



“MODIFICAÇÕES MICROESTRUTURAIS NO AÇO API 5L GRAU X-80”

Antônio Paulo Amâncio Ferro¹, Jorge Luis Lauriano Gama²

¹Aluno do curso técnico em mecânica – IFAL. e-mail: antoniopauloferro@gmail.com

²Professor do curso técnico em mecânica - IFAL.e-mail: jorgelauriano@gmail.com

Resumo: O presente estudo aborda a caracterização das modificações ocorridas na microestrutura de um aço de Alta Resistência e Baixa Liga (ARBL), mais especificadamente do aço API 5L Grau X-80, de grande utilização na indústria de petróleo e gás no transporte de matérias primas a longas distâncias. Afim de que se obtenha uma melhor resposta deste aço durante aplicação, faz-se necessário o conhecimento de sua microestrutura e suas possíveis transformações metalúrgicas originadas do processo de fabricação por soldagem. Para induzir transformações metalúrgicas foram empregados tratamentos térmicos de têmpera, em temperatura entre 500 e 800⁰C, e assim foram analisadas e caracterizadas as microestruturas resultantes. Percebeu-se a formação de constituintes aciculares na amostra tratada a temperatura de 800⁰C.

Palavras-chave: Aço API 5L Grau X-80, microestrutura, soldagem, tratamento térmico.

1. INTRODUÇÃO

Devido o crescimento da indústria do petróleo e gás nos últimos anos, motivado pela busca cada vez maior de recursos energéticos, tornou-se necessário o desenvolvimento de materiais que apresentassem melhores propriedades mecânicas para a fabricação de tubulações que, com menor espessura de parede e operando a alta pressão, possibilitam uma redução no custo por soldagem e transporte, favorecendo uma melhor relação custo benefício.

Neste contexto surgiram os aços de Alta Resistência e Baixa Liga (ARBL), normalizados pela API, e classificados como X-60, X-65, X-70, X-80, X-90 e etc., nos quais os dois últimos algarismos especificam os valores da tensão de escoamento mínimo do material. Esta família de materiais possui elementos microligantes como nióbio, vanádio, manganês e titânio em sua composição química que conferem a estes aços um alto limite de resistência mecânica, boa tenacidade a baixas temperaturas e boa soldabilidade fornecido pela redução do índice de carbono equivalente-CE na sua constituição.

Os diversos ciclos térmicos nos quais estes aços estão sujeitos durante o processo de fabricação e a complexa composição química, devido aos numerosos elementos de microliga, justificam uma caracterização microestrutural como forma de minimizar possíveis efeitos nocivos para a microestrutura e assim obter melhorias exigidas nos materiais utilizados em sistemas de transporte dutoviários. O aço API 5L X-80 por ser o de desenvolvimento mais recente no Brasil, ainda necessita de estudos mais detalhados diante das alterações e adequações nos processos de fabricação em relação ao especificado pela API.

Neste trabalho empregou-se tratamento térmico em amostras de aço API 5L X-80 em faixas de temperatura entre 500 e 800⁰C, onde as principais transformações metalúrgicas no processo de fabricação por soldagem ocorrem, com objetivo de induzir a formação de diferentes microestruturas e posteriormente caracterizá-las. Foi possível determinar a formação de microestruturas para este aço nessa faixa de temperatura e pode-se assim, aconselhar ou desaconselhar tratamentos térmicos na faixa de temperatura em que se estudou, em função da microestrutura resultante, assim como observar se tais microestruturas possibilitariam favorecer ou não propriedades mecânicas desejáveis.



2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram empregadas chapas de aço API 5L X-80 com dimensões médias de $\frac{3}{4}$ de polegadas (19,05 mm) de espessura, 18 mm de largura e 100 mm de comprimento. A composição química está indicada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química (% em massa) normalizada do API 5L X-80.

C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Nb	V
0,04	0,17	1,75	0,019	0,04	0,032	0,01	0,073	0,005
Ti	Cr	Ni	Mo	N	B	Ca	Sb	CE(Pcm)
0,013	0,21	0,02	0,16	0,0035	0,0002	0,0014	0,01	0,156

2.1. Tratamento Térmico

Os tratamentos térmicos de têmpera foram aplicados nas chapas por uma hora nas temperaturas de 500, 650 e 800⁰C com resfriamento em água. As caracterizações microestruturais foram realizadas posteriormente nas amostras tratadas termicamente além de uma amostra não tratada.

2.2. Análise Metalográfica

Na caracterização da microestrutura foi empregada técnica metalográfica convencional, em amostras com dimensões médias de 10 mm de largura, 11 mm de espessura e 15 mm de comprimento. Estas amostras foram embutidas à quente em uma prensa embutidora modelo Fortel 30. O lixamento foi realizado em uma lixadeira manual, empregando lixas d'águas com granulometrias de até 1000 μ m. No processo do polimento empregou-se alumina como material abrasivo, com granulometrias de até 0,1 μ m. Os possíveis resíduos do lixamento alojados na superfície das amostras foram removidos por exposição durante três minutos em limpador ultrassônico do tipo vibrador. Empregou-se como reagente químico a solução de ácido nítrico a 2% em álcool etílico. A visualização da microestrutura foi realizada em um microscópio Olympus modelo PME e no registro das imagens empregou-se uma câmara digital acoplada com captação das imagens em computador.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As microestruturas presentes no material, para amostras nas temperaturas ambiente, 500, 650 e 800⁰C, estão apresentadas na figura 1. Foi possível verificar a complexidade metalúrgica nestas amostras devido ao processo de laminação com resfriamento controlado na qual é submetido durante a sua fabricação, onde se pode ver que as microestruturas das amostras tratadas termicamente foram alteradas substancialmente. A microestrutura original do aço API 5L X-80, amostra não tratada termicamente, consiste na presença de matriz ferrítica quase poligonal com alguns microconstituintes precipitados.

Segundo SILVA (2004) em temperaturas baixas a morfologia microestrutural se apresenta consideravelmente uniforme, porém, com o aumento da temperatura, ocorre a nucleação dos grãos de ferrita nos contornos de austenita, esse efeito foi demonstrado nas amostras tratadas a uma temperatura maior como a de 500⁰C que apresentou uma microestrutura menos homogênea sendo os constituintes encontrados, ferrita secundária não alinhada- FS (NA) e fases de ferrita poligonal intragranular - PF(I), formadas por cristais de ferrita que nuclearam nos contornos de grãos austeníticos em elevada temperatura.

Na amostra tratada a temperatura de 650°C é possível observar ferrita poligonal intragranular – PF (I), semelhante à amostra submetida a temperatura de 500°C, e ainda uma microestrutura constituída de ferrita de contorno de grão – PF (G), ambas amostras apresentaram heterogeneidades microestruturais, não aconselhável.

Notou-se que a microestrutura de amostra de 800°C apresentou em sua maioria ferrita acicular- AF, com uma aparência mais refinada, com poucos constituintes de ferrita poligonal intragranular - PF(I) em sua constituição.

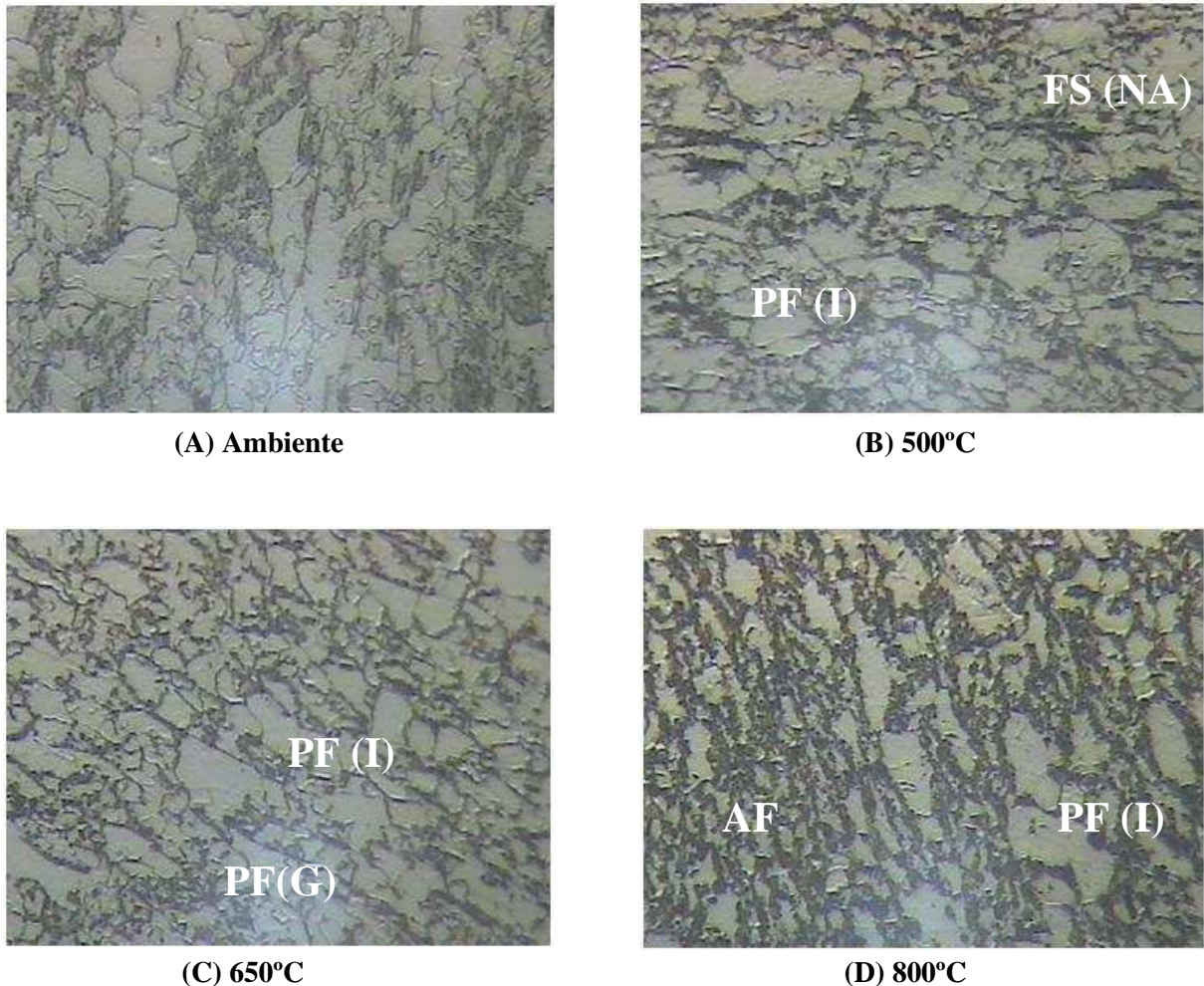


Figura 1 – Microestruturas, em diferentes temperaturas da amostra, com aumentos de 400X.

O constituinte ferrita poligonal intragranular – PF (I) se mostrou presente na maioria das microestruturas, nas amostras submetidas às temperaturas de 500°C e 650°C, e apresentaram ainda grande fração volumétrica de ferrita secundária não alinhada – FS (NA). Segundo VENTRELA (2004) estes são constituintes que reduzem a resistência à propagação de trincas.

A ferrita acicular - AF, encontrada nas amostras tratadas a 800°C segundo MODENESI (2010), corresponde ao tipo mais frequente de ferrita nucleada no interior de grãos austeníticos, e devido ao seu tamanho de grão fino este constituinte resulta em maiores valores de dureza para o aço estudado. Esta amostra apresentou ainda ferrita poligonal intragranular - PF (I), porém sendo mais aceitável que a modificação microestrutural para a fase de matriz ferrítica secundária não alinhada - FS (NA), que ainda segundo MODENESI (2010) sofrem menor alteração nas propriedades mecânicas.



É possível observar ainda regiões mais escuras na microestrutura na forma de microconstituintes precipitados na matriz, que segundo BATISTA (2007) atuam na refinação do grão e que consequentemente aumentam o limite de resistência desses aços, não sendo possível caracteriza-los ao nível de aumento empregado.

6. CONCLUSÕES

- O efeito didático deste estudo demonstrou que a aplicação de tratamentos térmicos no aço estudado gerou diferentes microestruturas.
- A microestrutura tratada a temperatura de 500°C e 650°C torna-se indesejável devido a formação de constituintes do tipo ferrita secundária (FS).
- A microestrutura tratada a temperaturas próximas a 800°C conferem a estes aços microestrutura aconselhável devido a maior presença de constituintes microestruturais do tipo ferrita acicular - AF.

AGRADECIMENTOS

É motivo de agradecimento ao apoio financeiro, através do projeto PIBICT-2012-1, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Alagoas-IFAL.

REFERÊNCIAS

BATISTA, G. Z. **Avaliação da microestrutura e propriedades mecânicas de tubo API 5L X80 submetido à curvamento por indução.** Tecnologia em Metalurgia e Materiais, SP, v.3, n.4, p. 16-22, abr.-jun. 2007.

MODENESI, P. J. **Soldabilidade dos Aços Transformáveis.** Apostila da Universidade Federal de Minas Gerais, departamento de engenharia metalúrgica e de materiais. Belo Horizonte, julho de 2010.

SILVA, M. C. **Caracterização das propriedades mecânicas e metalúrgicas do aço API 5L X80 e determinação experimental de curvas J-R para avaliação da tenacidade a fratura.** Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Engenharia. SP, 2004.

VENTRELLA, V. A. **Microestrutura e tenacidade do aço API 5L Grau X-70 soldado com arame tubular AWS E-81T1 Ni1 e eletrodo revestido AWS E-8010-G.** In: XVI CBECIMAT - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais, Porto Alegre – RS, 2004.