
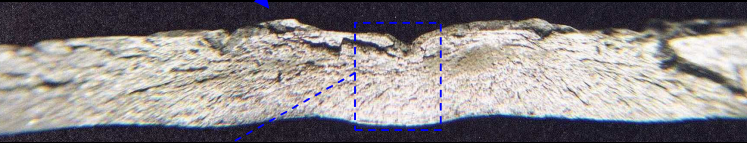
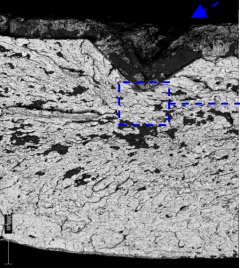
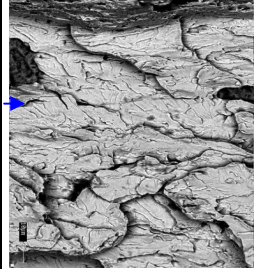
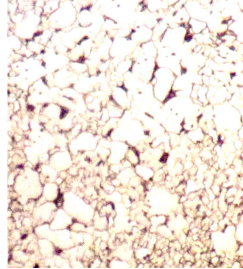


**TIPO DE TRABALHO: ANÁLISE DE FRATURA CASO N.º 3 DATA 29/01/1999**

GERAL	EQUIPAMENTO:	Serpentina de degelo
	INDÚSTRIA:	Alimentícia
	DESCRIÇÃO DA FALHA:	Fratura longitudinal em serviço + abertura repentina de SV de 13 bar.
	CONSEQUÊNCIAS:	Vazamento de Amônia
	HISTORICO:	Tubulação nova
	REPAROS:	
	PROBLEMAS PREVIOS:	

DADOS TÉCNICOS	MATERIAL:	Aço carbono			
	COMPOSIÇÃO:				
	PROPRIEDADES MECÂNICAS:	448 – 517 Mpa de resistência à tração – Impacto 35 J a -45°C			
	OUTROS:	Ø 27 mm e parede de 2,1 mm			
	FABRICAÇÃO:				
		REGIME DE OPERAÇÃO	PROJETADO	ATUAL	TRASIENTES
	Meio	Temperatura fixa:		23 horas/dia	1 hora/dia
		Faixa de temperatura:		- 45°C	35°C
		Natureza da atmosfera		Amônia líquida	Amônia gasosa
		Pressão		- 0,5 bar	11 bar
	Mecânico	Tensão			
		Carregamento			
		Vibração			
Vida	Elapsed time				
	Tempo de serviço		1,5 anos		
	Vida projetada				

		APARÊNCIA SUPERFICIAL	DETALHE A BAIXO AUMENTO	ANÁLISE
DADOS DOS EXAMES	MACROGRÁFICO			Tubo com fratura longitudinal e ligeiro abaulamento provocado por excesso de pressão interna sem adelgaçamento da parede, isto indica um comportamento frágil do material. A área indicada mostra marcas de punção (números sinetados) cuja posição coincide com a geratriz da fratura.
	MICROGRÁFICO			A superfície da fratura no local das marcas acima citadas mostra que esta operação provocou entalhes, sendo o maior de 0,65 mm de profundidade, e nele convergem marcas de sargento (chevrons) indicando ser esse o local de origem da fratura.
				
		Fratura frágil característica (por clivagem) em quase toda a espessura da parede.		A microestrutura do material é ferrítica fina e homogênea.
		O material rompeu de forma frágil embora tivesse uma microestrutura ferrítica fina cujo comportamento normalmente é dúctil a temperatura ambiente. Contrariamente ao que se pode pensar inicialmente, esta ruptura não foi o resultado de temperatura de transição dúctil – frágil uma vez que os valores de impacto deste material foram satisfatórios a -45 °C. O tamanho do defeito (entalhe de 0,65 mm) quando calculado por LEMF somente se torna crítico quando a pressão interna é superior a 210 bar.		

**CONCLUSÕES:** Esta fratura foi provocada por excesso repentino de pressão, causado pelo choque entre uma coluna de amônia líquida retida na tubulação, e outra propelida por amônia gasosa em alta velocidade, por erro de operação.

**AÇÕES CORRETIVAS:** Melhoria de procedimento de degelo.  
Revisão do projeto da tubulação para eliminar trechos com amônia líquida retida.

**BENEFÍCIO:** Aumento da confiabilidade operacional do sistema.