

## **INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DO APORTE TÉRMICO SOBRE A MICROESTRUTURA DE JUNTAS SOLDADAS EM AÇO ARBL SAR100-T UTILIZANDO O PROCESSO DE SOLDAGEM POR ARAME TUBULAR**

da Silva, Peterson Silva, [peterson.engenheiro@gmail.com](mailto:peterson.engenheiro@gmail.com)<sup>1</sup>  
de Menezes, Valter Alves, [menezes@cefet-ma.br](mailto:menezes@cefet-ma.br)<sup>1</sup>  
Reis, Gedeon Silva, [gedeonreis@yahoo.com.br](mailto:gedeonreis@yahoo.com.br)<sup>1</sup>  
Figueiredo, Kleber Mendes, [kleberfig@yahoo.com.br](mailto:kleberfig@yahoo.com.br)<sup>1</sup>  
Ferraresi, Valtair Antonio, [valtairf@mecanica.ufu.br](mailto:valtairf@mecanica.ufu.br)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IFMA, Av. Getúlio Vargas, nº 04 - Monte Castelo - São Luís-MA - CEP 65030-005

<sup>2</sup>UFU, Av. Mato Grosso, 3370 - Umuarama, -Uberlândia-MG - CEP: 38405-314

**Resumo:** O desenvolvimento tecnológico tem permitido uma competitividade cada vez mais acirrada entre as diversas usinas siderúrgicas e também entre diferentes tipos de materiais. Estes, por sua vez, continuam promovendo o desenvolvimento de novos aços estruturais microligados que atendam a requisitos de resistência mecânica e melhor tenacidade. Uma das principais características para a comercialização de um novo tipo de aço é a sua soldabilidade, que é o ponto forte dos aços de Alta Resistência e Baixa Liga (ARBL). Este trabalho tem como objetivo o estudo da influência da variação do aporte de calor na microestrutura de junta soldada do aço microligado ARBL SAT100-T utilizando o processo de soldagem por arame tubular. O presente trabalho aborda a análise da influência dos parâmetros de soldagem, relacionado com o aporte de calor, nas propriedades mecânicas de juntas soldadas em chapas de aço ARBL SAR100-T, utilizando como consumível o arame tubular AWS E71T - 1 (M) com 1,6 mm de diâmetro, protegido com CO<sub>2</sub>, e o processo de soldagem FCAW-S (Flux Cored Arc Welding – Self Shielded), soldagem por arame tubular, processo parecido com MIG/MAG. Nas placas de aço foram feitos chanfros (abertura) de 60°, com abertura de raiz de 1,0 mm e com nariz. As soldas foram realizadas com energias de soldagem variando de aproximadamente 1,5 a 2,0 kJ/mm com pré-aquecimento. A metalografia foi realizada inicialmente com o embutimento das amostras seguido com o lixamento e polimento. Após estas etapas, realizou-se o ataque químico, este feito para analisar as características metalúrgicas do metal solda. Observou-se uma influência da energia de soldagem na microestrutura da ZTA (Zona Termicamente Afetada), sendo que a energia de soldagem menor gerou uma microestrutura com predominância de martensita. Observou-se, também, uma influência da energia de soldagem na microestrutura do Metal de Solda.

**Palavras-chave:** Aços Microligados, Soldabilidade e Microestruturas.

### **1. INTRODUÇÃO**

Denomina-se soldagem ao processo de união entre duas partes metálicas, com ou sem aplicação de calor, sendo a solda o resultado desse processo. O processo de soldagem teve seu grande impulso durante a segunda guerra mundial, apesar de o arco elétrico ter sido desenvolvido no século XIX: (Wainer e Brandi, 1992).

Ao longo de sua história, o progresso experimentado pelo ser humano tem exigido constantemente o desenvolvimento de novos materiais para novas aplicações. O desenvolvimento tecnológico tem permitido o uso de uma gama de materiais na construção mecânica como aqueles de novas composições químicas, a exemplo dos aços microligados de alta resistência. Estes aços possuem maiores valores de limite de resistência e melhor tenacidade que outros aços "mais comuns". O aparecimento de novos materiais representa um avanço tecnológico quando houver possibilidade e facilidade de fabricação com os mesmos, incluindo-se aí, o baixo custo, tanto de obtenção destes materiais, quanto o de manufatura dos mesmos. Depreende-se daí a importância de se observar algumas características de fabricação desses materiais como, por exemplo, a sua soldabilidade. Esta característica é fundamental em aços de alta resistência devido à possibilidade de aparecimento, dentre outros defeitos, de trincas a frio provocadas pelo hidrogênio absorvido pelo material durante a execução de uma junta soldada.

A soldagem por fusão provoca, invariavelmente, o aparecimento de ciclos térmicos que produzem profundas mudanças no material que se está soldando e são de fundamental importância na formação dos vários tipos de microestrutura dela resultantes, que por sua vez têm grande influência sobre as propriedades mecânicas da junta soldada. A microestrutura e as tensões residuais são alguns fatores determinantes das propriedades das juntas soldadas. As propriedades mecânicas da junta, como a resistência e a tenacidade, por exemplo, dependem da composição química

além do tipo, proporção e granulometria das fases presentes após o resfriamento e, por sua vez, são controladas pelas características do ciclo térmico. Deste modo, é imprescindível o controle do ciclo térmico que ocorre durante a soldagem para a obtenção de uma junta sã, isenta de trincas: (Farias e Quites, 1992).

Os enormes desenvolvimentos tecnológicos na área de ciência e engenharia de materiais ao longo das últimas décadas colocaram em xeque o virtual monopólio que o aço exerce como material de engenharia em inúmeras aplicações. As propriedades mecânicas peculiares do aço explicam sua ascensão ao posto de principal material de engenharia a ser usado nas grandes estruturas do mundo moderno. Contudo, a vertiginosa evolução tecnológica que ele mesmo ajudou a viabilizar, levou ao desenvolvimento de novos aços com maiores valores de tenacidade e com maiores limites de resistência como exemplo podemos citar os aços de alta resistência e baixa liga (ARBL). Dentro dessa inovação tecnológica dos aços, precisa-se ficar atento a uma das principais e mais importante característica do aço para sua comercialização, a soldabilidade, com esta característica essencial surge muita pesquisa relacionada aos aços.

A soldagem é de fundamental importância para a diminuição dos custos durante a fabricação e também para a manutenção e reparo de máquinas. Para ser ter uma boa junta soldada de qualidade, existem hoje técnicas de soldagem que se fundamenta em tabelas, que foram desenvolvidas empiricamente no intuito de evitar trincas nas juntas soldada. Consistindo assim numa boa soldagem.

Desta forma, com este trabalho propõe estudar a influência da variação do aporte de calor e do pré-aquecimento na microestrutura e nas propriedades mecânicas de juntas soldadas em aço ARBL SAR100-T utilizando o processo de soldagem FCAW (Flux Cored Arc Welding), soldagem com arame tubular, fornecendo subsídios para a soldagem de boa qualidade deste aço.

## 2. PROCESSO DE SOLDAGEM FCAW

O processo de soldagem com eletrodo tubular é um processo de soldagem que usa um arco entre um eletrodo metálico de enchimento contínuo e a poça de solda. O processo é usado com uma proteção de um fluxo contido dentro de um eletrodo tubular, com ou sem adição de um gás protetor fornecido externamente. O fluxo no centro do eletrodo é uma mistura do metal de enchimento do eletrodo tubular consistindo de um feixe metálico e um núcleo de vários pós-metálicos. Durante a soldagem uma escória é produzida recobrando o cordão de solda: Welding et al (1991).

O aspecto que distingue o processo de soldagem FCAW de outros processos de soldagem a arco é o fluxo contido dentro de um eletrodo alimentado continuamente. As notáveis características de operação do processo e o resultado nas propriedades da solda são atribuídos ao desenvolvimento deste eletrodo: Welding et al (1991).

O processo oferece duas principais variações que difere no seu método de proteção do arco e poça de solda da contaminação atmosférica (oxigênio e nitrogênio). O primeiro tipo, eletrodo tubular autoprotetido, protege a poça de solda através da decomposição e vaporização do fluxo no núcleo pelo calor do arco. O outro tipo, eletrodo tubular com gás de proteção, faz uso de um gás adicional de proteção em adição com a ação do fluxo do núcleo. Em ambos os métodos o material no núcleo do eletrodo fornece uma substancial escória para proteger o metal de solda na solidificação: Welding et al (1991).

A soldagem com eletrodos tubulares é normalmente um processo semi-automático. O processo é também usado em soldagem mecanizada e automática. Os benefícios do FCAW são obtidos pela combinação de três fatores comuns: A produtividade fornecida pelo uso de arames contínuos em soldagem; os benefícios metalúrgicos que podem ser derivados do fluxo; uma escória que protege e forma o cordão de solda: Welding et al (1991).

## 3. APORTE DE CALOR

A maioria dos processos de soldagem utiliza o calor como principal fonte de calor, sendo necessário supri-lo à poça de fusão em quantidade e intensidade suficientes, de modo a garantir a execução de uma junta soldada de boa qualidade. O calor é, portanto, elemento essencial à execução de uniões soldadas, mas pode, por outro lado, representar fonte potencial de problemas devido à sua influência direta nas transformações metalúrgicas e fenômenos mecânicos que ocorrem na zona de solda. Esses efeitos são consequências dos ciclos térmicos e das temperaturas a que a zona de solda é submetida: (Farias e Quites, 1992).

Entre os fatores que devem ser considerados no estudo da transferência de calor em juntas soldadas, são os seguintes os mais importantes: aporte de calor à junta soldada; rendimento térmico do arco elétrico; distribuição e picos de temperaturas (ciclo térmico) durante a soldagem; tempo de permanência nessas temperaturas e velocidade de resfriamento da zona de solda: (Farias e Quites, 1992).

O aporte de calor correlaciona à quantidade de calor disponível para a soldagem com a velocidade de avanço  $v$  da fonte de calor, ou seja, do eletrodo. Medindo esta velocidade em (cm/min) teremos: (Farias e Quites, 1992).

$$\text{Aporte de calor total, Eq. (1): } H_t = \frac{60.V.I}{v} \text{ (J/cm)}$$

$$\text{Aporte liquido de calor, Eq. (2): } H_l = ea \frac{60.V.I}{v} \text{ (J/cm)}$$

Onde:

$ea$  → eficiência do arco

$V$  → tensão do arco em volts

$I$  → corrente de soldagem em ampères

$v$  → velocidade de avanço da fonte de calor

A soldagem a arco elétrico utiliza uma fonte de calor (ou máquina de soldagem) projetada especificamente para esta aplicação e capaz de fornecer tensão e corrente, em geral, na faixa de 10 a 40 V e 10 a 1200 A, respectivamente. Nas últimas três décadas ocorreram um grande desenvolvimento no projeto e construção de fontes de calor para soldagem com a introdução de sistemas de controle eletrônico nestes equipamentos: (Marques, Modenesi e Bracarense, 2005).

Nos processos de soldagem ao arco elétrico, uma fonte pontual de calor muito intensa aquece e funde parte do metal de base e metal de adição que, em seguida se solidificam e formam o metal de solda. Durante esta operação, além das tensões geradas pelas restrições às dilatações térmicas, transformações microestruturais ocorrem tanto no metal de solda quanto na zona termicamente afetada pelo calor (ZTA). Portanto, é de suma importância o conhecimento e o controle desse ciclo térmico para a obtenção de uma junta soldada de boa qualidade. As principais características de um ciclo térmico são: Martins et al (2008).

- Tempo de aquecimento.
- Temperatura máxima atingida.
- Tempo de permanência acima de uma determinada temperatura.
- Tempo ou taxa de resfriamento em uma determinada faixa de temperaturas.

Os valores dessas características dependerão dos parâmetros de soldagem (corrente, tensão, velocidade de soldagem), da espessura e geometria da junta e das propriedades físicas (condutibilidade térmica, calor específico e densidade) do metal de base: Martins et al (2008).

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Materiais Utilizados

No desenvolvimento deste trabalho, foi utilizado como metal de base o aço ARBL SAR 100T (temperado e revenido), na forma de chapas planas cujas dimensões foram 202 mm x 200 mm x 12,7 mm (comprimento x largura x espessura), fabricado pela Usina Siderúrgica de Minas Gerais – USIMINAS, com especificação comercial SAR 100T.

Este aço pode ser enquadrado na série ASTM A514, correspondendo ao aço ASTM A514F, com teores superiores de vanádio e nióbio: Godoy et al (1989). O aço ASTM A514 requer uma tensão de escoamento mínima de 689 MPa (70 kgf/mm<sup>2</sup>) para o material de espessura até 63,5 mm e 620 MPa (63,2 kgf/mm<sup>2</sup>) para o material de 63,5 mm até 101,5 mm de espessura, cuja composição química e propriedades mecânicas nominais são apresentadas nas Tabelas (1) e (2) respectivamente.

**Tabela 1. Composição química do metal de base SAR 100-T: Leal et al (1995).**

Composição (% em peso)	
C	0,16
Mn	0,85
Si	0,28
P	0,030
S	0,0068
Cr	0,71
Cu	0,26
Mo	0,41
V	0,055
B	<0,0007
Ni	0,94
Nb	<0,008

**Tabela 2. Propriedades mecânicas nominais do metal de base: Leal et al (1995).**

Propriedades Mecânicas do aço SAR 100 - T	
Limite de escoamento (L.E)	> 900 (N/mm <sup>2</sup> )
Limite de resistência à tração (L.R)	970 – 1150 (N /mm <sup>2</sup> )
Alongamento	13 (%)

Como consumíveis foram utilizados o arame tubular AWS E71T-1(M) com 1,6 mm de diâmetro protegido com gás 100% CO<sub>2</sub>, sendo o arame fornecido pela ESAB e o gás pela White Martins. As propriedades mecânicas e composição química do arame tubular são mostradas nas Tabelas 3 e 4.

**Tabela 3. Propriedades mecânicas do arame tubular fornecida pelo fabricante ESAB: (Fortes e Araújo, 2004).**

Eletrodo tubular	LE (MPa)	LR (MPa)	ε (%)	Ch V (J) (-29° C)
E 71 T – 1 (M)	580	600	26	60

**Tabela 4. Composição química (% peso) do arame tubular fornecido pelo fabricante ESAB: (Fortes e Araújo, 2004).**

Composição Química	C	Si	Mn
E 71 T – 1 (M)	0,04	0,50	1,30

Para pré-aquecimento dos corpos de prova foi utilizada uma chama oxiacetilênica neutra com movimentação próxima à superfície inferior da região a ser soldada. O termômetro de infravermelho foi direcionado manualmente para a superfície superior até a temperatura de pré-aquecimento determinada for atingida ou quando o resfriamento do conjunto soldado com o passe de raiz atingisse a temperatura de interpasse desejada. A preparação dos corpos de prova se deu de maneira convencional por lixamento na seguinte sequencia de lixas: 100, 120, 220, 360, 420, 600, 800, 1000, 1200, 1500, 1800 mesh e polimento com alumina com granulometria de 0,5 micron. Posteriormente os corpos foram atacados com nital a 2%. Um microscópio óptico marca Olympus modelo BX51 TRF, acoplado a um sistema digital de aquisição de imagens For Windows Olympus PM C35DX, vinculado ao software “Image-Pro Plus” versão 4.5, foi utilizado para obtenção das imagens. As imagens obtidas correspondem à microestrutura obtida no passe de reverso e nos passes P1, P2 e P3 efetuado na solda de cada amostra.

#### 4.2 Soldagem com a Utilização do Arame Tubular AWS E 71 T-1(M).

As soldas foram realizadas com o uso de arame tubular citado acima, próprio para soldagens em um único passe ou multipasse em todas as posições. Apresenta uma ampla faixa de parâmetros operacionais, baixo índice de respingos e ótima remoção de escória, proteção gasosa, processo FCAW, com 100% CO<sub>2</sub>. Destina-se a soldagem de aços de baixo e médio teor de carbono, soldagem estrutural e construção pesada em geral. Para a otimização dos parâmetros de soldagem do passe de raiz, primeiramente foram realizados ensaios de simples deposição, com os parâmetros de soldagem sofrendo variações dentro do campo de valores previsto pelo catálogo do fabricante. Estes ensaios serviram para selecionar os cordões de solda com melhores características dimensionais e de acabamento (homogeneidade do cordão, quantidade de respingos e forma da escória), que se adaptariam ao passe de raiz.

Após esta análise inicial decidiu-se, então, por soldagem multipasse, adoção de chanfro em V a 60°, com abertura de raiz de 1,0 mm e com nariz de 1 mm. Para tanto, novos ensaios de simples deposição foram realizados para que a seleção dos melhores parâmetros fosse transportada ao material chanfrado.

De acordo com as correntes, tensões e das características morfológicas dos cordões de solda, foram selecionados os parâmetros de:

Para o 1º corpo de prova:

- Velocidade de soldagem conforme Tabela (5).
- Stick Out: 20 mm.
- Temperatura interpasses conforme Tabela (5).
- Consumível: arame tubular AWS E71T-1 de diâmetro 1,6 mm
- Gás de proteção: 100% CO<sub>2</sub>.

Para o 2º corpo de prova:

- Velocidade de soldagem conforme Tabela (5).
- Stick Out: 20 mm.
- Temperatura de interpasses conforme Tabela (5).

- Consumível: arame tubular AWS E71T-1(M) de diâmetro 1,6mm.
- Gás de proteção: 100% CO<sub>2</sub>.

**Tabela 5. Soldagem com pré-aquecimento de interpasse. Arame tubular AWS E71T-1(M) com gás proteção com 100% CO<sub>2</sub>**

CH	Energ. Sold. (KJ/mm)	Temp. (°C)	Passe (P)	T (V)	Amp. (A)	Vs (mm/s)	R	Va (mm/s)
01	1,58	100	1°	22,8	232	3,3	1,0	30
	1,55	180	2°	22,4	232	3,3	1,0	30
	1,63	160	3°	22,4	244	3,3	1,0	30
02	1,96	100	1°	23,2	212	2,5	1,0	30
	2,11	180	2°	22,8	232	2,5	1,0	30
	2,03	100	Reverso	21,6	236	2,5	1,0	30

(CH – Chapa; Temp. – Temperatura; Vs – Velocidade de Soldagem; Amp. – Corrente de Soldagem; T – Tensão de Soldagem; Va – Velocidade de Alimentação do Arame; R. – Rendimento; Energ. Sold. - Energia de Soldagem)

### 4.3 Metodologia Utilizada nos Experimentos

Todas as soldagens foram automatizadas na posição plana e o metal de adição utilizado possuía 1,6 mm de diâmetro. Foram mantidos constantes: o ângulo de inclinação da tocha em 15°, o sentido de soldagem empurrando, “stick out” em 20 mm e a vazão de gás em 20 l/min, para 100% CO<sub>2</sub>.

Os cordões de solda foram depositados em chanfro de chapa fixos na posição plana com soldagem executada no modo convencional sem interrupção do arco de quatro passes sendo o primeiro passe o de raiz e os demais de enchimento, acabamento e do outro lado da chapa o passe de reverso, Fig. (1). As soldagens em chanfro foram realizadas para obtenção de corpos de prova para os ensaios metalográficos (micrografia) e das propriedades mecânicas de tração, dureza e impacto. O chanfro utilizado foi de 60°, com abertura de raiz de 1,0 mm e com nariz medindo 202 x 200 x 12,7 mm.



**Figura 1. Cordão de solda após soldagem.**

O exame metalográfico consistiu na análise em micrografias realizadas nas seções transversais das soldas. Foi analisado o metal de solda, ZTA (Zona Termicamente Afetada) e o metal de base em uma amostra de cada junta soldada. O objetivo deste exame foi identificar nas soldas em multipasses as regiões com modificações estruturais e suas influências nas propriedades mecânicas. Além disso, verificaram-se em cada região as fases presentes predominantes.

Já o objetivo da análise micrográfica foi o de avaliar a microestrutura do metal de solda, zona termicamente afetada e metal de base. As observações e as análises foram realizadas com o auxílio de um microscópio ótico e de fotomicrografias de pontos selecionados na superfície observada. Para a identificação dos principais microconstituintes foi adotado a terminologia de padronização proposta pelo “International Institute of Welding”.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Resultados da Microscopia Óptica (Micrografia)

A microscopia ótica foi empregada para identificar e classificar a microestrutura no cordão de solda, zona termicamente afetada e metal de base. Devido a não existência de um sistema de classificação padrão para os microconstituintes, utilizou-se o sistema adotado pelo Instituto Internacional de Soldagem – IIW Doc.Nº.IX-1533-88

IXJ-123-87 revisão 2 de junho de 1988. A Microestrutura apresentada pelo metal de base, foi a bainítica. As demais microestruturas obtidas, são apresentadas nas Fig. (2) a Fig. (6) para a condição de soldagem com pré-aquecimento interpasse. Arame tubular AWS 5.20 E71T-1(M).

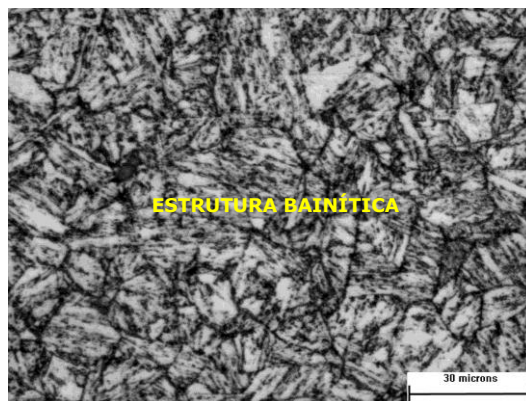


Figura 2. Microestrutura apresentada pelo metal de base.

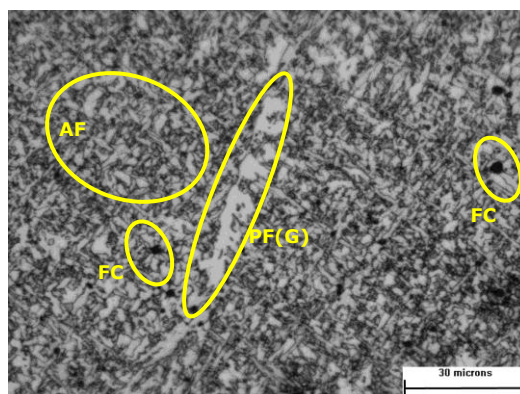


Figura 3. Microestrutura apresentada pelo corpo de prova 01: Metal de solda do reverso.

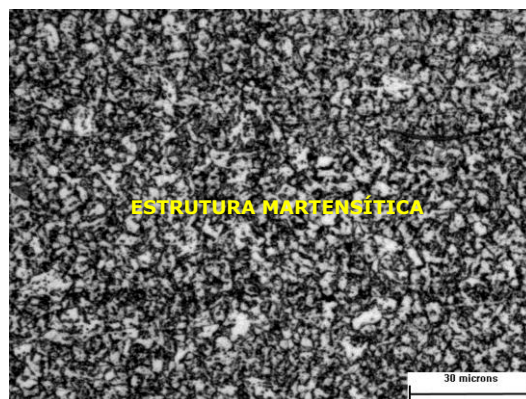


Figura 4. Microestrutura apresentada pelo corpo de prova 01: Centro da ZTA.

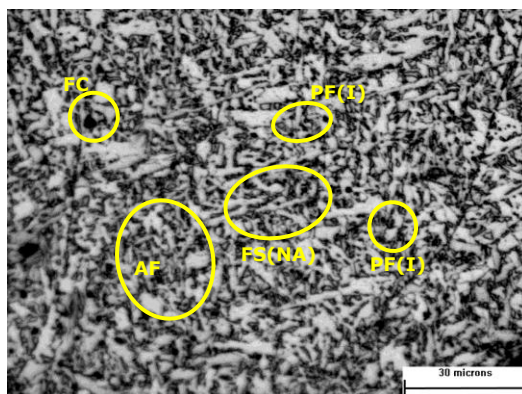


Figura 5. Microestrutura apresentada pelo corpo de prova 02: Metal de solda do reverso.

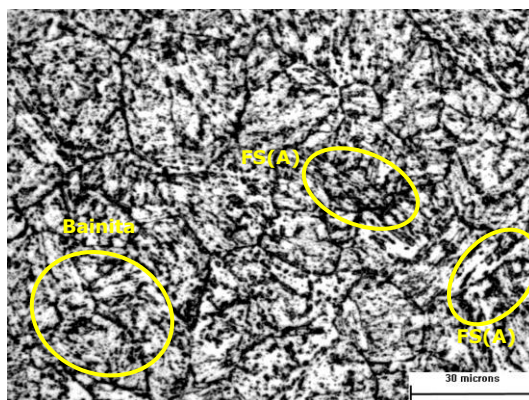


Figura 6. Microestrutura apresentada pelo corpo de prova 02: Centro da ZTA.

## 5.2 Discussão dos Resultados das Microestruturas

Não foi realizada contagem de fase na análise das microestruturas. Com relação à ZTA (Zona Termicamente Afetada), o corpo de prova 01 mostrou uma predominância de microestrutura martensítica. Quanto à microestrutura do corpo de prova 02, verifica-se uma microestrutura bainítica e FS(A) - ferrita com segunda fase alinhada. Quando se analisa os resultados da microestrutura da ZTA, comparando com os parâmetros de soldagem, observou-se uma influência da energia de soldagem, sendo que a energia de soldagem menor, foi a do corpo de prova 01, que gerou uma microestrutura com predominância de martensita.

Com relação ao MSR (Metal de Solda do Reverso), o corpo de prova 01 apresentou uma microestrutura com característica AF - ferrita acicular, FC - ferrita com agregado de carbeto e PF(G) - ferrita de contorno de grão. O corpo de prova 02 apresentou uma microestrutura com característica AF - ferrita acicular, PF(I) - ferrita poligonal intragranular, FS(NA) - ferrita com fase secundária não alinhada e FC - ferrita com agregado de carbeto. Quando se analisa os resultados da microestrutura do MSR, comparando com os parâmetros de soldagem, observou-se uma influência da energia de soldagem. A energia de soldagem menor forneceu uma microestrutura mais refinada. Com relação ao Metal de Base, este apresentou uma microestrutura com característica Bainítica.

## 6. CONCLUSÕES

Após as observações realizadas, pode-se concluir que:

Quando se analisa os resultados da microestrutura da ZTA (Zona Termicamente Afetada), comparando com os parâmetros de soldagem, observa-se uma influência da energia de soldagem, sendo que a energia de soldagem menor gerou uma microestrutura com predominância de martensita.

Quando se analisa os resultados da microestrutura do MSR (Metal de Solda), comparando com os parâmetros de soldagem, observa-se uma influência da energia de soldagem menor forneceu uma microestrutura mais refinada.

Quando se analisa os parâmetros de soldagem da Tab. (5), observa-se que a velocidade de soldagem ( $V_s$ ) diminui, e quando isto ocorre nota-se que (P) diminui de três passes para apenas dois passes, pois consequentemente quando diminuimos a velocidade de soldagem o número de passes, teremos mais depósito do metal solda. Pode-se notar também um aumento na energia de soldagem quando a velocidade de soldagem diminui. Assim pode-se afirmar que o número de passes necessários para a soldagem e a energia de soldagem, está dependente da velocidade de soldagem.

## **7. AGRADECIMENTOS**

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização deste trabalho e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, por ter cedido o local para que se pudesse ser realizado o trabalho.

## **8. REFERÊNCIAS**

- Farias, J. P., Quites, A. M., Fatores que influenciam a microestrutura e as propriedades mecânicas do metal de solda de aços ao C-Mn e baixa liga. ABS. Proceedings. Anais. Vol. 2, 371–387, abril, 1992.
- Fortes, C., Araújo, W.; Arames tubulares OK. ESAB BR. 2004.
- Godoy, Antonio Fernando. Estudo de suscetibilidade a trinca a frio em juntas soldadas de aço SAR-80 BT, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas . Faculdade de Engenharia de Campinas, Campinas, SP, 1989.
- Marques, P.V; Modenesi, P.J.; Bracarense, A.Q. Soldagem Fundamentos e Tecnologia. Belo Horizonte (MG): UFMG, 2005.
- Martins, Waldemir dos Passos. Influência dos Parâmetros de Soldagem na Microestrutura e Propriedades Mecânicas de Juntas Soldadas em Aços de Alta Resistência e Baixa Liga Soldadas pelo Processo Arame Tubular, Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão, São Luís, MA, 2008.
- Leal, V. S. – Ciclos térmicos na zona afetada termicamente de um aço de alta resistência. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos – SP, 1995, p. 102 (Dissertação de Mestrado).
- Wainer, E.; Brandi, S.; D, et. al. Soldagem - Processos e metalurgia. São Paulo: Edgard Blucher, 1992.
- Welding Processes. In: WELDING Handbook. Editor R.L. O'Brien. eighth edition. Miami: American Welding Society, 1991. vol.2.

## **9. DIREITOS AUTORAIS**

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



## II INFLUENCE OF CHANGE IN CONTRIBUTION ABOUT THERMAL MICROSTRUCTURE OF WELDED JOINTS IN STEEL HSLA SAR100-T USING THE PROCEDURE TUBULAR WELDING WIRE

da Silva, Peterson Silva, [peterson.engenheiro@gmail.com](mailto:peterson.engenheiro@gmail.com)<sup>1</sup>

de Meneses, Valter Alves, [meneses@cefet-ma.br](mailto:meneses@cefet-ma.br)<sup>1</sup>

Reis, Gedeon Silva, [gedeonreis@yahoo.com.br](mailto:gedeonreis@yahoo.com.br)<sup>1</sup>

Figueiredo, Kleber Mendes, [kleberfig@yahoo.com.br](mailto:kleberfig@yahoo.com.br)<sup>1</sup>

Ferraresi, Valtair Antonio, [valtairf@mecanica.ufu.br](mailto:valtairf@mecanica.ufu.br)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IFMA, Av. Getúlio Vargas, nº 04 - Monte Castelo - São Luís-MA - CEP 65030-005

<sup>2</sup>UFU, Av. Mato Grosso, 3370 - Umuarama, -Uberlândia-MG - CEP: 38405-314

**Abstract:** *The technological development has allowed an increasingly competitive battle between the various mills and also between different types of materials that continue to promote the development of new structural steels alloyed that meet the requirements of mechanical strength, tenacity and even better one the main requisites for the marketing of a new type of steel in its weldability of this feature is an example steels High Strength Low Alloy (HSLA). Based on the above considerations, this project aims to study the influence of variation of heat input on the microstructure of the weld steel microalloyed HSLA SAT100-T using the process of tubular welding wire. This paper discusses the analysis of the influence of welding parameters of welded joints in HSLA steel plates SAR100-T, using as the consumable cored wire AWS E71T - 1 (M) 1, 6 mm in diameter, secured with CO<sub>2</sub>, and the process of welding FCAW-S (Flux Cored Arc Welding - Self Shielded), tubular wire welding, a process similar to MIG / MAG. In the steel plates were made slots (opening) of 60 °, aperture 1.0 mm root and nose, the welds were made with varying bonding energies of 1.5 to 2.0kJ / mm with and without preheating, done that, then did the cutting and mounting of samples, and made the following grinding and polishing of the samples was done after the chemical attack, this done to examine the metallurgical characteristics of weld metal. There was an influence of welding energy and the temperature of preheating and brought before the microstructure of HAZ (heat affected zone), and the energy generated less welding microstructure with a predominance of martensite. It would also influence the energy of welding and the temperature of preheating and brought before the microstructure of the weld metal.*

**Keywords:** *Steels, Microstructure and Welding.*