



AVALIAÇÃO DAS TENSÕES RESIDUAIS TRANSVERSAIS EM JUNTAS SOLDADAS DE AÇOS API 5L X80

Bruno Allison Araújo¹; Theophilo Moura Maciel²; Antonio Almeida Silva³; Marcos Mesquita da Silva⁴

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Cajazeiras –
bruno.araujo@ifpb.br

^{2,3} Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia mecânica –
²theo@dem.ufcg.edu.br, ³almeida@dem.ufcg.edu.br,

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Campina Grande –
marcos_m_silva@yahoo.com.br

RESUMO

O presente trabalho busca avaliar as tensões residuais em juntas soldadas do aço API 5L X80 aplicadas para o setor de petróleo e gás. Foram empregados três tipos de processos de soldagem diferentes para a execução das soldas (Arco Elétrico com Eletrodo Revestido – SMAW, com Eletrodo de Tungstênio e Proteção Gasosa – GTAW e com Arame Tubular – FCAW-Autoprotetido). Quatro juntas soldadas foram obtidas variando-se consumíveis, parâmetros e processos de soldagem. As tensões residuais foram avaliadas por difração de raios-x nas regiões superiores das chapas. Foi verificado que, com o emprego de aportes térmicos similares, mas com intensidades de corrente e velocidades de soldagem maiores, as tensões residuais foram mais compressivas. Para diferentes consumíveis e processos de soldagem, foi verificado que o emprego de altas correntes implica em tensões residuais mais compressivas ao longo do Metal de Solda (MS).

Palavras-chave: Soldagem, tensões residuais, difração por raios-x.

1. INTRODUÇÃO

Com a evolução tecnológica dos vários segmentos industriais, principalmente nas últimas décadas, ocorreu um aumento da demanda de transporte de gás natural e petróleo por tubulações. Logo, elevados investimentos tem sido realizados na montagem de novas redes de transporte e distribuição de hidrocarbonetos. Além disso, a necessidade de canalizar insumos provenientes de locais de extração recém descobertos e de abastecer centros consumidores com demanda em ascensão, também tem contribuído para o crescimento da rede dutoviária [GORNÍ et al., 2009].

Dentre os aços empregados para as novas linhas de distribuição utilizadas no Brasil destaca-se o aço API 5L X80. Esses são aços ARBL (Alta Resistência e Baixa Liga) de fabricação recente que foram desenvolvidos para atender os requisitos de alta resistência mecânica associado com alta tenacidade para a fabricação de tubulações para o transporte de petróleo e gás. No Brasil, este aço está sendo empregado para as novas linhas de distribuição. Na Europa e Japão o uso deste já é bastante significativo, mas no Brasil ele ainda é alvo de pesquisa, principalmente, para avaliação da sua soldabilidade [CALOI, 2008].



Durante os processos de soldagem, muitas são as alterações metalúrgicas sofridas pelos materiais quando submetidos a um ciclo térmico de soldagem, destacando-se o surgimento de tensões residuais [KOU, 2002]. O surgimento de tensões residuais após o processo de soldagem exerce uma considerável influência sobre as propriedades mecânicas das juntas soldadas e seu controle permite evitar possíveis falhas da estrutura soldada [ASSIS et al., 2002].

Muitos mecanismos relevantes de degradação podem ser acelerados pela presença de tensões residuais. Tensões residuais trativas, por exemplo, podem contribuir para o desenvolvimento de trincas de fadiga. Similarmente, a corrosão sob tensão pode ocorrer em soldas se a soma da tensão aplicada e a tensão residual excederem um valor limite [FRANCIS et al., 2007]. Nesse sentido, o grande desafio é, portanto, manter a alta resistência sem prejuízo da tenacidade devido a Zona Termicamente Afetada (ZTA), principalmente considerando-se o processo de corrosão e demais processos de fragilização que são dependentes, também, dos níveis de tensões residuais oriundas dos processos de soldagem [BALLESTEROS et al., 2010].

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar os níveis de tensões residuais, através da difração de raios-x, em juntas soldadas do aço API 5L X80 decorrentes de diferentes processos de soldagem.

2. METODOLOGIA

Neste trabalho utilizou-se uma chapa de aço API 5L X80 de 1 m x 1 m de 17 mm de espessura, cedido pela USIMINAS, conforme Figura 1. A respectiva chapa foi obtida via TMCR. A Tabela 1 (Ver lista de Tabelas em anexo) apresenta a composição química do aço API 5L X80, onde se pode perceber o seu baixo teor de carbono, que é uma das

principais características desta classe de aço. Na Tabela 2 (Ver lista de Tabelas em anexo) são apresentadas as propriedades mecânicas do aço fornecidas pelo fabricante.



Figura 1: Chapa de aço API 5L X80 utilizada no presente trabalho.

Pedaços de 120 mm x 360 mm foram retirados da chapa para a execução das juntas soldadas. Um ângulo de 60° foi utilizado para a execução dos chanfros. A Figura 2 ilustra a geometria dos chanfros empregados.

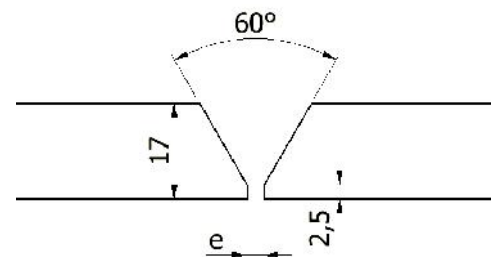


Figura 2: Geometria dos chanfros empregados na execução das soldagens.

Para o presente trabalho foram empregados 3 diferentes processos de soldagem (Arco Elétrico com Eletrodo Revestido – SMAW, com Eletrodo de Tungstênio e Proteção Gasosa – GTAW e com Arame Tubular – FCAW-Autoprottegido). Foram realizadas 4 juntas soldadas com diferentes combinações de consumíveis e processos. As 4 combinações de consumíveis e processos



de soldagem empregados estão apresentados na Tabela 3 (Ver lista de Tabelas em anexo). Os passes de raiz das juntas T1.0, T2.0 e E1.0 foram executados utilizando-se uma temperatura de pré-aquecimento de aproximadamente 100°C. O passe de raiz da junta T3.0 foi executado à temperatura ambiente, de modo a se poder verificar a influência do pré-aquecimento no perfil de tensões residuais ao longo do respectivo passe de raiz. As juntas T1.0, T2.0 e E1.0 foram executadas com 8 passes de soldagem e a junta T3.0 com 7, sendo os 3 últimos passes destinados a execução dos passes de acabamento.

As Tabelas 4 a 7 (Ver lista de Tabelas em anexo) mostram os parâmetros de soldagem empregados.

Antes de serem realizadas as análises de tensão residual por difração de raios-x as juntas soldadas foram submetidas a um ataque eletrolítico para a remoção de camada de óxidos de modo a não interferir nas análises posteriores. A solução empregada para a realização do ataque foi ácido clorídrico (HCl) com 10% de concentração numa densidade de corrente de 0,25A/cm² por um tempo de 20 minutos, conforme sugerido por Costa et al. (2007). Foi empregado um aço inoxidável ferrítico como cátodo. Utilizou-se uma fonte retificadora AC-CC (TECTROL - Modelo TCA-30V, 30A OBR1A) para fornecimento da corrente desejada de modo a se obter a densidade de corrente citada acima.

Como se sabe, O método de difração de raios-x é uma técnica bem estabelecida para medição de tensões residuais [CULLITY, 1978]. As medidas de tensões residuais são determinadas de acordo com a Equação 1.

$$\dagger_w = \frac{E}{(1+\epsilon) \text{sen}^2 \epsilon} \left(\frac{d_{w\epsilon} - d_0}{d_0} \right) \quad [1]$$

Onde \dagger_w é a tensão residual superficial; d é o espaçamento

interplanar definido pelos ângulos θ e ϕ , obtida a partir da posição do pico de difração para um dado plano do retículo cristalino (hkl); d_0 é o espaçamento interplanar livre de tensão do plano (hkl) do retículo cristalino, e E e ϵ são o módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson, respectivamente.

A relação linear na Equação 1 para tensão residual implica que a plotagem da deformação do retículo cristalino versus $\text{sen}^2 \epsilon$ será uma reta, a qual o gradiente é função de θ , E e ϵ . O valor de \dagger_w pode ser calculado a partir do gradiente da linha reta para vários ângulos de inclinação θ . Usando a Lei de Bragg, a Equação 1 pode ser reescrita como:

$$\dagger_w = \frac{E}{(1+\epsilon)} \frac{\cot \theta \Delta \theta}{\text{sen}^2 \epsilon} \quad [2]$$

Para análise das tensões residuais foi utilizado um difratômetro portátil - Portable Stress Analyser STRESSRAD (RADICON Ltd. Scientific Instruments), juntamente com o software de análise do equipamento - Stress. Uma vez que o material utilizado neste trabalho possui uma estrutura principalmente ferrítica, a análise foi feita nos planos (211) com o emprego de um comprimento de onda de $\lambda = 2,2911 \text{ \AA}$. Este comprimento de onda é produzido por um tubo anódico de Cromo (LU et al., 1996). O método empregado foi o $\text{sen}^2 \epsilon$, com medidas realizadas para $\theta = 0^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 35^\circ, 45^\circ$.

Foram realizadas análises em três regiões distintas (A, B e C) de todas as juntas. A Figura 3 ilustra a disposição dos pontos analisados nas juntas.

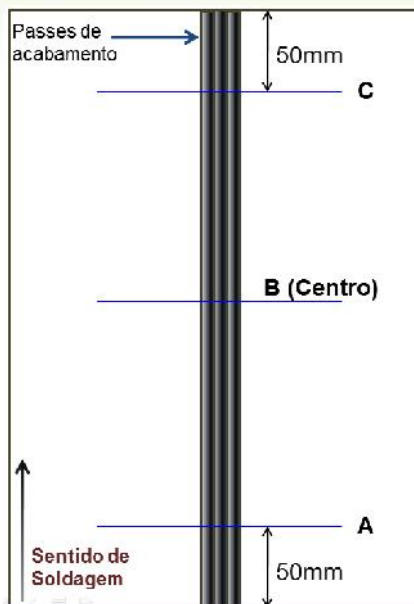


Figura 3: Regiões onde foram analisados os perfis de tensões residuais obtidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos por difração de raios-x foi possível plotar os resultados de tensões residuais transversais para as juntas analisadas. Nas Figuras 4, 5, 6 e 7 são apresentados os perfis de distribuição de tensões residuais transversais na parte superior das juntas.

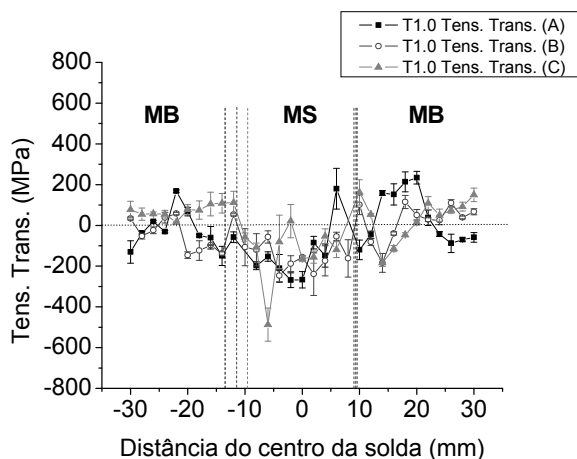


Figura 4: Tensões residuais transversais ao longo da região superior da junta T1.0.

Avaliando-se a região superior da junta T1.0 é possível verificar que não foi observado níveis elevados de tensões residuais trativas ao longo do MS, porém

as tensões passam a se elevar na região da ZTA e MB adjacente. Percebe-se que o comportamento das tensões residuais transversais ao longo das três regiões A, B, C apresentou mesmo comportamento ao longo de toda a junta. Avaliando-se a região próxima à zona de ligação onde estará presente maior nível de concentração de tensão, bem como a presença de alteração microestrutural correspondente à ZTA devido à imposição do ciclo térmico de soldagem, é possível verificar que os maiores níveis de tensões residuais transversais no lado esquerdo e lado direito da chapa foram de 168 MPa (posição = -22 mm) e 234 MPa (posição = 20 mm).

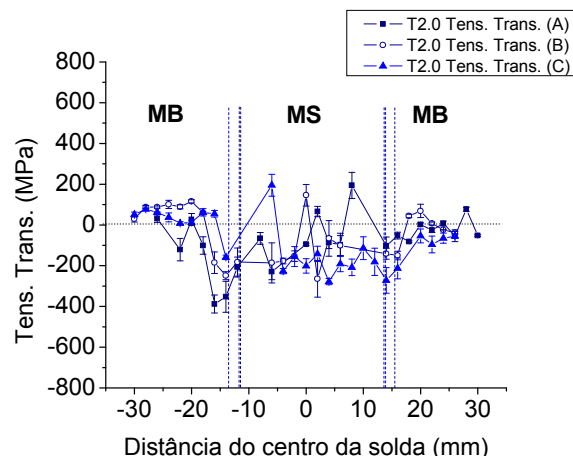


Figura 5: Tensões residuais transversais ao longo da região superior da junta T2.0.

Considerando-se agora a região superior da junta T2.0 é possível verificar que os valores de tensões residuais na ZF não apresentou a mesma regularidade com relação às regiões A, B e C como no caso da junta T1.0. Na junta T2.0 também foi verificado um menor nível de tensões residuais, principalmente na região próxima à ZTA. Apenas na região central (Região B) foram identificados alguns picos de tensões residuais transversais, que foi superior à junta T1.0. Os maiores níveis de tensões residuais transversais no lado esquerdo e lado direito da chapa foram 116 MPa (posição = -20 mm) e 69 MPa (posição = 20 mm).

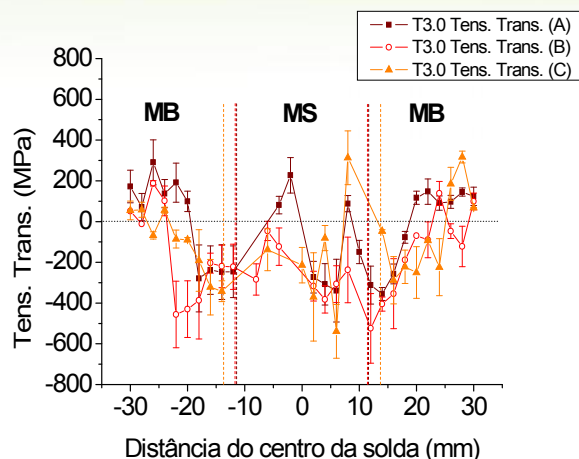


Figura 6: Tensões residuais transversais ao longo da região superior da junta T3.0.

Na região superior da junta T3.0 é possível observar que a região do MS apresentou picos de tensões residuais traçantes. A região do MS também apresenta regiões de tensões residuais compressivas. Pode-se perceber que as três regiões distintas analisadas apresentam comportamentos similares entre os perfis de tensões residuais obtidos. Outro comportamento mais notório das tensões residuais transversais para esta junta foi o de apresentar um estado mais compressivo de tensões residuais na região próxima a interface entre o MS e MB, ou seja, na provável região da ZTA da junta. Os maiores níveis de tensões residuais transversais no lado esquerdo e lado direito da chapa foram 291 MPa (posição = -26 mm) e 317 MPa (posição = 28 mm).

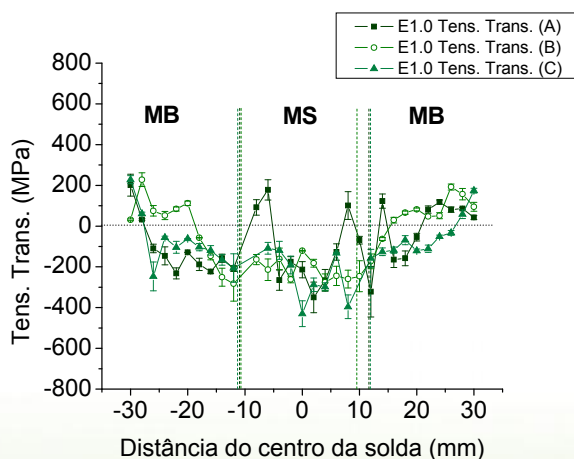


Figura 7: Tensões residuais transversais ao longo da região superior da junta E1.0.

Avaliando-se a região superior da junta E1.0 é possível verificar que o comportamento das tensões residuais transversais foram similares (não em magnitudes, apenas no perfil da curva) nas três regiões de análise das tensões residuais. Diferentemente das outras duas condições de soldagem (juntas T1.0 e T2.0), os maiores níveis de tensões residuais transversais são localizados em pontos mais distantes da zona de ligação entre o MS e o MB. Os maiores níveis de tensões residuais transversais no lado esquerdo e lado direito da chapa foram 228 MPa (posição = -28 mm) e 192 MPa (posição = 26 mm).

As regiões superiores das juntas que foram submetidas à análise de tensões residuais são compostas dos passes de acabamento e do MB. Logo, as energias que foram consideradas para análise dos resultados foram correspondentes àqueles passes. As juntas T1.0, T2.0, T3.0 e E1.0 apresentaram aporte térmico médio nos passes de acabamento de aproximadamente 1,22 kJ/mm, 1,14 kJ/mm, 1,88 kJ/mm e 1,31 kJ/mm utilizando correntes com valores médios de 131 A, 117 A, 231 A e 165 A. As juntas T1.0 e E1.0 foram soldadas, nos passes de acabamento, com o mesmo consumível (E8018-G). Logo, pode ser verificado que, embora os aportes térmicos tenham sido próximos, a utilização de uma corrente mais elevada acarretou em uma intensidade ligeiramente maior de tensões residuais compressivas. Tal fato também foi constatado por Oliveira et al. (2010), quando analisou juntas soldadas com o eletrodo E8018-G, e verificou que quando os aportes térmicos eram similares, mas as intensidades de correntes eram maiores, mais compressivas foram as tensões residuais ao longo do MS. Mesmo com o emprego de diferentes processos e consumíveis de soldagem, é



verificado, também, que o emprego de maiores intensidades de corrente implica em níveis de tensões residuais transversais mais compressivos ao longo do MS.

A junta T2.0 foi soldada nos passes de acabamento com o eletrodo E9018-G. Tal consumível diferencia-se do E8018-G principalmente pelo teor de Mo de 0,20%. Comparando-se com a junta T1.0, soldada com aporte térmico idêntico ligeiramente maior, os níveis das tensões residuais transversais no MS os níveis de tensões residuais transversais foram bastante similares porém a junta T2.0 apresentou alguns picos de maiores valores, o que pode ter sido influenciado pelo fato do emprego de um consumível de maior resistência.

A junta T3.0 foi soldada nos passes de acabamento com o processo FCAW-autoprottegido utilizando uma energia de soldagem superior às outras juntas. Conforme verificado, os perfis de tensões residuais apresentaram picos em regiões específicas da junta, ou seja, nos centros dos cordões de solda de algumas juntas. Além disso, esta foi a junta que apresentou no MS e na ZTA um estado de tensões residuais bem mais compressivos do que as demais juntas. O emprego do maior aporte térmico deslocou os picos de tensões residuais do MB para regiões mais afastadas em relação à ZTA. Deve ser lembrado que o número de passes da respectiva junta é inferior em relação às demais e que o processo de soldagem é outro (FCAW-autoprottegido), o que pode ter ocasionado as diferenças nos resultados obtidos.

Sabe-se que o emprego de um maior aporte térmico gera um maior nível de tensões residuais trativas [MODENESI, 2001; MARQUES et al, 2009; FRANCIS et al, 2007], entretanto, deve-se salientar que os casos apresentados na literatura são muitas vezes decorrentes de diferentes processos de soldagem, juntamente com diferentes condições e geometrias de juntas soldadas. Para o

presente caso, por exemplo, embora a junta T3.0 tenha sido soldada com maior aporte térmico que as demais juntas, o fato de apresentar picos tensões residuais trativas ao longo do MS mais pronunciados do que às outras juntas pode estar ligado, também, ao processo de soldagem empregado, bem como ao diferente número de passes executados.

Mesmo apresentando dois picos de tensões residuais trativas ao longo do MS, a junta T3.0, assim como todas as juntas soldadas no presente trabalho, apresentaram na região superior um estado de tensão residual transversal predominantemente compressivo. Estudando as tensões residuais em soldas de aço HSLA-100, Gao et al. (1997) encontraram resultados semelhantes aos aqui encontrados, onde as tensões residuais eram sempre compressivas sobre a superfície da solda, e nas suas proximidades, tornando-se gradualmente trativas à medida que a distância a partir da linha de fusão aumenta, sendo esse fenômeno atribuído ao efeito de transformações de fase no aço, uma vez que a expansão volumétrica associada à transformação da austenita para martensita/bainita podem aumentar o nível de tensões compressivas. Além disso, esse estado compressivo na superfície da solda pode estar relacionado também a Ferrita Acicular presente nesta região, conforme análises microestruturais apresentadas, que apresenta mecanismo de transformação similar à Bainita, cujo estado de tensões residuais compressivos é devido à componente de deformação cisalhante de sua transformação [BHADESHIA, 2002 apud OLIVEIRA et al., 2010]. Para Pilipenko (2002), se mudanças estruturais durante o resfriamento ocorrem em baixas temperaturas, como os casos apresentados acima, então a contração gradual que ocorreria passa para um estado de expansão rápida. Consequentemente, as tensões residuais trativas são diminuídas ou até mesmo



mudadas para um estado de tensão compressivo.

4. CONCLUSÕES

No presente trabalho foi realizada a determinação experimental das tensões residuais decorrentes de processos de soldagem em juntas de aço API 5LX80 a partir de diferentes processos de soldagem. Após análise dos resultados, foi possível concluir que:

- Na região superior das juntas soldadas, as tensões residuais transversais foram mais compressivas com aportes térmicos ligeiramente maiores, associados a maiores intensidades de correntes e maiores velocidades de soldagem;

- O emprego de maiores correntes de soldagem gerou níveis de tensões residuais mais compressivos independente do processo e consumível de soldagem empregado;

- Na região inferior das juntas soldadas, quanto maiores os aportes térmicos mais trativas foram as tensões residuais no MS e menores foram os níveis ao longo da ZTA;

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Laboratórios de Soldagem (LABSOL-UFCG), Laboratório de Engenharia Eletroquímica (LEEq-UFCG) e a CAPES pelo auxílio por meio de bolsa de doutorado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, J. T., et al. ***X-ray analysis of residual stress distribution in weld region***. International Centre for Diffraction Data, Advances in X-ray Analysis, Volume 45, 2002.

BALLESTEROS, A.F., PONCIANO, J.A.C., BOTT, I.S. ***Susceptibilidade de***

juntas soldadas circunferenciais de aço API 5L X80 à corrosão sob tensão e à fragilização por hidrogênio. Tecnol. Metal. Mater. Miner., v.6, n.3, p.147-152, Jan.-Mar. 2010.

CALOI, G. ***Análise da soldabilidade do aço API 5L X-80 por meio dos testes Tekken e de implante***. 2008. 145p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais e Metalurgia), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

COSTA, A.D.S.B. et al. ***Comparação dos níveis de tensões residuais para diferentes parâmetros utilizados no processo de soldagem TIG automático em aços de tubos ASTM A106 Gr. B***. Em: PDPETRO, 4º, 2007, Campinas.

CULLITY, B.D. ***Elements of X-ray Diffraction***. Second ed., Addison-Wesley Publishing Company, 1978.

FRANCIS, J.A, et al. ***Transformation Temperatures and Welding Residual Stresses in Ferritic Steels***. In: Proceedings of PVP2007 2007 ASME Pressure Vessels and Piping Division Conference July 22-26, 2007, San Antonio, Texas.

GAO, H. et al. ***Determination of residual stress by x-ray diffraction in HSLA-100 steel weldments***. Proceedings of the International Conference on Residual Stress, Linkoping, Sweden, June 1997.

GORNI, A.A.; SILVEIRA, J.H.D.; REIS, J.S. ***Metalurgia dos aços microligados usados na fabricação de tubos soldados com grande diâmetro***. Tubo & Companhia, v.5:26, p.52-63, 2009.

KOU, S. ***Welding metallurgy***, 2nd Ed., John Wiley & Sons, 2003.

LU, J., JAMES, M., ROY, G. (Ed.). ***Handbook of measurement of residual***



stresses. [S.I.]: Inc. The Fairmont Press, 1996.

MODENESI, P. J. **Soldabilidade dos aços transformáveis.** UFMG, Belo Horizonte- MG, 2004.

MODENESI, P.J. **Efeitos mecânicos do ciclo térmico.** Apostila. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 2001.

OLIVEIRA, G.L.G.; SILVA, T.F.; MIRANDA, H.C.; MOTTA, M.F. **Avaliação do Efeito da Energia de Soldagem sobre as Tensões Residuais Resultantes em Juntas Soldadas com Multipasse.** Soldagem & Inspeção, v.15, n.3, p.218-224, 2010.

PILIPENKO, A. **Computer simulation of residual stress and distortion of thick plates in multi-electrode submerged arc welding. Their mitigation techniques.** 2001. 222p. Thesis (Doktor Ingeniør), Department of Machine Design and Materials Technology Norwegian University of Science and Technology N-7491 Trondheim, Norway.



ANEXOS

Tabela 1: Composição química do aço API 5L X80 fornecida pelo fabricante.

Porcentagem (%) em peso										
C	Mn	Si	P	S	Ni	Mo	Al	Cr	V	Cu
0,084	1,61	0,23	0,011	0,011	0,011	0,17	0,035	0,135	0,015	0,029

Tabela 2: Propriedades mecânicas do aço API 5L X80 fornecida pelo fabricante.

Propriedades mecânicas do aço API 5L X80	
Limite de escoamento (σ_{LE}) (MPa)	561
Limite de resistência à tração (σ_{RT}) (MPa)	683
Alongamento (%)	34
Dureza (HV-10)	206
Tenacidade -20°C (J)	143

Tabela 3: Consumíveis empregados nas diferentes condições de soldagem.

Sequência	Passe de Raiz	Passe Quente	Passe de Enchimento	Passe de Acabamento	Processos
T1.0	AWS ER70S – 3 GTAW	AWS E8010	AWS E8018-G	AWS E8018-G	GTAW+SMAW
T2.0	AWS ER70S – 3 GTAW	AWS E9010	AWS E9018-G	AWS E9018-G	GTAW+SMAW
T3.0	AWS ER70S – 3 GTAW	AWS E9010	AWS E91T8-K8	AWS E91T8-K8	GTAW+SMAW +FCAW autoprottegido
E1.0	AWS E6010 – SMAW	AWS E8010	AWS E8018-G	AWS E8018-G	SMAW

Tabela 4: Parâmetros de soldagem para a condição de soldagem T1.0.

	Passes	I (A)	U (V)	v_s (mm/s)	H (kJ/mm)
1	Raiz	152	12	1,2	1,52
2	Quente	69	33	1,5	1,52
3	Enchimento	111	21	1,1	2,12
4	Enchimento	137	20	2,3	1,19
5	Enchimento	131	21	1,7	1,62
6	Acabamento	131	21	2,1	1,31
7	Acabamento	131	20	2,4	1,09
8	Acabamento	131	20	2,1	1,25



Tabela 5: Parâmetros de soldagem para a condição de soldagem T2.0.

	Passes	I (A)	U (V)	v_s (mm/s)	H (kJ/mm)
1	Raiz	157	13	1,0	2,04
2	Quente	86	35	1,6	1,88
3	Enchimento	113	23	1,2	2,16
4	Enchimento	117	22	1,9	1,35
5	Enchimento	116	22	2,1	1,21
6	Acabamento	116	21	1,8	1,35
7	Acabamento	117	22	2,4	1,07
8	Acabamento	118	22	2,6	1,00

Tabela 6: Parâmetros de soldagem para a condição de soldagem T3.0.

	Passes	I (A)	U (V)	v_s (mm/s)	H (kJ/mm)
1	Raiz	160	12	1,1	1,74
2	Quente	85	33	1,8	1,56
3	Enchimento	221	20	1,6	2,76
4	Enchimento	234	20	2,6	1,80
5	Enchimento	228	20	4,1	1,11
6	Acabamento	240	20	2,1	2,28
7	Acabamento	222	20	3,0	1,48

Tabela 7: Parâmetros de soldagem para a condição de soldagem E1.0.

	Passes	I (A)	U (V)	v_s (mm/s)	H (kJ/mm)
1	Raiz	54	38	1,0	1,94
2	Quente	82	33	1,5	1,81
3	Enchimento	160	22	1,8	1,94
4	Enchimento	165	21	2,7	1,30
5	Enchimento	165	22	2,7	1,36
6	Acabamento	165	22	2,5	1,48
7	Acabamento	165	22	2,9	1,26
8	Acabamento	165	23	3,1	1,20