

INFLUÊNCIA DO METAL DE ADIÇÃO NA MICROESTRUTURA E NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE JUNTAS SOLDADAS DO AÇO INOXIDÁVEL FERRÍTICO AISI 444

Pedro Duarte Antunes, pedro.em@unifei.edu.br¹
Edmilson Otoni Correa, ecotoni@unifei.edu.br¹
Reginaldo Pinto Barbosa, rpbarbosa@acesita.com.br²
Andreas Nascimento, andreas.nascimento@gmail.com³

¹ Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Engenharia Mecânica, Av. BPS, 1303, Pinheirinho, CP 50, Itajubá, Minas Gerais 37500-903.

² Arcelor Mittal Inox, Alameda 31 de Outubro, 500, Centro, Timoteo, Minas Gerais 35180.014

³ Mining University of Leoben, Institute of Mining and Petroleum Engineering, Franz Josef-Straße 18, 8700 Leoben

Resumo: O objetivo deste trabalho foi investigar a influência do metal de adição sobre a microestrutura e sobre as propriedades mecânicas de juntas soldadas do aço inoxidável ferrítico AISI 444. Dois tipos de metal de adição (E309L e E316L) foram usados com o intuito de se produzir juntas soldadas com zonas fundidas de diferentes composições químicas. Para analisar a microestrutura das juntas soldadas foi utilizado um microscópio óptico acoplado a um microcomputador (analisador de imagens) e MEV. As propriedades mecânicas das juntas soldadas foram analisadas através de ensaios de tração mecânica e dureza Vickers. As análises microestruturais mostraram que em ambas as juntas soldadas ocorreram crescimento de grão na zona termicamente afetada (ZTA) do aço ferrítico AISI 444 devido ao ciclo térmico de soldagem. As análises mostraram também que para os dois eletrodos ocorreu o surgimento da fase ferrita delta na matriz austenítica da zona fundida (ZF). A junta soldada com o E316L apresentou uma rede de ferrita delta contínua e bem mais presente do que na junta soldada com o E309L, que apresentou uma rede de ferrita delta descontínua. Os ensaios de tração mecânica e dureza Vickers mostraram que a junta soldada com o metal de adição E309L apresentou propriedades mecânicas consideravelmente superiores às encontradas na junta soldada com o metal de adição E316L.

Palavras-chave: Aço Inoxidável AISI 444, Juntas Soldadas, Microestrutura.

1. INTRODUÇÃO

Os aços inoxidáveis são definidos como ligas de Fe-Cr contendo um mínimo de 11% Cr. Sua principal propriedade é a resistência a corrosão, onde esta é função de uma película fina que se forma na superfície do material chamada película passiva proveniente da interação do cromo da liga com o oxigênio do ambiente formando uma camada de óxido de cromo (Sedriks, 1996). Estes aços são divididos em diferentes classes que variam de acordo com os elementos químicos presentes nos mesmos, tais elementos são responsáveis pela estabilização da microestrutura ferrítica, austenítica ou ambas. Alguns aços inoxidáveis chegam a ter em sua composição uma quantidade de até 30% Cr, além de outros elementos que podem ser adicionados tais como: Ni, N, Mo, Ti, Nb, Al, Cu (Colombier, et al., 1993).

De acordo com ASM (1994) e Moore (2008), os aços inoxidáveis podem ser divididos em cinco famílias: quatro são baseadas nas características cristalográficas/microestruturais da liga: ferríticos, martensíticos, austeníticos, duplex (austenita + ferrita) e a 5ª família, ligas endurecidas por precipitação, é baseada no tipo de tratamento térmico usado, ao invés da microestrutura.

Os aços inoxidáveis austeníticos constituem a maior família dos aços inoxidáveis em termos de número de ligas e utilização. Sua composição básica se resume a Fe-Cr-Ni e o nome que lhes foi atribuído se deve a sua estrutura austenítica a temperatura ambiente, ou seja, cúbica de face centrada (CFC). Tal como os aços inoxidáveis ferríticos, estes também não podem ser endurecidos por tratamento térmico. Contudo, suas similaridades terminam aqui. As ligas austeníticas são não-magnéticas, apresentam ótimas condições de estampabilidade e soldabilidade, e são susceptíveis principalmente ao trincamento por corrosão sob tensão (Sedriks, 1996).

No caso dos aços inoxidáveis ferríticos, estes apresentam uma composição essencialmente de Fe-Cr com estrutura cristalina ferrítica, ou cúbica de corpo centrado (CCC). O teor de cromo é usualmente na faixa de 11 a 30%. Sua utilização geral depende do teor de cromo. Alguns tipos podem conter Mo, Si, Al, Ti e Nb para conferir características particulares. Estas ligas são magnéticas, não apresentam boa soldabilidade e como foi dito não são endurecidas por

tratamento térmico (Sedriks, 1996; Arcelor Mittal Inox Brasil, 2001). A liga protótipo da terceira geração dos aços inoxidáveis ferríticos é o tipo AISI 444 (18Cr-2Mo), sendo esta a que contém maior teor de molibdênio dos ferríticos da série 400 e também é estabilizado.

De acordo com Carvalho et. al. (2002) existem muitas propriedades do aço inoxidável AISI 444 superiores aos aços inoxidáveis austeníticos, como sua capacidade de ser produzido na forma de tubo e/ou via laminação a frio com baixa rugosidade, alta resistência a corrosão, considerável capacidade de troca térmica, excelente resistência a fadiga e a corrosão sob tensão, boa dureza e considerável resistência mecânica.

Estudos mostraram sua eficiência em aplicações no setor sucroalcooleiro como trocadores de calor, evaporadores, secadores, cristalizadores, fermentadores, tanques de armazenamento, como também no setor petroquímico em revestimentos internos de equipamentos, torres de destilação de petróleo, componentes estruturais de máquinas e estruturas, aplicações à temperaturas elevadas como por exemplo em sistemas de exaustão de automóveis, termotanques e aquecedores solares (Akita, 2008; Guimarães, 2008; Arcelor Mittal, 2008).

Em diversas aplicações dos aços inoxidáveis é necessário o uso de operações de soldagem. A soldagem é o principal processo industrial de união de metais. Processos de soldagem e processos afins são largamente utilizados na fabricação de peças, recuperação de elementos da indústria (peças desgastadas) e para aplicação de revestimentos de características especiais, freqüentemente de aço inoxidável, sobre superfícies metálicas. Esta grande utilização deve-se a diversos fatores e, em particular, à sua relativa simplicidade operacional (Modenesi, 2001).

Dentro da área de Engenharia dos Materiais, destaca-se o estudo de técnicas e consumíveis para a soldagem de aços inoxidáveis ferríticos com aços inoxidáveis austeníticos. Esta soldagem dissimilar tem como objetivo aliar a elevada resistência à corrosão sob tensão e boa condutividade térmica dos aços inoxidáveis ferríticos (que de uma maneira geral possuem soldabilidade limitada) à boa soldabilidade apresentada pelos aços inoxidáveis austeníticos (mas que, geralmente são susceptíveis a corrosão sob tensão) (Pinto, 2006).

Nesse contexto, o presente trabalho foi motivado pela grande necessidade que as refinarias da Petrobrás e outros setores da indústria têm de dispor de procedimentos de soldagem de fabricação e reparo que permitam a obtenção de juntas soldadas com boas propriedades como baixa susceptibilidade à corrosão e boas propriedades mecânicas. Portanto o mesmo procurou caracterizar mecânica e microestruturalmente juntas soldadas do aço inoxidável ferrítico AISI 444 soldado com os metais de adição em aços inoxidáveis austeníticos E309L e E316L.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi utilizado como metal base chapas de aço inoxidável ferrítico tipo AISI 444 adquiridas na espessura de 3 mm. Como metais de adição foram utilizados arames sólidos com diâmetro de 1,2 mm dos aços inoxidáveis austeníticos AISI 309L e AISI 316L. Na Tabela 1, são apresentadas as composições químicas das chapas de aço inoxidável AISI 444 e dos aços inoxidáveis austeníticos usados como metais de adição.

Tabela 1. Composição química nominal dos aços inoxidáveis AISI 444, AISI 316L e AISI 309L.

Aço Inoxidável	Composição (% em peso)							
	C	Cr	Mo	Ni	Mn	Si	P	Ti+Nb
AISI 444	0,025	17,50	1,75	1,00	1,00	0,030	0,040	0,80
E316L	0,02	17,5	2,8	12,2	1,7	1,0	0,02	-
E309L	0,03	23,05	0,1	13,0	1,5	0,75	-	-

Fonte: Arcelor Mittal Inox Brasil, 2001.

Foram cortadas doze chapas do aço inoxidável AISI 444 com dimensões de (130 x 70) mm, onde foi realizada a usinagem de chanfros em “V” para a realização da soldagem. As chapas foram soldadas pelo processo de soldagem MIG (*Metal Inert Gas*), de forma que se obteve um total de seis juntas soldadas (três com cada metal de adição). Os parâmetros de soldagem utilizados para ambos os metais de adição estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros de soldagem.

Parâmetros de Soldagem	
Corrente (A)	125,0
Voltagem (V)	20,0
Velocidade de Soldagem (cm/min)	30,0
Aporte Térmico (kJ/cm)	5,0
Velocidade de Alimentação do Arame (m/min)	4,0
Gás de Proteção	C25 (Ar 25% CO ₂)

Estes valores foram selecionados dentro da faixa usualmente empregada em soldas de reparos de componentes de refinarias de petróleo sujeitos à corrosão sob tensão. Com os valores de corrente, tensão e velocidade de soldagem mostrados na tabela 2 obtêve-se os valores de energia de soldagem (aporte térmico) utilizado durante a soldagem das juntas. De cada junta soldada foi retirado duas tiras com dimensões de (141 x 22) mm nas quais foram usinadas obtendo corpos de prova de tração conforme normas ASTM G58 e ASTM E8. As dimensões dos corpos de prova estão apresentadas na Figura 1.

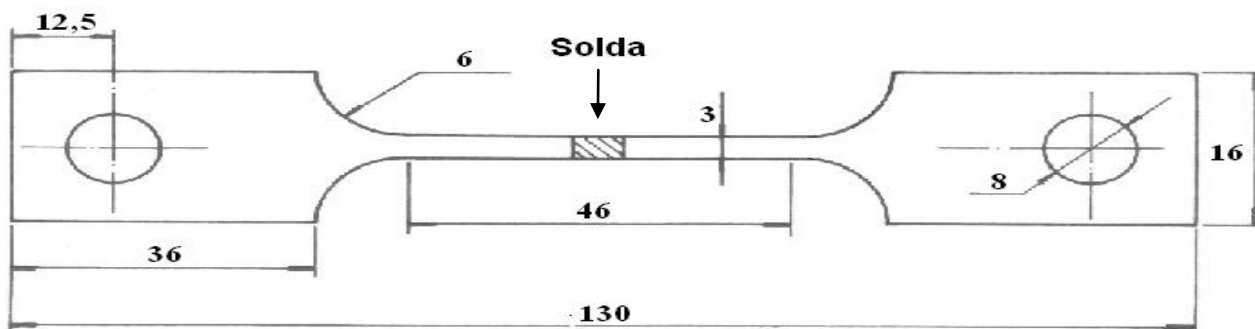


Figura 1. Dimensões dos corpos de prova de tração em milímetros.

As análises da microestrutura dos corpos de prova foram realizadas por meio de um microscópio óptico acoplado a um analisador de imagens e por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Para os ensaios de dureza Vickers e microscopia óptica foram usinados corpos de prova com as dimensões representadas na Figura 2. Nos ensaios de dureza traçou-se um perfil de uma extremidade a outra do corpo de prova, iniciando no MB, passando pela ZTA, ZF, até a outra extremidade do MB. Foram obtidos 17 valores em cada amostra.

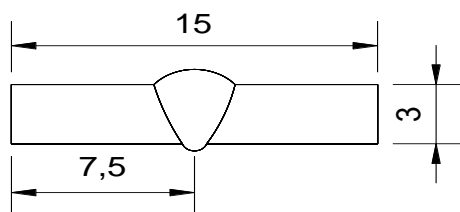


Figura 2. Dimensões dos corpos de prova de dureza em milímetros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Caracterização Microestrutural da Junta Soldada

A Figura 3 apresenta a microestrutura do metal base (AISI 444), no qual se pode observar uma única fase com grãos poligonais de ferrita e alguns precipitados de carbonitretos de titânio e nióbio. Esses carbonitretos se precipitam devido à adição dos elementos titânio e nióbio no aço com o intuito de estabilizar o carbono e o nitrogênio evitando o fenômeno da sensitização (Silva et al., 2008).



Figura 3. Microestrutura do metal base (AISI 444) – Microscopia Óptica. Ataque: Água Régia.

A Figura 4 apresenta as microestruturas das juntas soldadas com o metal de adição E316L e E309L respectivamente. Em ambas as figuras pode-se observar o crescimento de grão na ZTA.

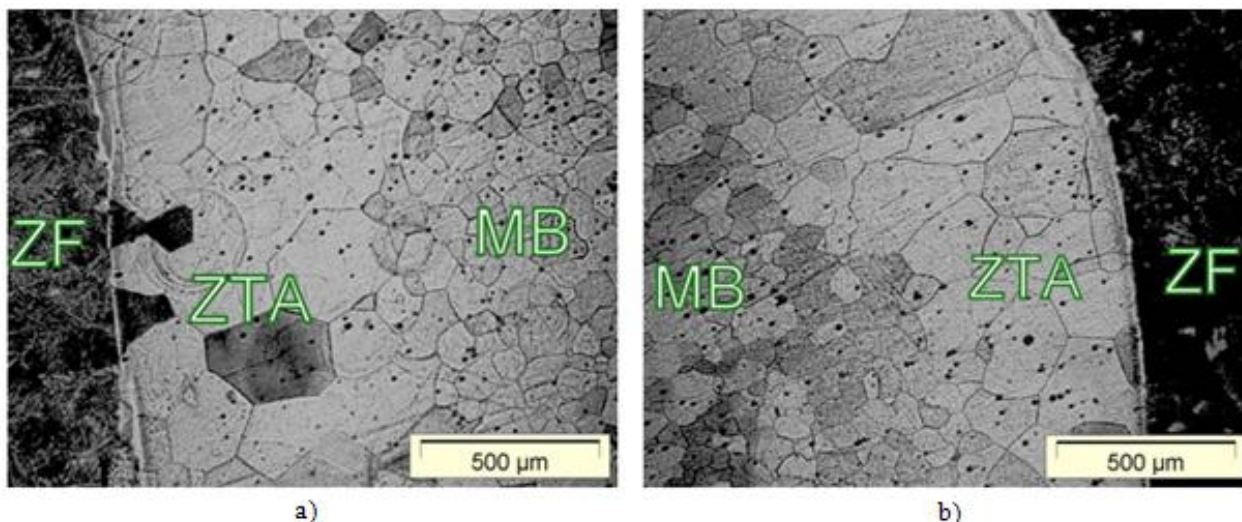


Figura 4. Microestrutura da junta soldada com metal de adição: a) E316L e b) E309L. Microscopia Ótica. Ataque: Água Régia.

Segundo Oliveira et al. (2000), a forma mais utilizada de controlar esse crescimento de grão é a utilização de estabilizantes (Ti, Nb) e o controle da energia de soldagem, de forma que quanto menor a energia de soldagem menor é o crescimento de grão.

Como o valor da energia de soldagem utilizado foi de 5,0 KJ/cm para as duas juntas e o metal base é o mesmo para as duas amostras (AISI 444), observa-se na Figura 4 que o crescimento de grão foi praticamente idêntico nos dois casos.

A Figura 5 apresenta microestruturas obtidas no MEV da zona fundida (ZF) das juntas soldadas com o metal de adição E316L e E309L respectivamente. Observa-se a formação de ferrita delta (fase escura) em ambas as juntas soldadas, porém essa formação se deu numa configuração diferente. Na ZF com metal de adição E316L (Figura 5a), a ferrita delta se apresenta mais presente e em forma contínua, ou seja, uma rede de ferrita delta. Já na ZF com metal de adição E309L (Figura 5b), a ferrita delta se apresenta em menor quantidade e de forma descontínua. De acordo com Barbosa ^[15], o surgimento da ferrita delta na ZF com aços inoxidáveis austeníticos é resultado da transformação incompleta da ferrita primária em austenita.

A formação de ferrita delta na ZF é desejável, pois ela aumenta à resistência a fissuração durante a solidificação. Porém deve-se ter cuidado em aplicações que se deseja uma maior resistência à corrosão e uma melhor tenacidade da solda em baixas temperaturas. Isto porque quando a ferrita delta se forma de maneira contínua, esta pode contribuir na propagação de trincas e na fragilização do material. Também se deve estar atento à formação da ferrita delta ao se produzir peças que devem ser completamente não magnéticas, pois a ferrita delta é uma fase magnética.

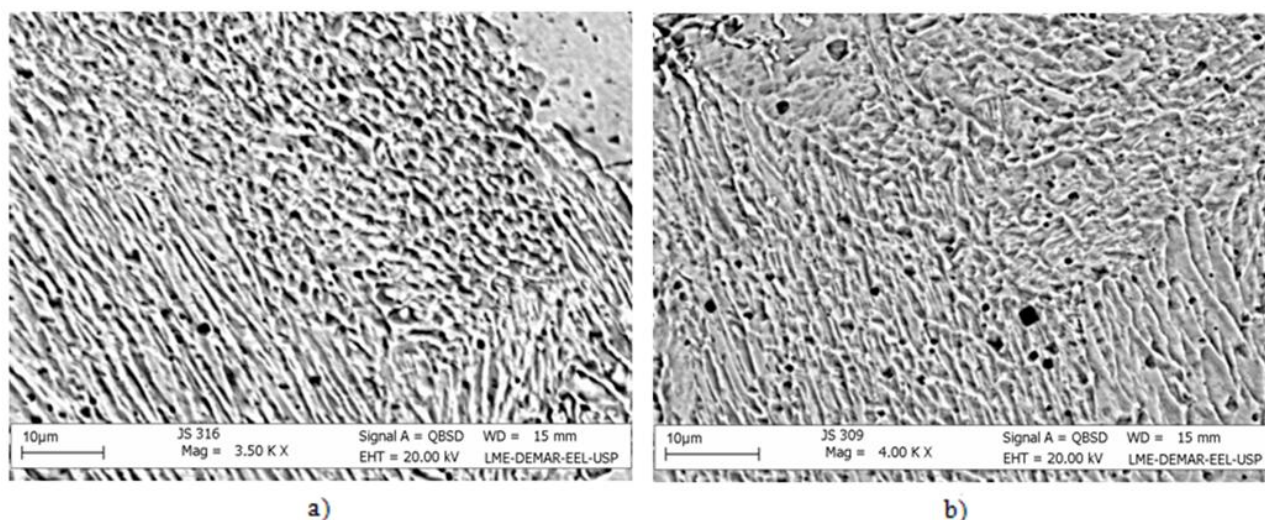


Figura 5. Microestrutura da ZF com o metal de adição a) E316L e b) E309L. MEV. Ataque: Água Régia.

Comparando as duas microestruturas das zonas fundidas, observa-se que o metal de adição E309L apresenta uma microestrutura favorável em relação ao metal de adição E316L. Isto ocorre devido ao fato de que a rede de ferrita delta contínua (E316L) pode facilitar a propagação de trincas nos contornos de grão, o que é evitado no caso do metal de adição E309L, que apresenta uma rede de ferrita delta descontínua impedindo a propagação de trincas ao longo dos contornos de grão.

3.2. Ensaios de Tração

Foram realizados três ensaios de tração para cada eletrodo diferente (E316L e E309L). Os testes mostraram que as juntas soldadas com o metal de adição E316L se comportaram de forma mais frágil em relação às juntas soldadas com o eletrodo E309L. A Figura 6 (a e b) mostra as curvas (médias dos três ensaios) da tensão (MPa) em função da deformação (mm) durante os ensaios de tração.

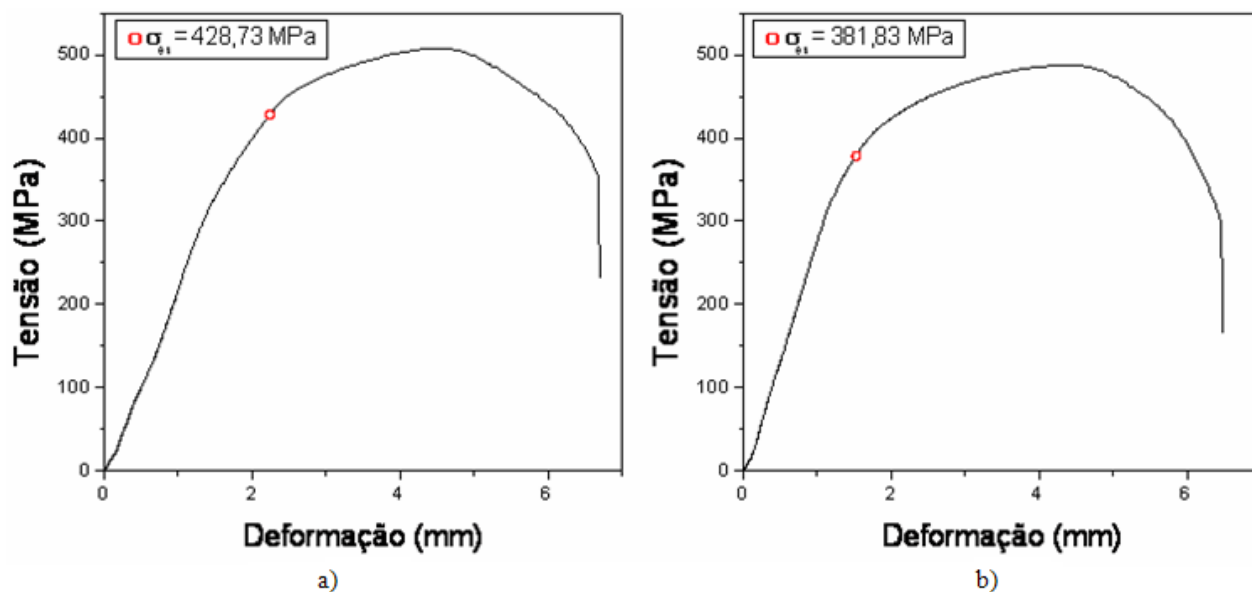


Figura 6. Ensaios de tração mecânica realizados nas juntas soldadas com os metais de adição: a) E309L e b) E316L.

Os rompimentos dos corpos de prova, para ambas as juntas soldadas ocorreram na zona termicamente afetada (ZTA), o que pode ser atribuído ao crescimento de grão nesta região e ao fenômeno da sensitização⁽⁷⁾. Por meio dos gráficos da Figura 6 pode-se observar que para as juntas soldadas com o metal de adição E316L, a tensão de escoamento e o limite de resistência a tração se mostraram consideravelmente inferiores em relação às juntas soldadas com o metal de adição E309L, o que comprova a maior fragilidade das juntas soldadas com o metal de adição E316L.

A Figura 7 (a e b) apresenta microfratografias obtidas no MEV de dois CPs submetidos a ensaios de tração mecânica.

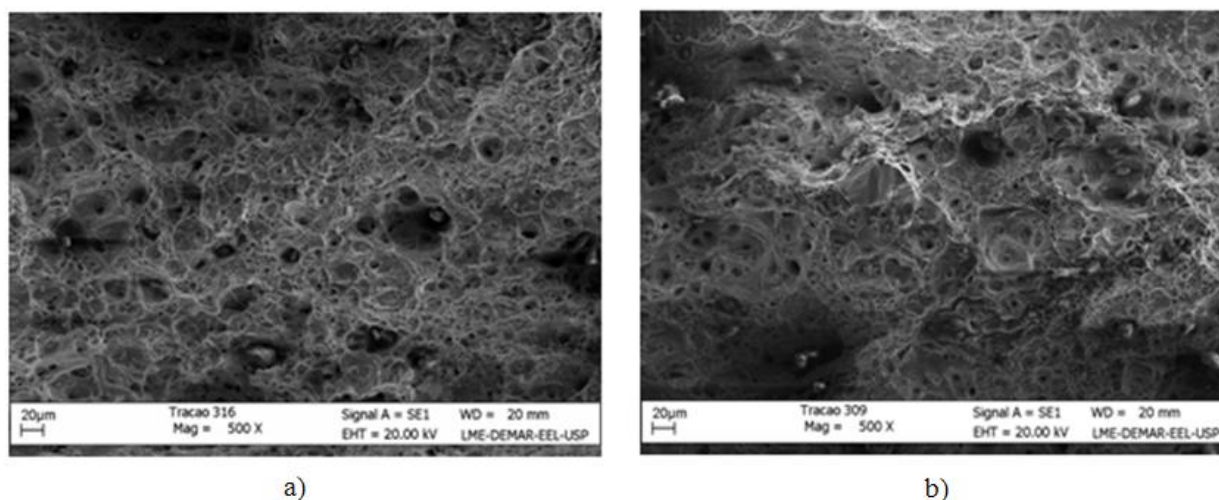


Figura 7. Microfratografias de CPs ensaiados por tração mecânica: a) Metal de adição E316L; b) Metal de adição E309L. Aumento: 500x. MEV.

Pode-se observar surgimento de Dimples em ambas as amostras (junta soldada com E316L e E309L), destacando-se o aspecto dúctil da fratura. Como os rompimentos durante os ensaios de tração ocorreram na ZTA/MB (AISI 444), já se esperava o aspecto dúctil, por tratar-se de um aço inoxidável ferrítico que normalmente apresenta este tipo de fratura.

De acordo com Pinto (2006), é provável que a origem dessa fragilidade possa estar relacionada com o metal de enchimento utilizado, pois trata-se de materiais que possuem em suas composições um teor relativamente alto de silício (0,75 - 1,0) que, apesar de melhorar a fluidez do metal de adição durante a operação de soldagem, pode estar promovendo, como efeito maléfico, a fragilidade do material na região soldada.

Uma análise no MEV revelou ainda que, nos CPs ensaiados por tração mecânica, houve precipitação de algumas partículas existentes no material. A Figura 8 apresenta um desses precipitados onde sua respectiva análise química, obtida via EDS, encontra-se na Figura 9.

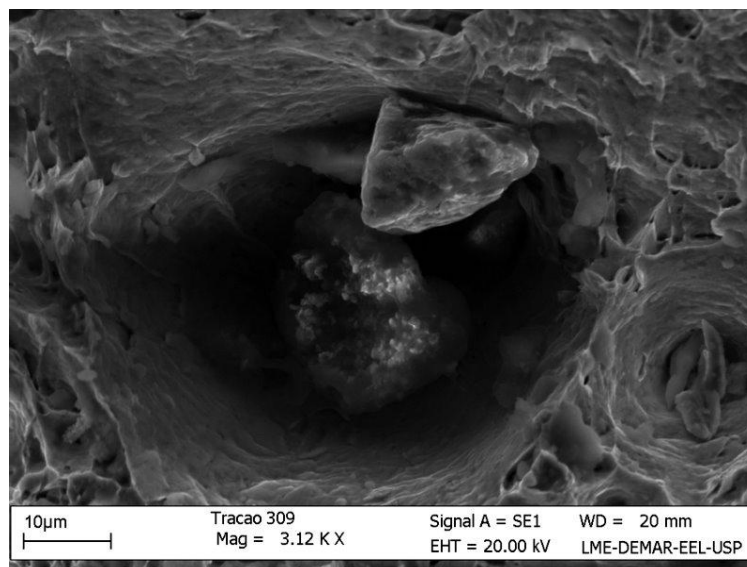


Figura 8. Precipitados presentes em CP ensaiado por tração mecânica; Metal de adição: E309L. Aumento: 3120x. MEV.

A partícula mostrada na Figura 8 foi detectada no interior de um dos Dimples visualizados na junta soldada com o metal de adição E309L. Esta partícula é uma inclusão de, provavelmente, carboneto de cromo, como pode ser observado na Figura 9.

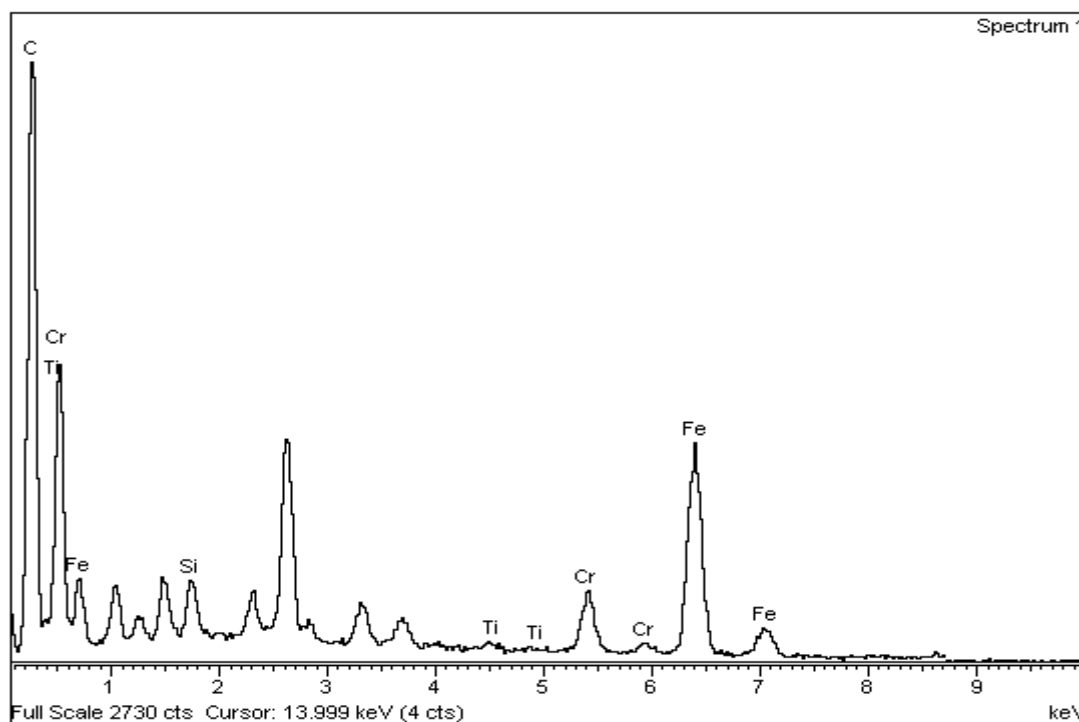


Figura 9. MEV – EDS do precipitado presentes em CP ensaiado por tração mecânica; Metal de adição: E309L.

3.3. Ensaio de Dureza Vickers

A Figura 10 apresenta o gráfico referente aos ensaios de dureza Vickers ao longo dos corpos de prova. A curva em vermelho representa os ensaios realizados na junta soldada com o metal de adição E316L e a curva em preto representa os ensaios realizados na junta soldada com o metal de adição E309L. Observa-se certa semelhança entre as curvas, nas quais ambas se iniciam em valores próximos de 165 HV₅, aumentam até o ponto 4 para valores em torno de 180 HV₅, posteriormente sofrem um pequeno decréscimo até o ponto 6 e aumentam subitamente nos pontos 8 e 9 chegando a valores próximos de 220 HV₅. Após atingir os valores máximos de dureza, as curvas dos gráficos decrescem até o ponto 17 retornando a valores em torno de 165 HV₅. Essas variações nos valores de dureza estão totalmente relacionadas às mudanças na microestrutura das juntas soldadas. Os valores em torno de 165 HV₅ referem-se ao MB, valores em torno de 180 HV₅ referem-se à ZTA e valores acima de 190 HV₅ referem-se à ZF.

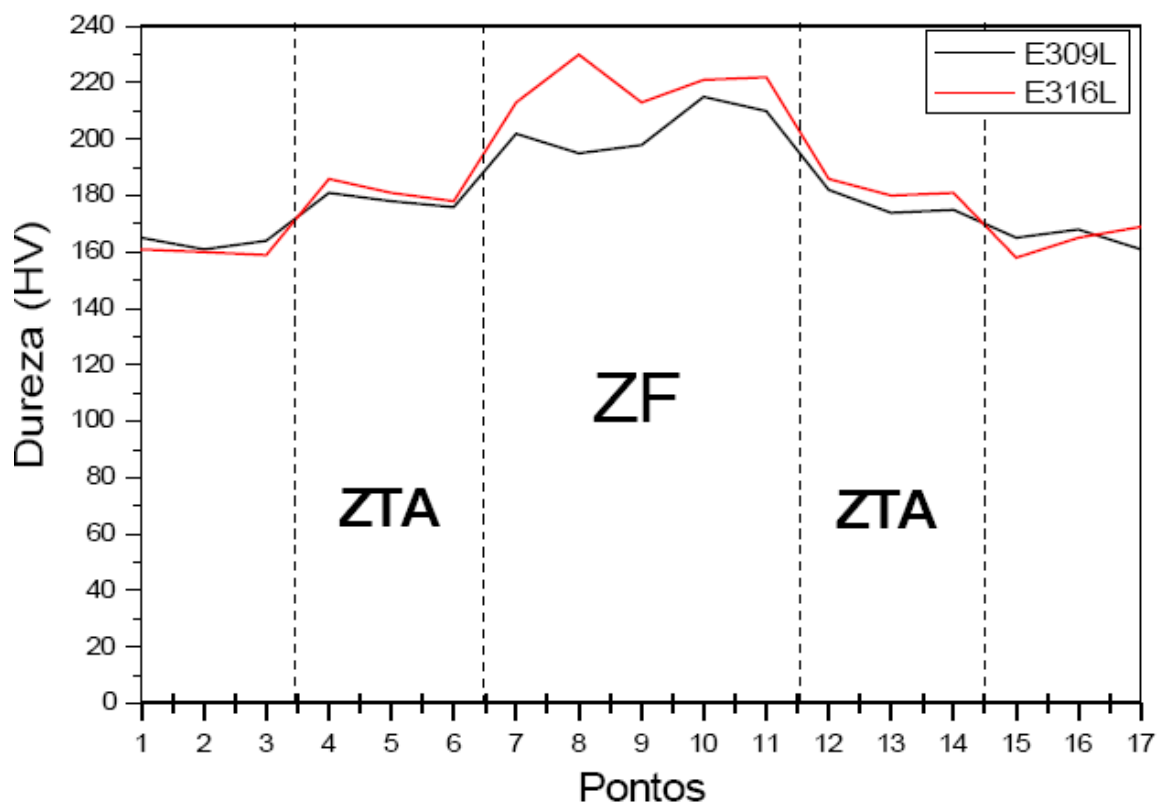


Figura 10. Perfil de dureza do Aço AISI 444 soldado com os metais de adição E309L e E316L.

Os valores de dureza encontrados no MB são praticamente idênticos nas duas amostras. Isso não poderia ser diferente por tratar-se do mesmo metal base (AISI 444) para todos os corpos de prova, uma vez que a zona denominada MB não sofre nem um tipo de mudança em sua microestrutura ou composição química durante o processo de soldagem.

Na ZTA ocorre o crescimento de grão, fato que pode ser observado na Figura 4. O crescimento de grão é responsável por um aumento no perfil de dureza dos metais, que pode ser observado nos pontos 4, 5, 6, 12, 13 e 14 do gráfico da Figura 10. O fato das durezas na ZTA para os dois metais de adição serem praticamente idênticas se deve a utilização dos mesmos parâmetros de soldagem e do mesmo metal base para as duas amostras.

Na ZF foram encontrados os valores mais elevados de dureza, o que demonstra que esta é a região mais frágil da junta soldada. Apesar desses valores de dureza serem mais altos que os valores encontrados no MB e na ZTA, em ambas as amostras, eles diferem um pouco entre si. Na junta soldada com metal de adição E309L a dureza média da ZF fica em torno de 203 HV, enquanto na junta soldada com metal de adição E316L a dureza média da ZF é de 220 HV. A partir destes dados observa-se que utilizando o metal de adição E316L, gera-se uma ZF mais frágil se comparado com o E309L. Isso acontece devido, principalmente, a diferença na composição química que pode ser observada na Tabela 1. Nota-se que as composições químicas são parecidas, exceto pelas quantidades de cromo e molibdênio, onde esses dois componentes tem propriedades que aumentam a dureza do aço inoxidável.

Na composição química do metal de adição E309L tem-se 23,05% de Cr e 0,1% de Mo em peso, enquanto no metal de adição E316L tem-se 17,5% de Cr e 2,8% de Mo. Como o efeito endurecedor do molibdênio é consideravelmente maior do que o efeito endurecedor do Cr, a ZF da junta soldada com o metal de adição E316L se mostrou mais frágil do que a ZF da junta soldada com o metal de adição E309L.

Apesar do elevado valor médio de dureza (220HV) obtido na ZF da junta soldada com o metal de adição E316L, este não atingiu a dureza máxima permitida para aços austeníticos a serem utilizados em equipamentos petrolíferos, no qual segundo a norma NACE MR0175 (1990) exige uma dureza de até 250 HV.

4. CONCLUSÕES

As análises e observações sobre a microestrutura, propriedades mecânicas e a composição química dos metais de adição das juntas soldadas de aço inoxidável ferrítico AISI 444, permitiu as seguintes conclusões:

1. Para os dois tipos de metais de adição ocorreu um grande crescimento de grão na ZTA, o que fragiliza o material nesta região;
2. A microestrutura e o perfil de dureza na ZTA do aço AISI 444, apresentaram significativa semelhança para os dois eletrodos (E309L e E316L);
3. A junta soldada com o metal de adição E316L se mostrou consideravelmente mais frágil em relação à junta soldada com o metal de adição E309L;
4. Na ZF com o metal de adição E309L ocorreu a formação de uma fase de ferrita delta descontínua, o que aumenta a resistência a fissuração durante a solidificação. Já na ZF com o metal de adição E316L a ferrita delta se mostrou mais presente e de forma contínua, o que pode acarretar na propagação de trincas ao longo dos contornos de grão;
5. O eletrodo E309L apresenta-se como o metal de adição mais indicado para uso nas soldas de reparo a serem realizadas em equipamentos compostos de aço inoxidável ferrítico AISI 444.

5. AGRADECIMENTOS

À CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS

- Sedriks, A.J., 1996, "Corrosion of Stainless Steel", 2.ed. USA: John Wiley Sons Inc., p. 47-53.
- Colombier, L.; Hochmann, J., 1993, "Stainless Steels". Scientific Editors Lacombe, P.; Baroux, B. Les Editions de Physique Les Ullis, p.25-35; p. 507-547; p.
- ASM International, 1994, "Stainless Steels: Specialty Handbook". Editor Davis & Associates., 577p.
- Moore, P., 2008, "The Good, The Bad & The Ugly Decisions To Be Made". 11p. Apostila. Atlas Specialty Metals.
- Arcelor Mittal Inox Brasil, 2001 "Características básicas e Cuidados dos Aços Inoxidáveis". 9p. Apostila. Acesita (Associada ao grupo Arcelor), Timóteo, MG.
- Carvalho, J. A. N.; Bálsamo, P. S.; Andrade, J. R.; Sreekumar, K., 2002, "Tubos de aço P444A para Aquecimento de Caldo em Usinas de açúcar". 17 f, Relatório Técnico – Arcelor Mittal Inox Brasil, 2002.
- Akita, M.; Nakajima, M.; Uematsu, Y.; Tokaji, K., 2008, "Effects of Annealing and Quenching on Fatigue Behaviour in Type 444 Ferritic Stainless Steel". Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures. Japan, doi: 10.1111/j.1460-2695.
- Guimarães, R. F.; Miranda, H. C.; Farias J. P., 2008, "Avaliação do Desempenho do Aço AISI 444 para Aplicação como "Lining" em Torres de Destilação". Ceará, Universidade Federal do Ceará – UFC.
- Arcelor Mittal, 2008, Aço Inoxidável Ferrítico ACE P444A. 8p. Apostila. ArcelorMittal Inox Brasil.
- Modenesi, P. J., 2001, "Soldabilidade dos Aços Inoxidáveis". São Paulo, SENAI-SP, 100p. Coleção Tecnológica de Soldagem Vol. 1.
- Pinto, D. F., 2006, "Comportamento em Corrosão Sob Tensão de um Aço Inoxidável Ferrítico AISI 444 Soldado com Aço Inoxidável Austenítico AISI 316LSi, em Meios Contendo Cloretos". 2006. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Rede Temática de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2006.
- Silva, C. C.; Farias, J. P.; Miranda, H. C.; Guimarães, R. F.; Menezes, J. W. A.; Neto, M. A. M., 2008, "Microstructural characterization of the HAZ in AISI 444 ferritic stainless steel welds". Materials Characterization. Brazil, Federal University of Ceará. v.59. p. 528–533.
- Oliveira, T. R.; Faria, R. A., 2000, "Metalurgia da Soldagem dos Aços Inoxidáveis Ferríticos". In: SEMINÁRIO INOX 2000. 4º, São Paulo. p.85-92.
- Logan, H. L., 1990, Stress Corrosion". In: NACE Basic Corrosion Course, Anton de Brasunas, 11a ed., chapter 10, June, Houston, Texas.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

INFLUENCE OF FILLER METAL ON THE MICROSTRUCTURE AND ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF AISI 444 FERRITIC STAINLESS STEEL WELDMENTS

Pedro Duarte Antunes, pedro.em@unifei.edu.br¹

Edmilson Otoni Correa, ecotoni@unifei.edu.br¹

Reginaldo Pinto Barbosa, rpbarbosa@acesita.com.br²

Andreas Nascimento, andreas.nascimento@gmail.com³

¹ Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Engenharia Mecânica, Av. BPS, 1303, Pinheirinho, CP 50, Itajubá, Minas Gerais 37500-903.

² Arcelor Mittal Inox, Alameda 31 de Outubro, 500, Centro, Timoteo, Minas Gerais 35180.014

³ Mining University of Leoben, Institute of Mining and Petroleum Engineering, Franz Josef-Straße 18, 8700 Leoben

Abstract. *The objective of this study was to investigate the influence of the filler metal on the microstructure and mechanical properties of ferritic stainless steel AISI 444 welded using two types of filler metal of austenitic stainless steel. Microstructural examinations showed that, in both welded joints, occurred grain growth in HAZ. The results also showed that the fusion zone of the weld joints using E309L filler metal presented a discontinuous network of delta ferrite unlike the fusion zone of the weld joint using E316L. Tensile tests showed that the failures of specimens always occurred in the HAZ and that the weldments using E316L filler metal presented tensile strength limit lower than that of the weldment using E309L filler metal. In the fusion zone of the weldments using E316L filler metal, it was found higher hardness values than those found in the fusion zone of the E309L filler metal.*

Keywords: *Stainless Steel AISI 444, Weldments, Microstruture.*