

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE TUBOS
DE AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO COM
E SEM COSTURA**

TUBOS DE AÇO INOXIDÁVEL

Aplicações:

- Praticamente todas as indústrias de processo;
- Componentes de veículos;
- Aplicações estruturais diversas.

Tal produto pode se apresentar ao mercado consumidor na forma de tubos inoxidáveis

com costura ou **sem costura.**

“TUBOS DE AÇO INOXIDÁVEL COM COSTURA”

São obtidos a partir da aplicação de um processo de conformação e soldagem que acaba por unir duas bordas de uma fita.

“TUBOS DE AÇO INOXIDÁVEL SEM COSTURA”

São obtidos a partir de uma barra maciça, a qual se torna um tarugo, que por sua vez será submetido a um processo de extrusão a quente.

No processo de redução a frio, denominado de “pilgering” seguido de trefilação a frio, o tubo alcança suas dimensões finais

As vantagens mercadológicas, apresentadas pelos tubos com costura são bem definidas, destacando-se:

- Menores preços
- Maior disponibilidade de produto no mercado
- Menor tempo de manufatura do produto
- Maior variedade de diâmetros e espessuras disponíveis
- Tolerâncias dimensionais mais estreitas
- Obtenção de tubos com diâmetros elevados
- Melhor condição superficial, portanto maior facilidade em se obter assepsia.

Embora as vantagens comerciais dos tubos com costura, sejam bem destacadas, o objetivo do presente estudo foi traçar um comparativo técnico entre os tubos com e sem costura, ambos em aços inoxidáveis AISI 316L.

Para realização do estudo comparativo entre tubos inoxidáveis com e sem costura, elegeram-se tubos 1" e 3" SCH 40 S, com e sem costura, em aço inoxidável 316 L

Amostras	Nomenclatura Tubo	Norma ASTM	Medidas Nominais (mm)	Medidas reais (mm)
1C	1" SCH 40 S, com costura	A 312	33,40 x 3,38	33,49 x 3,20
1S	1" SCH 40 S, sem costura	A 312	33,40 x 3,38	33,20 x 3,30
3C	3" SCH 40 S, com costura	A 312	88,90 x 5,49	88,79 x 5,52
3S	3" SCH 40 S, sem costura	A 312	88,90 x 5,49	88,80 x 5,40

ENSAIOS REALIZADOS

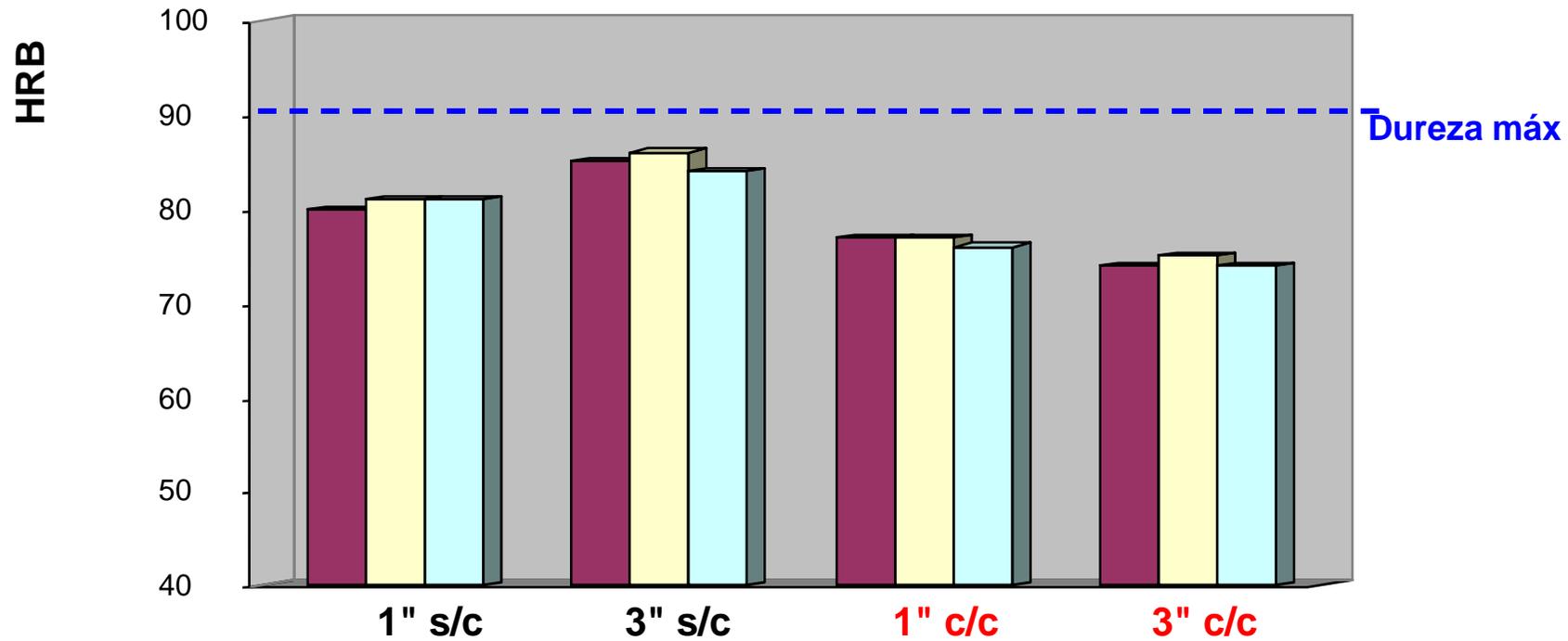
Ensaio	Normas	Observações
Dureza HRB	NBR NM 146-1	Ensaio realizado pelo Laboratório Bauer Abbo - SP
Ensaio de Tração	ASTM A 370	Ensaio realizado pelo Laboratório Bauer Abbo - SP
Flangeamento & Achatamento	ASTM A 370	Ensaio realizado pelo Laboratório Bauer Abbo - SP
Teste de Explosão	ASTM A1016M-02a	Ensaio realizado pelo Laboratório Bauer Abbo - SP <i>(Aplicado somente para os tubos com costura)</i>
Decay Test - Ensaio de corrosão preferencial em cordão de solda	ASTM A 249 S.7	Ensaio realizado nos laboratórios da InoxTubos SA <i>(Aplicado somente para os tubos com costura)</i>
Análise de Rugosidade	ASME B46.1	Ensaio realizado nos laboratórios da InoxTubos SA

Resultados e Discussões

1- Ensaio de Dureza

Observa-se que tanto os tubos S/C como os C/C se encontram com valores de dureza abaixo do especificado

Análise de Dureza



Resultados e Discussões

2- Ensaio de Tração

Tubos S/C e C/C se encontram com valores dentro do especificado

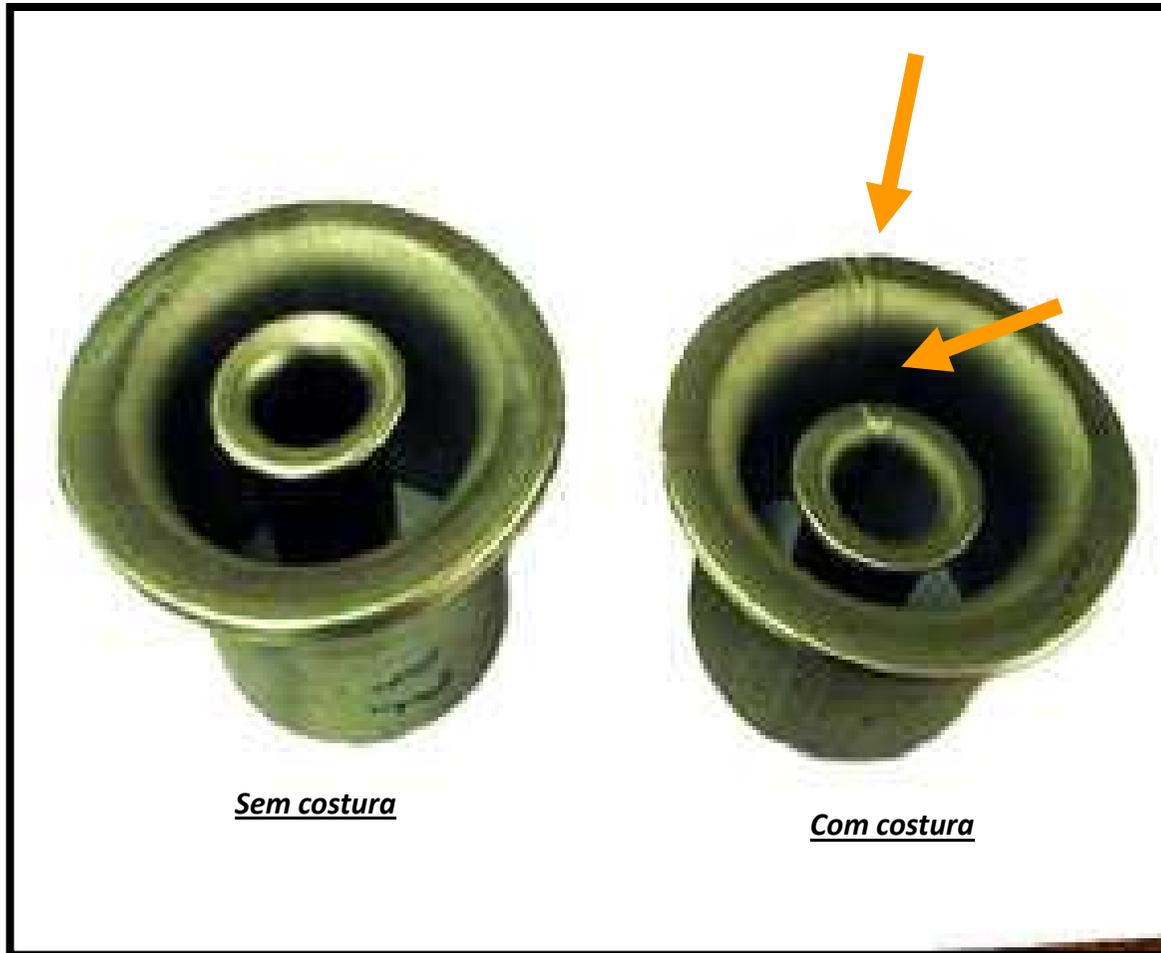


Amostra	LR (MPa)	LE (MPa)	AI (%)	Dureza (HRB)	Resultado
	Especificação 485 mín.	Especificação 170 mín.	Especificação 35 mín.	Especificação 90 máx.	
1" S/C	594	302	65	81	OK
1" C/C	555	248	73	77	OK
3" S/C	588	329	50	85	OK
3" C/C	523	221	66	74	OK

Resultados e Discussões

3- Ensaio de Flangeamento

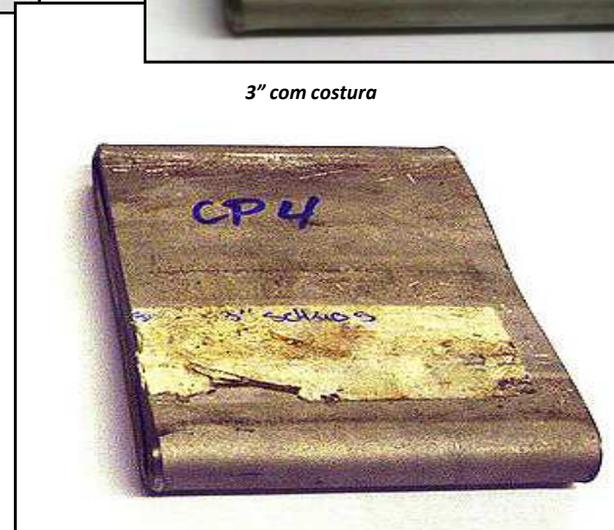
Observa-se que tanto para os tubos S/C como os C/C, não se detectou nenhuma descontinuidade após Ensaio de Flangeamento



Resultados e Discussões

4- Ensaio de Achatamento

Idem para o
Ensaio de Achatamento



Resultados e Discussões

5- Ensaio de Explosão

Realizado apenas para os tubos C/C, observa-se que mesmo submetidos a uma pressão muito maior que o especificado, os tubos C/C não chegaram a romper.

Pressão de teste				
	Especificado pela norma		Realizado	
Tubo	Lbf/pol ²	Kgf/cm ²	Lbf/pol ²	Kgf/cm ²
1" SCH40	2.530	178	7.111	500
3" SCH40	1.544	108	7.111	500

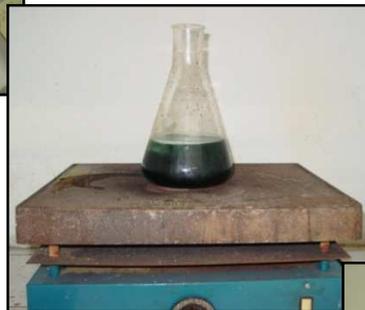


Resultados e Discussões

6- Decay Test

O ensaio de Decay Test foi realizado nos tubos C/C para avaliar o comportamento da solda quando submetida a HCl em ebulição, conforme S.7 ASTM A 249.

Tanto o metal-base como o cordão de solda são medidos antes e depois do ensaio. Aplicam-se os valores numa equação onde o valor de “R” representa a taxa de corrosão comparativa entre metal-base e solda. Para aprovação, o valor de “R” deve ser inferior a 1,25.



Resultados e Discussões

6- Decay Test

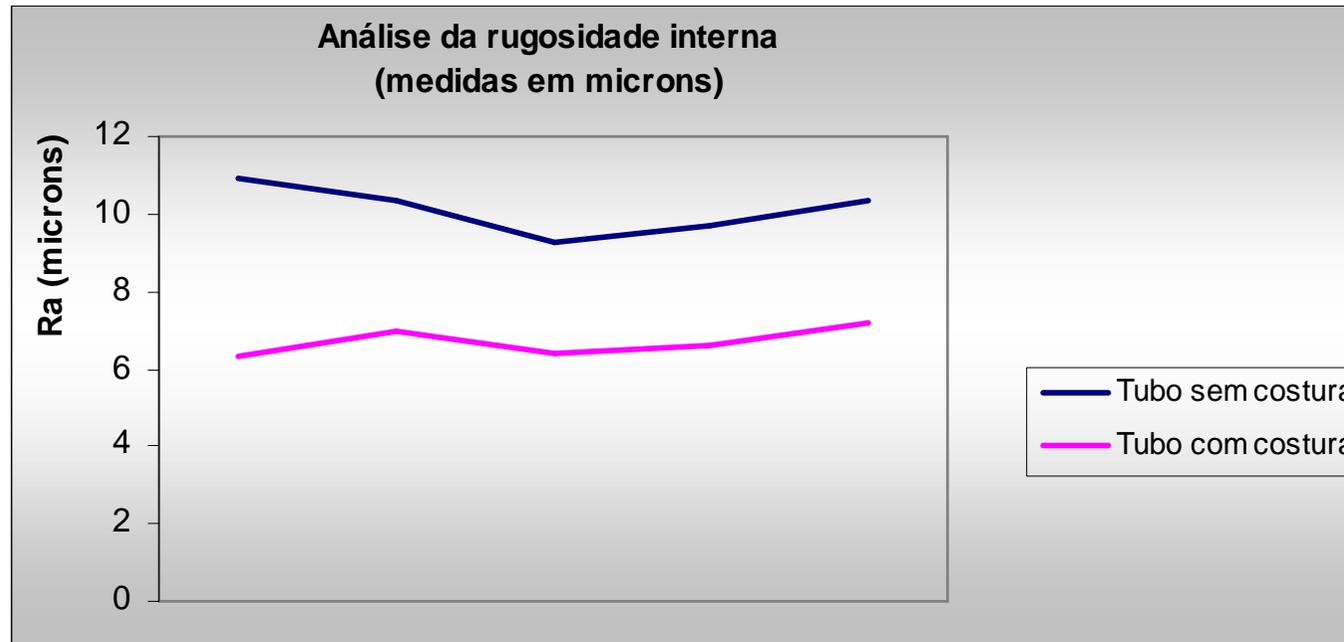
Tanto o tubo C/C 1" como o 3" foram aprovados no ensaio Decay Test

	MB antes	Solda antes	MB depois	Solda depois
1" SCH40 C/C	3,08	3,30	1,70	2,42
	3,09	3,33	1,73	2,30
	3,11	3,27	1,68	2,35
	3,07	3,31	1,69	2,17
	3,06	3,32	1,67	2,25
	Média	3,08	3,31	1,69
Valor de R = 0,71			APROVADO	

	MB antes	Solda antes	MB depois	Solda depois
3" SCH40 C/C	5,52	5,60	3,03	4,08
	5,52	5,59	3,05	4,06
	5,54	5,61	3,00	4,10
	5,49	5,60	3,04	4,09
	5,52	5,60	3,04	4,09
	Média	5,52	5,60	3,03
Valor de R = 0,61			APROVADO	

Resultados e Discussões

7- Ensaio de Rugosidade



Nota-se a melhor condição dos tubos com costura que, mesmo tendo sido produzidos a partir de bobinas laminadas a quente (BQ), apresentam menores valores de rugosidade Ra.

Conclusões

Ambas as classes de material apresentaram propriedades mecânicas e tecnológicas dentro da especificação das normas aplicadas. Tal fato foi observado após a realização dos ensaios de dureza, tração, flangeamento e achatamento.

As soldas presentes nos tubos com costura não romperam nos ensaios de explosão realizados, mesmo com os valores de pressão tendo sido elevados a níveis superiores ao especificado por norma.

Após a realização de ensaio de corrosão preferencial em cordão de solda (decay test), as amostras de tubos com costura foram aprovadas.

Tubos com costura apresentaram valores de rugosidade interna inferiores aos tubos sem costura. Tal fato indica uma maior sanitaridade dos tubos com costura.

Após a análise dos ensaios a que foram submetidos tubos para condução, com e sem costura, produzidos em aço inoxidável AISI 316 L, verificou-se que os com costura não apresentaram nenhuma desvantagem técnica sobre os tubos sem costura.