

## AVALIAÇÃO DO REVENIMENTO DA ZAC-GG EM JUNTAS SEMI-V DE UM AÇO ABNT 4140 SOLDADO PELA TÉCNICA DA DUPLA CAMADA

Victor Hugo Costa de Albuquerque<sup>1</sup>

Willys Machado Aguiar<sup>1</sup>

Cleiton Carvalho Silva<sup>2</sup>

Jesualdo Pereira Farias<sup>2</sup>

victor120585@yahoo.com.br

willys@cefetce.br

cleitonufc@yahoo.com.br

jpf@secrel.com.br

<sup>1</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, Laboratório de Ensaio Mecânicos, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica – Fortaleza-CE; Cep:60040-531.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Bloco 715, Laboratório de Engenharia de Soldagem, Fortaleza-CE, CEP: 60455-760.

**Resumo.** *O presente trabalho buscou avaliar a eficiência do refino e revenimento produzido pela técnica da dupla camada sobre a zona afetada pelo calor na região de grãos grossos (ZAC-GG) da primeira camada de uma junta semi-V em um aço ABNT 4140, soldado com diferentes relações de energia entre a primeira e segunda camada. Os níveis de energia selecionados a partir do teste de Higuchi foram 5/5, 5/10 e 15/5 kJ/cm. A avaliação do refino e/ou revenimento da ZAC-GG da primeira camada foi realizada através de ensaios metalográficos e medições de microdureza. Observou-se que no interior das amostras o efeito desejado de refino e/ou revenimento da ZAC-GG da primeira camada foi alcançado, entretanto, nas extremidades a ZAC-GG da primeira camada preservou parte da sua granulação grosseira, mostrando que há necessidade de uma ação corretiva no sentido de promover o refino e/ou revenimento desta região específica para não prejudicar a tenacidade do material. Um controle rigoroso dos parâmetros de soldagem e soldadores qualificados garante a eficiência da técnica da dupla camada.*

**Palavras-chave:** aço ABNT 4140, soldagem, dupla camada.

### 1. INTRODUÇÃO

Os aços C-Mn e baixa liga são bastante utilizados na fabricação de peças e equipamentos na indústria do petróleo (Farraro, 1999). Estes aços são submetidos a condições de serviço severo, podendo em muitos casos ocorrer o desgaste ou a falha do componente. Nestes casos, a recuperação da peça por soldagem é o procedimento de reparo mais utilizado, entretanto, alguns aspectos relacionados à soldabilidade destes materiais devem ser avaliados. Em geral, os principais problemas relacionados à soldagem destes aços são o excessivo crescimento de grão e a formação de martensita com elevada dureza na zona afetada pelo calor (ZAC), que, associada com a presença de hidrogênio e de tensões de tração, pode ocasionar o surgimento de trincas a frio (Linnert, 1967; Easterling, 1983; Liu e Indacochea, 1992).

Em geral, os aços C-Mn e baixa liga, tais como, o AISI 4130, 4140, 4340 e 1045, têm teor de carbono em torno de 0,4% e carbono equivalente (CE) entre 0,6 e 0,9, os quais, segundo a literatura,

são altamente susceptíveis a trincas, necessitando de cuidados na escolha adequada do metal de adição e dos parâmetros de soldagem, uso de preaquecimento, controle da temperatura de interpasse e realização de tratamentos térmicos pós-soldagem (TTPS) (Liu e Indacochea, 1992; Irving, 1995).

O tratamento térmico pós-soldagem é, em muitos casos, indesejável devido ao longo tempo de parada do equipamento, alto custo para sua realização ou mesmo pela impossibilidade de realização. O desejo de eliminar o TTPS tem motivado o desenvolvimento de novas técnicas de soldagem que promovam o refino e o revenimento da ZAC durante a soldagem. Dentre estas técnicas desenvolvidas, destacamos a da dupla camada, que consiste na deposição de duas camadas de solda de forma que o calor gerado na deposição da segunda camada seja suficiente para promover o refino e o revenimento da ZAC-GG da primeira camada, reduzindo a dureza e aumentando a tenacidade (Bailey, 1994). Esta técnica inicialmente desenvolvida para evitar trincas de reaquecimento, tem sido aplicada com sucesso na elaboração de procedimentos de soldagem de aços baixa liga sem TTPS (Niño, Corrêa e Buschinelli, 1992; Teixeira e Pope, 1992; Niño e Buschinelli, 1995; Still, 1997; Still e Blackwood, 1998; Bueno, 1999; Aguiar, Farias e Silva, 2003; Azevedo *et al.*, 2004).

Para a escolha adequada das energias de soldagem da primeira e segunda camada, utiliza-se o teste desenvolvido por Higuchi e colaboradores (Higuchi, Sakamoto e Tanioka, 1980), o qual consiste no atendimento de duas condições:

$$a) \text{PZM}_2 > \text{PZD}_1 \quad (1)$$

Onde:

$\text{PZM}_2$  = profundidade da zona macia da segunda camada;

$\text{PZD}_1$  = profundidade da zona dura da primeira camada.

$$b) \text{PZD}_2 < \text{R}_1 + \text{P}_1 \quad (2)$$

Onde:

$\text{PZD}_2$  = profundidade da zona dura da segunda camada;

$\text{R}_1$  = reforço da primeira camada;

$\text{P}_1$  = penetração da primeira camada.

O atendimento da primeira condição faz com que o calor contido nesta faixa da ZAC da segunda camada refina e revina a zona dura da primeira camada, enquanto o atendimento da segunda condição garante que a zona dura da primeira camada não vai ser retemperada. Neste caso, a zona fundida da primeira camada é que vai ser austenitizada, proporcionando uma recristalização e formação de alguma martensita que, devido ao baixo teor de carbono, não apresenta uma dureza elevada. Embora o teste de Higuchi forneça bons resultados referentes ao revenimento da ZAC, o mesmo não pode ser dito sobre o refino de grão. Além disso, em muitos casos, tem se verificado nas regiões entre passes um inadequado grau de refino e de revenimento, consideradas tais regiões como zonas frágeis localizadas (ZFL), que reduzem a eficiência da técnica.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a técnica da dupla-camada sobre o aspecto da microestrutura e dureza da ZAC em juntas soldadas de aço ABNT 4140 sem tratamento térmico pós-soldagem (TTPS), comparando os resultados com juntas soldadas nas mesmas condições e submetidas ao TTPS, através de exames metalográficos e microscopia ótica. Um maior enfoque é dado à formação de possíveis zonas frágeis localizadas, através do mapeamento de toda a zona afetada pelo calor das juntas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Materiais

Os ensaios foram realizados em discos de aço ABNT 4140 com  $\phi 150 \times 25$  mm extraídos de barras laminadas a quente, com  $\phi 150$  mm, cuja composição química encontra-se na Tab. (1). O

material de adição utilizado foi o eletrodo revestido AWS E8018 B2 com diâmetro de 2,5 mm, cuja composição química do metal depositado, segundo o fabricante, encontra-se na Tab. (1). Este eletrodo foi sugerido por técnicos da Petrobrás, pois é o mesmo utilizado no reparo por solda do aço ABNT 4140.

Tabela 1. Composição química do metal base e metal de adição (% em peso).

| Material        | C    | Mn   | Si   | P    | S    | Cr  | Mo   |
|-----------------|------|------|------|------|------|-----|------|
| Metal de base   | 0,45 | 0,86 | 0,29 | 0,03 | 0,02 | 1,1 | 0,23 |
| Metal de adição | 0,08 | 0,90 | 0,60 | -    | -    | 1,0 | 0,5  |

## 2.2. Métodos

A metodologia desenvolvida consistiu de duas etapas, que foram: teste de Higuchi, onde as soldagens foram realizadas no Posicionador Automático para Soldagem Experimental com Eletrodo Revestido, e ensaio com Junta Semi -V realizada por soldador qualificado. A seguir, será abordada cada uma das etapas.

### 2.3. Teste de Higuchi (1ª Etapa)

Nesta etapa, foram realizadas soldagens de simples depósitos e cordão isolado, em corpos de prova temperados (austenitizados a 860 °C em banho de sais por 20 minutos e resfriado em óleo), conforme a Fig. (1). Foram testados quatro níveis de energias de soldagem, cujos parâmetros encontram-se na Tab. (2). Em seguida, são levantados os perfis de microdureza em três regiões da ZAC, linhas 1, 2 e 3, com angulação de 45°, Fig. (1), objetivando a determinação da extensão das zonas endurecidas e macias para cada energia de soldagem. No ensaio de microdureza, a carga empregada foi de 100 g e a distância entre as impressões igual a 0,2 mm. O reforço e a penetração dos cordões de solda foram medidos através de microscopia ótica, utilizando-se um aumento de 25x. Com base nos resultados de reforço, penetração e das extensões das zonas duras e macias, construiu-se o gráfico de Higuchi.

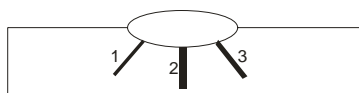


Figura 1. Corpo de prova para o teste de Higuchi.

Tabela 2. Parâmetros de soldagem do teste de Higuchi.

| Corpo de Prova | Corrente eficaz (A) | Tensão eficaz (V) | Veloc. de Soldagem (mm/min) | Energia de soldagem (kJ/cm) |
|----------------|---------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| H5             | 102                 | 26                | 300                         | 5                           |
| H10            | 103                 | 25                | 150                         | 10                          |
| H15            | 97                  | 26                | 100                         | 15                          |
| H18            | 115                 | 26                | 100                         | 18                          |

### 2.4. Ensaio com Junta Semi -V (2ª Etapa)

Para avaliar a viabilidade do procedimento de soldagem com dupla camada, foram soldadas juntas semi-V de aço ABNT 4140 temperado (austenitizado a 860 °C em banho de sais por 20 minutos e resfriado em óleo) e revenido (200 °C por 1 hora), conforme seqüência mostrada na Fig. (2). O amanteamento das faces do chanfro em duas camadas foi realizado empregando as relações

de energias selecionadas no teste de Higuchi. Os parâmetros de soldagem utilizados no amanteigamento estão indicados na Tab. (3). Após o mesmo, foi realizado o preenchimento da junta de acordo com os parâmetros de soldagem da Tab. (4). Durante a soldagem, a temperatura de preaquecimento e interpasse foram mantidas entre 250 °C e 300 °C. Valores recomendados por Bueno (1999).

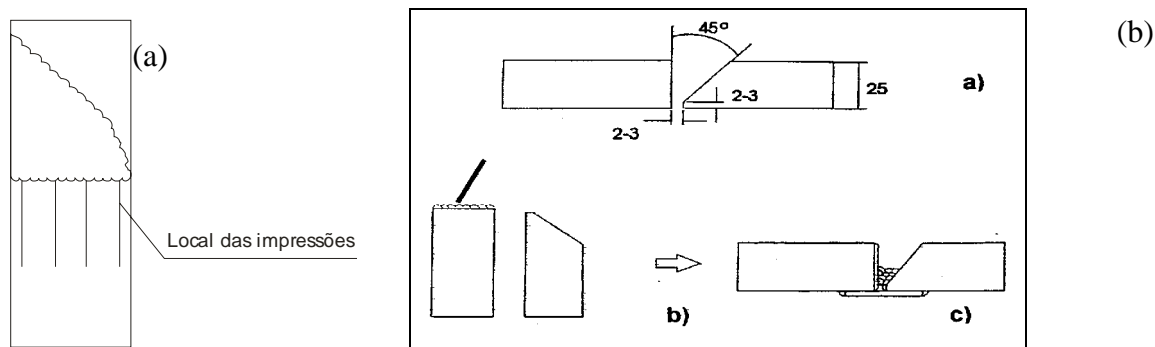


Figura 2. Corpo de prova semi – V: a) local das impressões, b) Sequência de deposição.

Tabela 3. Parâmetros de soldagem do amanteigamento.

| Corpo de Prova |           | Corrente eficaz (A) | Tensão eficaz (V) | Veloc. de Soldagem (mm/min) | Energia de soldagem (kJ/cm) |
|----------------|-----------|---------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Semi -V5/5     | 1ª camada | 102                 | 26                | 300                         | 5,0                         |
|                | 2ª camada | 99                  | 25                | 300                         | 5,0                         |
| Semi -V5/10    | 1ª camada | 103                 | 25                | 300                         | 5,0                         |
|                | 2ª camada | 100                 | 25                | 150                         | 10,0                        |
| Semi -V15/5    | 1ª camada | 99                  | 25                | 100                         | 15,0                        |
|                | 2ª camada | 99                  | 25                | 300                         | 5,0                         |

Tabela 4. Parâmetros de soldagem para o preenchimento da junta semi – V.

| Parâmetros                   | Passe de raiz | Passes de Preenchimento |
|------------------------------|---------------|-------------------------|
| Corrente eficaz (A)          | 70            | 109                     |
| Tensão eficaz (V)            | 22            | 23                      |
| Veloc. de soldagem (mm/min)  | 200           | Soldador                |
| Temp. de preaquecimento (°C) | 250 a 300     | 250 a 300               |
| Temp. de interpasse (°C)     | 250 a 300     | 250 a 300               |
| Diâmetro do eletrodo (mm)    | 2,5           | 3,25                    |

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. Teste de Higuchi

A microestrutura dos corpos de prova temperados para realização do teste de Higuchi apresentou faixas claras no sentido da laminação (Bandeamento), conforme mostrado na Fig. (3), caracterizando falta de homogeneização da composição química do aço, apesar do procedimento correto no tratamento térmico de têmpera. Estas faixas, após a soldagem, apresentaram martensita de alta dureza, caracterizando uma maior temperabilidade nestas regiões da ZAC. Os perfis de microdureza são levantados seguindo-se as faixas duras, constituindo uma situação mais crítica para o teste de Higuchi, pois implica em zonas duras mais extensas, que avançam na zona de granulação mais fina (ZAC-IC), conforme verificado na Fig. (4). Os valores do reforço e penetração para cada

energia de soldagem, necessários para a construção dos gráficos de Higuchi, apresentam-se na Tab. (5). Os perfis de microdureza para os quatro níveis de energia empregados estão representados nas Fig. (4).

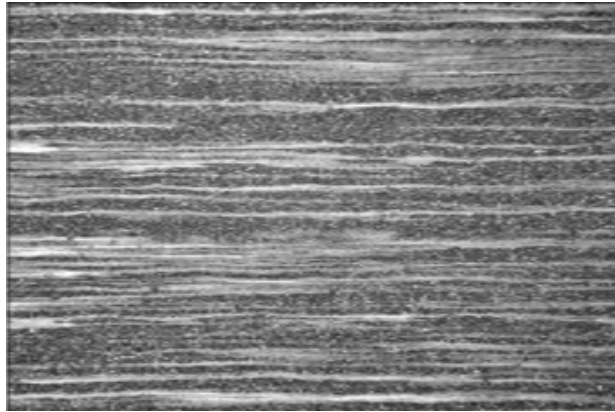


Figura 3. Microestrutura do aço ABNT 4140 temperado. Presença de faixas claras com elevada dureza no sentido da laminação. Aumento: 25X. Ataque: nital 2%.

Tabela 5. Valores do reforço e penetração.

| Corpo de prova | Energia de soldagem (kJ/cm) | Reforço (mm) | Penetração (mm) |
|----------------|-----------------------------|--------------|-----------------|
| H5             | 5                           | 1,2          | 1,5             |
| H10            | 10                          | 2,2          | 1,5             |
| H15            | 15                          | 2,5          | 1,1             |
| H18            | 18                          | 3,1          | 1,6             |

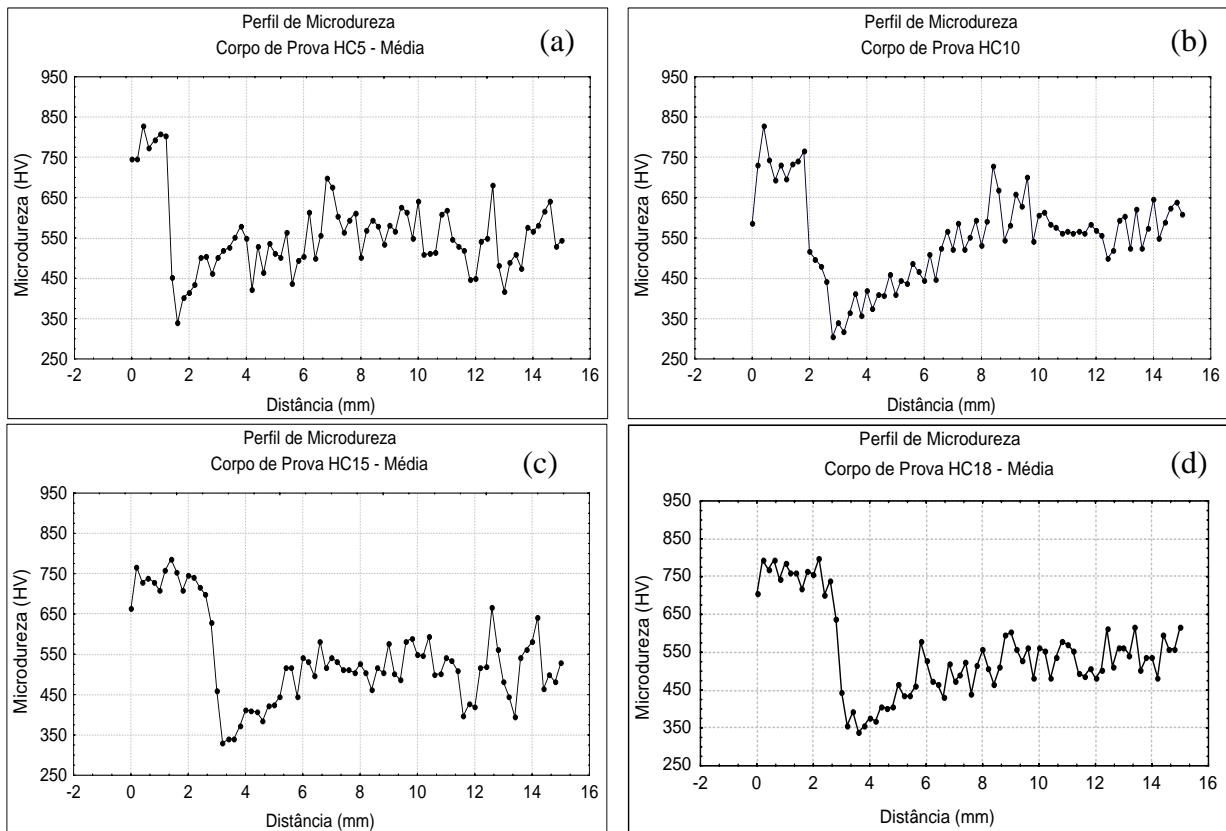


Figura 4. Perfil de microdureza: a) energia de 5 kJ/cm, b) energia de 10 kJ/cm, c) energia de 15 kJ/cm e d) energia de 18 kJ/cm.

Com base nos perfis de microdureza, Fig. (4), e nas medidas de reforço e de penetração conforme Tab. (6), foi construído o gráfico de Higuchi da Fig. (5). Nestes gráficos, R representa o reforço, P a penetração, ZD a zona dura e ZM a zona macia. Em virtude da presença das faixas claras com alta dureza, Fig. (3), e do levantamento do perfil de microdureza sobre as mesmas, observa-se que, com o aumento da energia de soldagem, ocorre um aumento da extensão das zonas duras e zonas macias, conforme mostrado na Fig. (5).

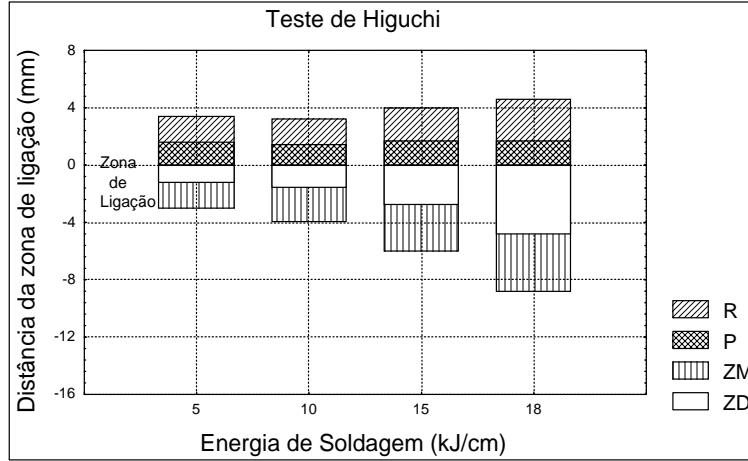


Figura 5. Gráficos de Higuchi.

### 3.2. Ensaio com Junta Semi – V

Com base no teste de Higuchi, foram escolhidas as relações de energia, 5/5, 5/10 e 15/5 kJ/cm. Os perfis de microdureza para os corpos de prova sem TTPS mostram a eficácia da técnica da dupla-camada. Observa-se, através dos valores de microdureza, que em todas as situações ocorreu o amaciamento da zona dura da primeira camada devido ao perfeito casamento com a segunda camada, conforme visto na Fig. (6). Para os corpos de prova com TTPS, a Fig. (7) mostra que o tratamento proporciona uma redução da dureza e uma maior uniformidade da ZAC, comparado com os sem TTPS.

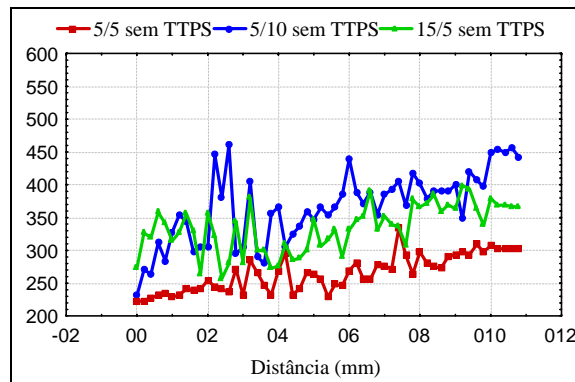


Figura 6. Perfil de microdureza dos corpos de prova Semi – V sem TTPS: a) 5/5 kJ/cm, b) 10/5 kJ/cm e c) 15/5 kJ/cm.

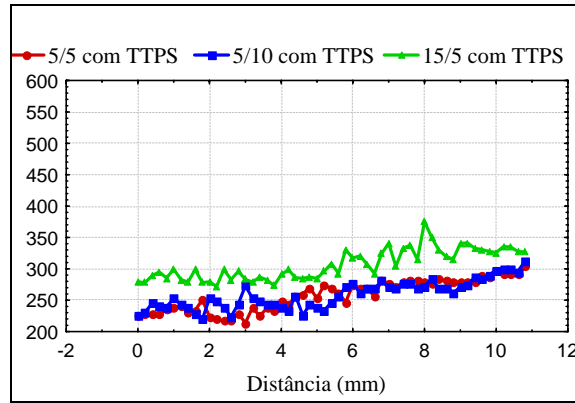


Figura 7. Perfil de microdureza do corpo de prova Semi – V com TTPS: a) 5/5 kJ/cm, b) 10/5 kJ/cm e c) 15/5 kJ/cm.

A Figura 8 apresenta as diversas regiões da ZAC ao longo da face plana da junta, para a relação de energia 5/5 kJ/cm sem TTPS. Observa-se a presença de microestruturas grosseiras que não foram suficientemente refinadas como nas demais regiões (ponto A), apresentando dureza de 387 HV. Por outro lado, as demais regiões da ZAC foram revenidas e refinadas satisfatoriamente, apresentando dureza na faixa de 248 a 257 HV (pontos B e C). Observou-se, ainda, que a região da extremidade direita do chanfro semi-V (ponto D) não foi completamente refinada, mas apresentou dureza de 267 HV, compatível com as regiões revenidas e/ou refinadas. A Figura 9 apresenta as ampliações das regiões citadas anteriormente.



Figura 8. Extensão da ZAC GG com a relação de energia 5/5 kJ/cm sem TTPS.

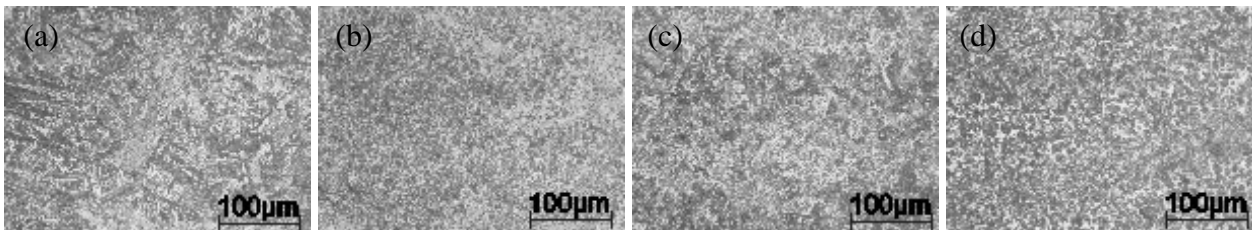


Figura 9. a) região grosseira - A, b) região refinada e revenida - B, c) região revenida e refinada - C e d) região grosseira – D.

Na Figura 10, é apresentada a varredura ao longo de toda a extensão da ZAC para a amostra soldada com relação de energia 5/5 kJ/cm com TTPS. De uma forma geral, as amostras soldadas com esta relação de energia (5/5 kJ/cm), com e sem TTPS, foram as que apresentaram o melhor grau de refinamento, com pouquíssimas regiões com microestruturas grosseiras (pontos A e D), conforme observado nas Fig. (8) e (10). A dureza destas regiões também foi satisfatória, apresentando valores próximos de 260 HV para o ponto A. A dureza nos pontos B e C foram de 219

HV e 226 HV, respectivamente, e a região da extremidade direita do chanfro semi-V (ponto D) apresentou dureza de 254 HV.



Figura 10. Extensão da ZAC GG com a relação de energia 5/5 kJ/cm com TTPS.

As amostras soldadas com relação de energia 5/10 kJ/cm, com e sem TTPS apresentaram resultados muito semelhantes, tanto do ponto de vista de refino como de revenimento. Na extremidade esquerda (ponto A), verificou-se o mesmo valor de dureza tanto para a amostra sem TTPS quanto para a amostra com TTPS (284 HV). Os valores de dureza na região do ponto B apresentaram valores de dureza de 214 e 218 HV para as amostras sem e com tratamento, respectivamente. Na região C, o grau de refino foi quase tão efetivo quanto o observado nas amostras soldadas com energia de 5/5 kJ/cm, Fig. (8) e (10). Os valores de dureza também não variaram entre as amostras com e sem TTPS, sendo de 218 HV para a amostra sem TTPS e de 221 para a amostra com TTPS. Verificou-se ainda que na região da extrema direita o grau de refino de grão foi bom, apresentando uma pequena região com granulação grosseira. A dureza ficou em 268 HV para a amostra sem TTPS e 273 HV para a amostra com TTPS.

A amostra soldada com relação de energia 15/5 kJ/cm sem TTPS apresentou regiões parcialmente refinadas (ponto A), mas com um grau de revenimento satisfatório, apresentando valores de dureza de 279 HV, conforme apresentado na Fig. (11). Assim como no ponto A, no ponto C indicado na Fig. (11) foi verificada a presença de regiões parcialmente refinadas mas com dureza baixa, em torno de 260 HV. O ponto B constitui as regiões que apresentaram um completo refino e revenimento da microestrutura com valores de dureza da ordem de 250 HV. Na extremidade direita da junta, foram observados valores de dureza mais elevados (268 HV) e um grau de refino insatisfatório, apresentando microestrutura grosseira. O detalhe da microestrutura de cada região destacada na Fig. (11) é apresentado na Fig. (12).



Figura 11. Extensão da ZAC GG com a relação de energia 15/5 kJ/cm sem TTPS.

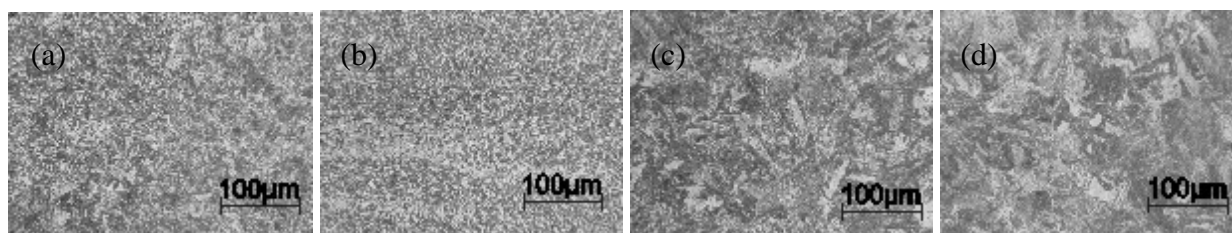




Figura 12. a) região grosseira - A, b) região refinada e revenida - B, c) região revenida e não refinada - C e d) região grosseira - D.

Na amostra de mesma relação de energia (15/5 kJ/cm) e submetida ao TTPS, verificou-se que os níveis de dureza apresentaram valores próximos aos obtidos com na amostra sem TTPS. Nas extremidades da junta, os valores medidos foram de 270 e 259 HV (pontos A e D, respectivamente). As regiões indicadas pelos pontos B e C apresentaram valores de dureza de 230 e 234 HV, respectivamente.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados experimentais obtidos para as condições de soldagem aplicadas neste trabalho, foi possível concluir que:

Foi comprovada a eficiência da técnica da dupla camada quanto ao revenimento da ZAC do aço ABNT 4140, uma vez que a dureza na ZAC dos corpos de prova sem TTPS foi reduzida para valores da mesma ordem do metal de base, e semelhantes aos dos corpos de prova submetidos ao TTPS.

Nas regiões entre passes e extremidades da junta, ocorreu a formação de regiões com granulação grosseira que, embora não tenham apresentado dureza elevada, poderão representar regiões críticas denominadas por zonas frágeis localizadas.

No levantamento dos perfis de dureza para a confecção dos gráficos de Higuchi, deve-se considerar a presença de faixas duras alinhadas na direção de laminação.

Os resultados obtidos indicam que a melhor performance da técnica da dupla-camada é alcançada quando se emprega baixo aporte térmico na primeira camada, com relações de 1:1 a 1:2.

Estudos estão sendo realizados no intuito de revenir e/ou refinar as extremidades do chanfro através da aplicação da soldagem GTAW.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, W. M., FARIAS, J. P. AND SILVA, C. C., 2003, “Efeito da técnica da dupla camada sobre a microestrutura e tenacidade da ZAC do aço AISI 4140 recuperado por soldagem”. In.: 2º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, Uberlândia.

AZEVEDO, A. G. L., FARIAS, J. P., SILVA, C. C. AND MARCELINO NETO, M. A., 2004, “Técnica de recuperação do aço AISI 1045 sem tratamento térmico pós-soldagem”. Soldagem & Inspeção, ano 9, n. 1, pp. 38-47.

BAILEY, N.; COE, F. R.; GOOCH, T.G.; HART, P. H. M.; JENKINS, N. e PARGETER, R. J. Welding Steels Without Hydrogen Cracking. England: Book Abington Publishing. 1973, p. 150.

BUENO, Eleandro Roberto. Desenvolvimento do Procedimento de Soldagem do Aço AISI 4140 sem Tratamento Térmico Posterior. Florianópolis: UFSC, 1999. 74p.

EASTERLING, K. E. Introduction to the Physical Metallurgy of Welding. 2ed. London: Butterworths Monographs in Materials, 1985. 231p.

FARRARO, T., STELLINA Jr., R. M. 1996. “Materials Construction for Refinery Applications”. In: *CORROSION* 96, paper n.614.

HIGUCHI, Makamoto, SAKAMOTO, Hiroshi, TANIOKA, Sinichi. A Study on Weld Repair Through Half Bead Method. IHI Engineering Review. v.13, april/1980.

IRVING, B., 1995, “The challenge of welding heat treatable alloy steels”. Welding Journal, vol. 2, pp. 43-48.

LINNERT, G., 1967. “Welding Metallurgy”. 3<sup>rd</sup> ed. American Welding Society. Vol. 2, pp 460-461.

LIU, S. AND INDACOCHEA, J. E., 1992, “Weldability of Steels”, Metals Handbook, 10ed. Ohio. American Society for Metals. Vol. 6, pp. 603-613.

NIÑO, C. E., CORRÊA, J. A., BUSCHINELLI, A. J. A. Técnicas de Reparo por Soldagem em Aços 5Cr-0,5Mo. Soldagem e Materiais, vol.4 n2, 1992, p.28-33.

NIÑO, C. E. B., BUSCHINELLI, A. J. A. Análise de Alternativas de Reparo por Soldagem de Aços Cr – Mo. XXI Encontro Nacional de Tecnologia da Soldagem. Caxias do Sul, jun/1995.

STILL, J. R. Welding of AISI 4130 and Steel for Drilling Systems. Welding Journal, jun/1997.

STILL, J. R., BLACKWOOD, V. How to Ensure Fif-For-Purpose Welds in “Muddy” Situations. Welding Journal, dec/1998.

TEIXEIRA, J. C. G., POPE, A. M. Técnica de Deposição em Dupla-Camada para Reparo e Modificações e Tratamento Térmico Pós-Soldagem de Aço 1Cr-0,5Mo. Soldagem e Materiais, vol. 4 n2, 1992, p.23-27.

## 6. DIREITOS AUTORAIS

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

### CGHAZ TEMPERING EVALUATION IN SEMI-V JOINTS OF A ABNT 4140 STEEL WELDED BY DOUBLE LAYER TECHNIQUE

Victor Hugo Costa de Albuquerque<sup>1</sup>

Cleiton Carvalho Silva<sup>2</sup>

Willys Machado Aguiar<sup>1</sup>

Jesualdo Pereira Farias<sup>2</sup>

victor120585@yahoo.com.br

cleitonufc@yahoo.com.br

willys@cefetce.br

jpf@secrel.com.br

<sup>1</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, Laboratório de Ensaios Mecânicos, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica – Fortaleza-CE; Cep:60040-531.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Bloco 715, Laboratório de Engenharia de Soldagem, Fortaleza-CE, CEP: 60455-760.

**Abstract.** *The present work evaluated the efficiency of the refine and tempering produced by double layer technique on the coarsening grain heat affected zone (CGHAZ) of the first layer of a semi-V joint in a ABNT 4140 steel, welded with different energy relationships between the first and second layer. The energy levels selected from the Higuchi test were 5/5, 5/10 and 15/5 kJ/cm. Refine and/or tempering evaluation of first layer CGHAZ was accomplished through metallographics analysis and microhardness measurements. It was observed that inside the samples the wanted effect of refine and/or tempering of the first layer CGHAZ was reached, however, in the first layer CGHAZ extremities was preserved part of his coarsening grain, showing that there is need of a corrective action in the sense of promoting it refining and/or tempering of this specific area for not harming the hardness and toughness of the material. A rigorous control of the welding parameters and qualified welders guarantee the efficiency of the double layer technique.*

**Keywords.** *ABNT 4140 steel, welding, double layer technique.*