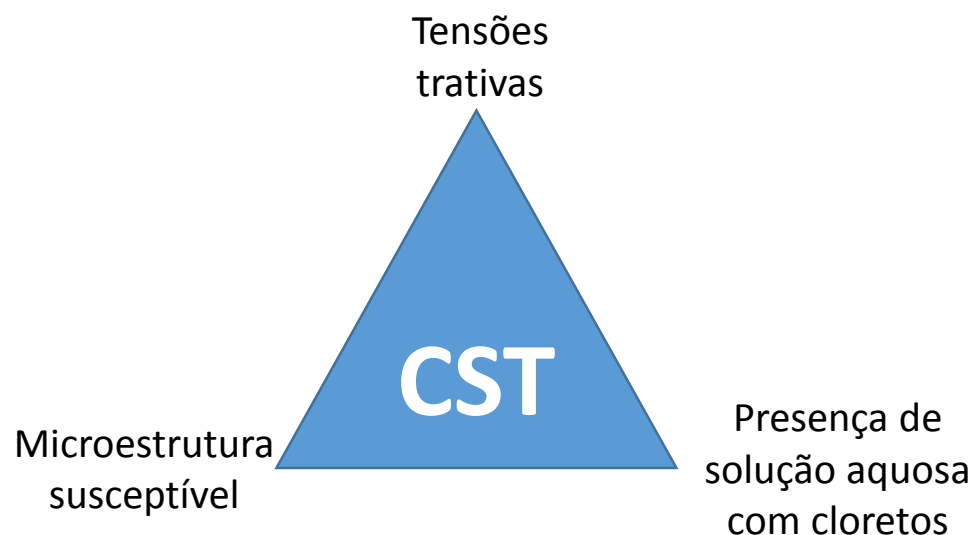


Esquema ilustrativo da variação do teor de Cromo no contorno de grão e adjacências devido ao processo de sensitização

O processo de Trincamento Assistido pelo Meio

- Trincas de Corrosão sob Tensão por Cloretos (CST) - Descrição do dano (API 571):

Trincas superficiais causadas pelo meio, em aços inoxidáveis da série 300 e algumas ligas de níquel sob certas condições de tensões trativas, temperatura e presença de solução aquosa com cloretos. A presença de oxigênio dissolvido aumenta a possibilidade de trincamento.



O processo de Trincamento Assistido pelo Meio - CST

- Fatores críticos para ocorrência de CST:
 - Teor de Cl^- ;
 - pH (normalmente acima de pH 2);
 - Temperatura (normalmente acima 60°C);
 - Exposições alternadas a condições secas e úmidas ou vapor e água propiciam o trincamento;
 - Tensões Trativas (residual ou aplicada);
 - Presença de oxigênio;
 - Composição da liga;
 - Microestrutura favorável (aços sensitizados são mais suscetíveis ao trincamento intergranular, mas materiais não sensitizados também podem trincar).

Características e Morfologia dos danos por CST

- Ausência de perda de espessura;
- Trincas superficiais no lado do processo;
- Normalmente trincas transgranulares;
- Trincas intergranulares podem ser vistas no caso de material sensitizado;

Metodologia Adotada na Análise

- Coleta de dados de projeto;
- Coleta de dados de processo e informações com a área operacional;
- Identificação de Material;
- Teste com solução de nitrato de prata (2%), para detectar a contaminação por cloretos;
- Inspeção Visual a olho nu e com Lupa Estereoscópica;
- Micrografia e Caracterização Microestrutural em microscópio ótico;
 - Amostras da seção longitudinal;
 - Ataque eletrolítico com Ácido Oxálico a 10%;

Identificação de Material

- Realizada análise química da tubulação que falhou pelo método de fluorescência de raios-X através do aparelho Niton XLi 818 e o material trata-se de um aço inoxidável A312 Tp. 304, confirmando o projeto.

Teste para detecção da presença de cloretos

- Na superfície interna, próximo à trinca, foi adicionada uma solução de nitrato de prata (2%), para detectar a contaminação por cloretos. O teste realizado foi positivo, formando pequenos cristais de cloreto de prata de cor branca, indicando a contaminação.

$\text{AgNO}_3 + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NO}_3^-$ Reação de formação do cloreto de prata no teste realizado.

Inspeção visual

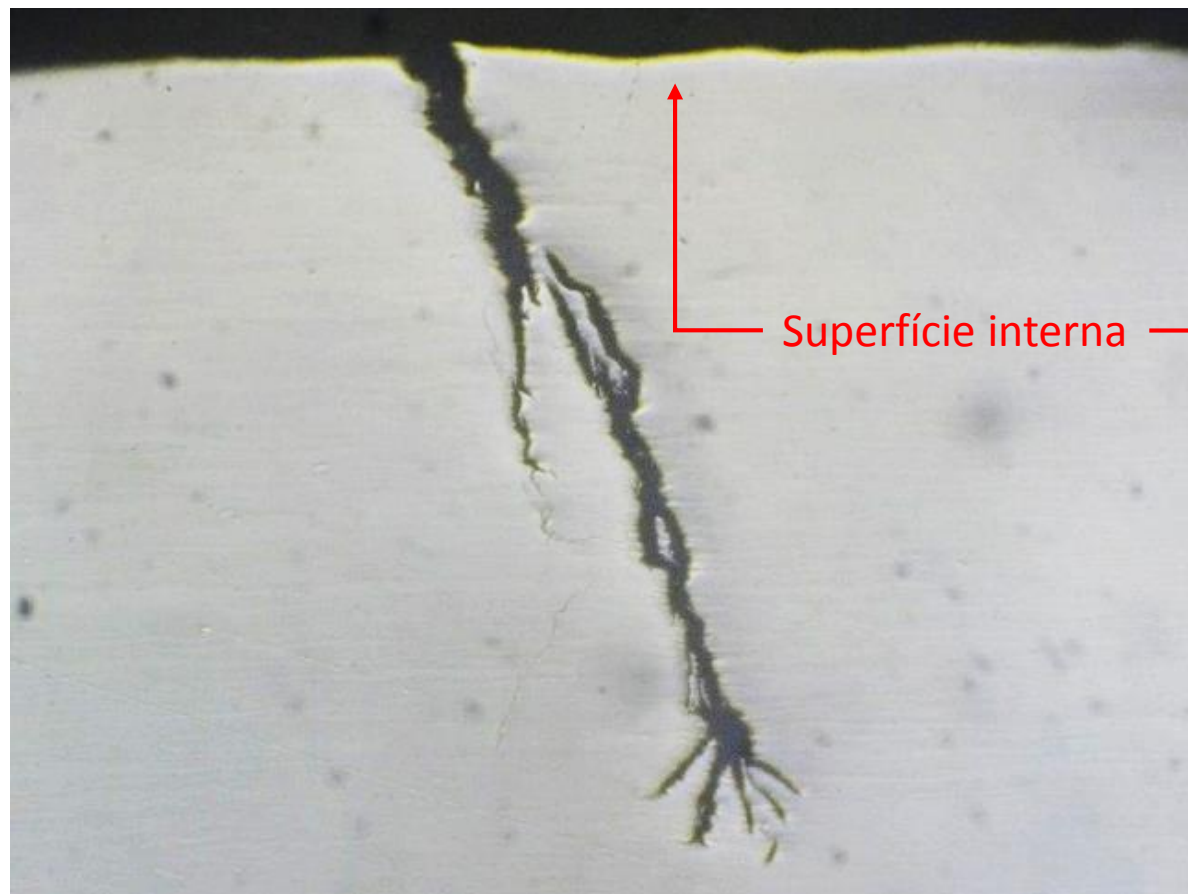
Realizada a inspeção visual dos tubos enviados para análise sendo observadas trincas passantes e ramificadas próximo ao cordão de solda.



Micrografia e Caracterização Microestrutural

- A microestrutura encontrada consiste de uma matriz austenítica, com contornos de grão bem definidos, característica do aço inoxidável austenítico A312 Tp. 304;
- As trincas ramificadas encontradas são transgranulares bem características de corrosão sob tensão por cloretos;
- Os contornos de grãos encontram-se com precipitados de carbeto de cromo, indicando que o material encontra-se sensitizado.

Micrografia e Caracterização Microestrutural



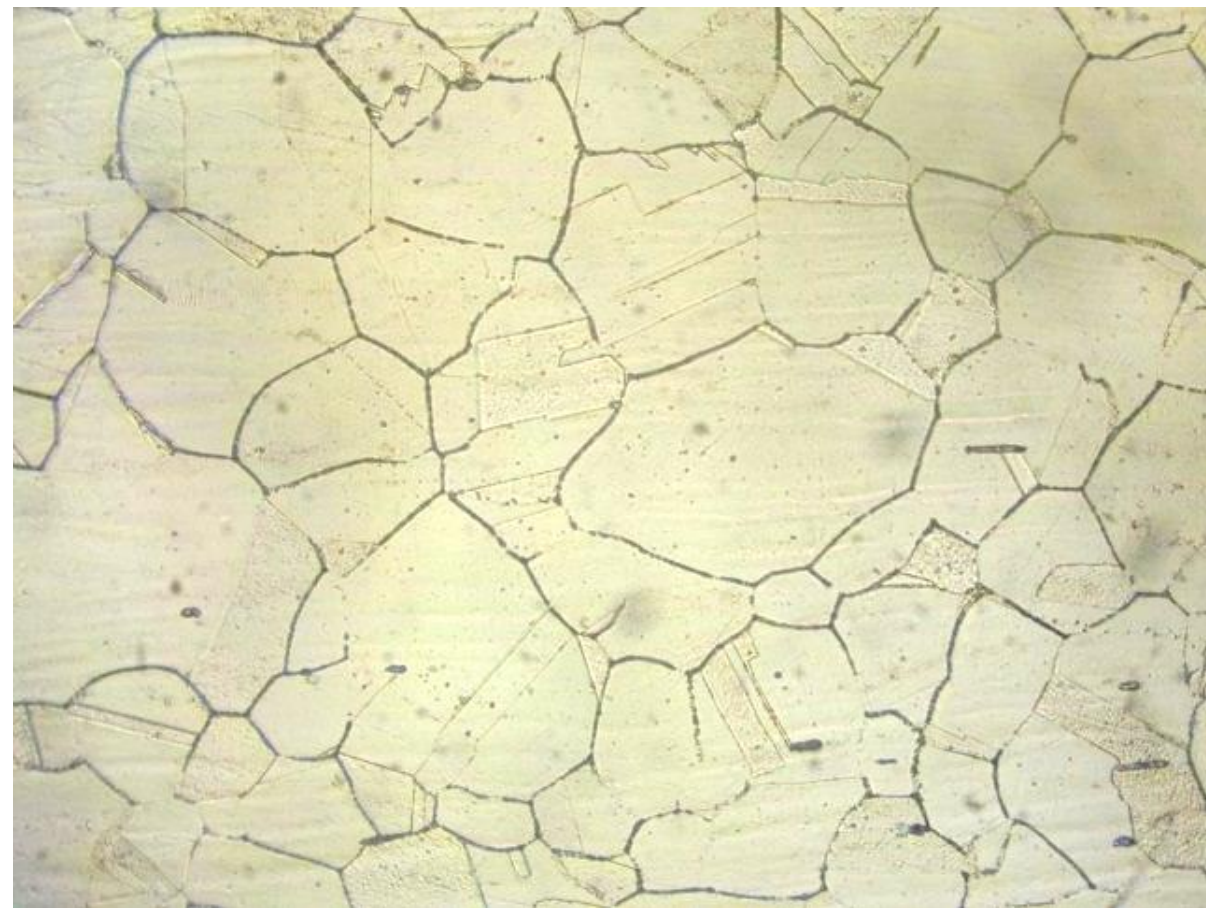
Micrografia, sem ataque, aumento de 200X



Micrografia, sem ataque, aumento de 140X

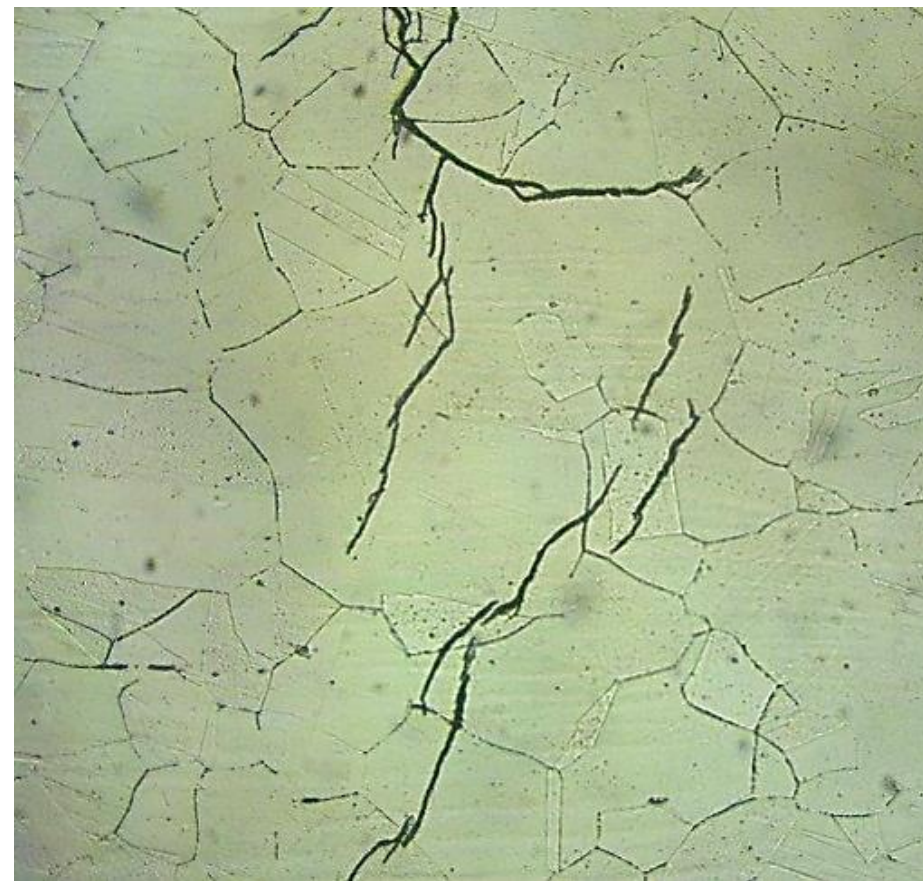
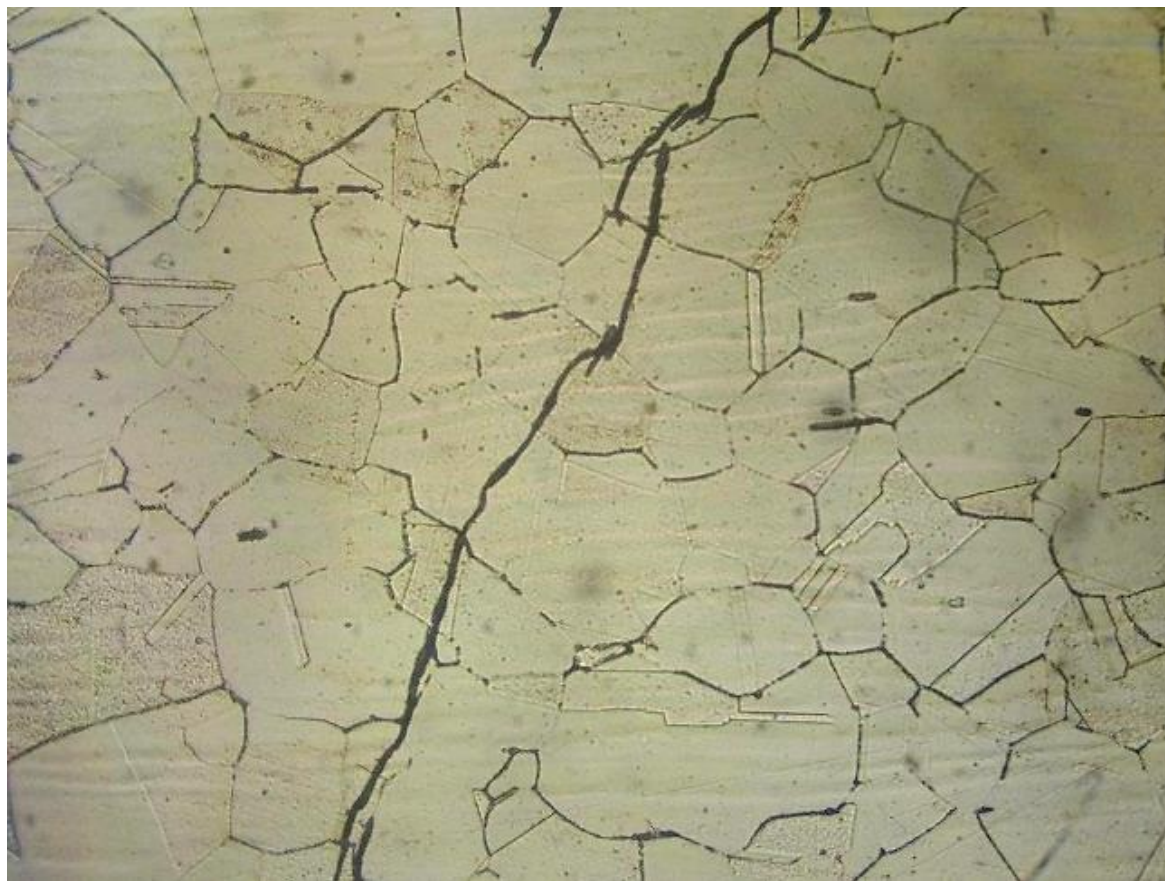
Micrografia e Caracterização Microestrutural

Microestrutura típica do aço inoxidável austenítico A312 Tp. 304. Contornos de grão bem definidos, com precipitados de carbeto de cromo nos contornos, característico de material sensibilizado.



Micrografia, ataque com ácido Oxálico 10%, aumento de 800X

Micrografia e Caracterização Microestrutural



Micrografia, mostrando trincas transgranulares características de CST, ataque com ácido Oxálico 10%, aumento de 400X

Análise dos Resultados e Conclusão

- O material do tubo da linha de soda, encontra-se conforme com o material especificado no projeto (A312 Tp. 304);
- As trincas observadas são ramificadas e transgranulares, característica de CST;
- O local da falha, nas adjacências do cordão de solda, é região sujeita a presença de tensões residuais de soldagem;
- Meio com contaminação por cloretos proveniente do uso frequente de água industrial para lavagem do sistema;
- Material aparentemente sensitizado, possivelmente esta ocorreu na fabricação do tubo ou durante o processo de soldagem no campo;
- Não foi evidenciada nenhuma corrosão intergranular;
- Pode-se concluir que o mecanismo de danos é atribuído a CST por cloretos.

Recomendações

- Substituir o uso intensivo da água industrial por água desmineralizada, com controle de cloretos para lavagem do sistema;
- Realizar ensaio de US nas soldas da linha de modo a identificar a presença de trincas de CST pré existentes.

OBRIGADO PELA ATENÇÃO!

Contatos

Mauricio Noronha – Eng^o de Equipamentos Pl. – Petrobras – REDUC

Tel.: +55 21 2677-2695

E-mail: mauricio.noronha@petrobras.com.br

Jorge Luiz R. Galvão – Téc. Inspeção de Equipamentos Sr. – Petrobras – REDUC

Tel.: +55 21 2677-2457

E-mail: jlrg@petrobras.com.br