

A INFLUÊNCIA DA DEFORMAÇÃO PLÁSTICA SOBRE A FRAÇÃO VOLUMÉTRICA DA AUSTENITA RETIDA EM AÇOS 300M TRATADOS TERMICAMENTE Gustavo Henrique Dian, Sirlei Aparecida Araujo Brandão, Tomaz Manabu Hashimoto, Marcelo do Santos Pereira – Departamento de Materiais e Tecnologia – Faculdade de Engenharia - Campus de Guaratinguetá.

Nos últimos anos o aço AISI 300M, que é um aço comercial de baixa liga e ultra-alta resistência, tem sido empregado em componentes estruturais para veículos aeroespaciais e componentes automobilísticos. O aço 300M foi introduzido como um substituto de mais alta resistência para o aço 4340. Entretanto, a tenacidade à fratura desse aço não é melhor daquela do aço 4340. Além disso, o aço é altamente suscetível à fragilidade por hidrogênio e à corrosão por tensão. Devido a isso, a atenção dos fabricantes e projetistas tem sido focada em melhorias adicionais às propriedades prejudicadas desse aço mesmo que com uma tolerável perda da resistência. Uma solução potencial ao problema é desenvolver aços os quais tenham uma estrutura multiconstituída e na qual cada constituinte tem uma influência nas propriedades mecânicas do material. O constituinte óbvio a considerar é a austenita, a qual tem um efeito benéfico em propriedades que estão prejudicadas nesse aço. Investigações anteriores indicaram que a presença de um alto conteúdo de silício em aços de baixa liga, transformados isotermicamente em região de temperatura bainítica, encoraja a retenção de uma grande quantidade de austenita enriquecida de carbono, em conjunto com ferrita bainítica superior livre de carbono, preferencialmente à formação de filmes de cementita entre ripas frágeis a qual leva a um efeito prejudicial de algumas propriedades. Portanto, é importante o estabelecimento de um programa de transformação isotérmica para otimização das propriedades mecânicas do aço 300M, porque a austenita retida pode variar com a temperatura de transformação e o tempo (Tomita; Okama, 1993). É conhecido também que em aços multifásicos, presença de mais de duas fases na microestrutura, a austenita retida pode se transformar em martensita mediante deformação plástica, conhecido como efeito TRIP. Essa propriedade faz com que o aço mantenha uma elevada taxa de encruamento, mesmo em altos níveis de deformação, conciliando assim características de resistência e conformabilidade. Este trabalho tem como objetivo principal analisar o efeito TRIP em um aço 300M, através de avaliação da fração volumétrica da austenita retida. O material utilizado neste trabalho foi fornecido ao Departamento de Materiais e Tecnologia, da Faculdade de Engenharia – Campus de Guaratinguetá, da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – FEG / UNESP, pelo Centro Tecnológico Aeronáutico/CTA, de São José dos Campos, e pode ser definido como um aço 300M, com alto teor de silício. A composição química do aço está representada na tabela 1.

Tabela 1 – Composição química do aço 300M.

C (%)	S (%)	P (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Al (%)	V (%)	Cu (%)
0,39	0,0005	0,009	1,78	0,76	0,76	1,69	0,40	0,003	0,08	0,14

O tratamento térmico dos corpos-de-prova foi realizado no CTA/IAE/AMR, em São José dos Campos. Para o tratamento térmico as amostras foram aquecidas até o campo austenítico a 900° C, em forno de atmosfera controlada Brasimet, por 20 min, e em seguida foram mantidas na temperatura de transformação isotérmica a 400°C, num forno de

banho de sal (GS540) Brasimet aquecido por resistências, e mantidas nessa temperatura por 30min. O tratamento está esquematizado na Figura 1.

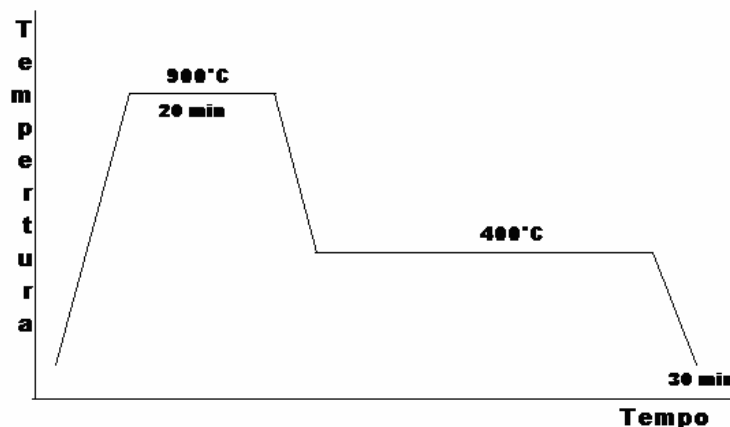


Figura 1 - Esquema to tratamento térmico aplicado aos corpos-de-prova.

Na análise metalográfica as amostras foram lixadas manualmente desde a lixa d'água #100 até a lixa d'água #1500 e em seguida foram polidas com OPS (solução coloidal) na politriz DP10, PANAMBRA, utilizando-se o disco apropriado para a solução OPS. Após o polimento as amostras foram submetidas aos procedimentos de revelação microestrutural. Foram realizadas duas técnicas para a revelação: ataque com reagente metabissulfito de sódio 10% e heat tinting. O ataque com metabissulfito de sódio consistiu em um pré-ataque com Nital 5% durante um tempo de imersão que oscilou entre 10 a 15 segundos, seguido do ataque com metabissulfito de sódio 10%, também por imersão, durante um tempo de 30 a 35 segundos. A técnica heat tinting consistiu em um pré-ataque com Nital 2% por 15 segundos, seguido de aquecimento em forno a 250°C por 2,5 horas, sem atmosfera protetora. As imagens das microestruturas foram capturadas no Laboratório de Análise de Imagens de Materiais (LAIMat), da UNESP Campus Guaratinguetá. Foram analisadas duas regiões nas amostras, nas condições sem deformação e com deformação plástica de 5%, selecionada do ensaio de tração. Para a microscopia óptica foi utilizado o microscópio Nikon Epiphot 200. Foi utilizado um aumento de 1000x na visualização das amostras visando obter imagens apropriadas para realização dos estudos. A técnica heat tinting faz com que os microconstituintes dos aços apareçam com cores diferentes: a austenita retida apresenta coloração rosa, a martensita apresenta coloração azul e a ferrita e a bainita apresentam a coloração bege (Pereloma, 2004). A seguir são ilustradas as micrografias obtidas (Figura 2).

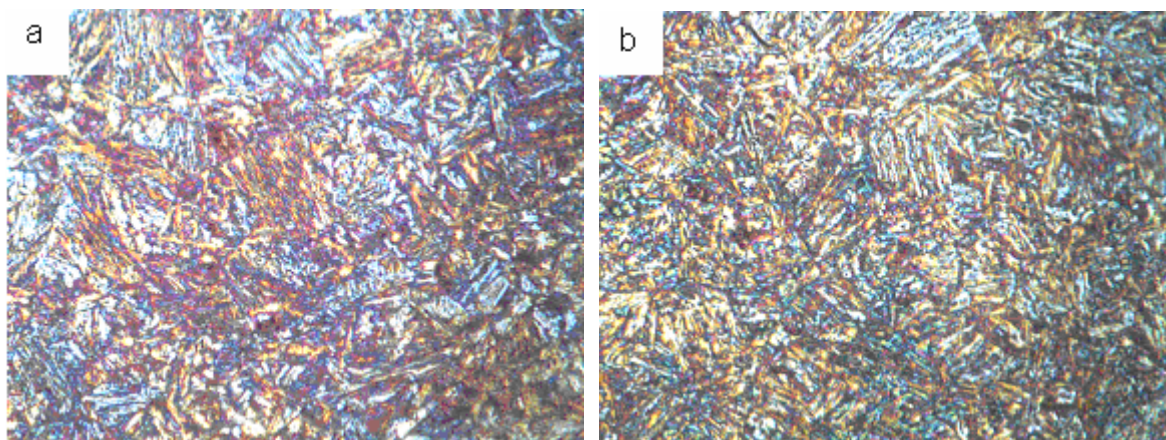


Figura 2 – Microscopia óptica do ataque heat tinting das amostras tratadas isotermicamente a 400°C por 30min em a) região deformada e b) região não deformada .

No aspecto morfológico, observa-se que a austenita retida, destacada pelo ataque, apresenta forma equiaxial e é identificada como austenita em bloco. As outras fases presentes aparecem com uma morfologia acicular, formando uma matriz na microestrutura. Os parâmetros empregados para realização da técnica heat tinting foram extraídos da literatura (Pereloma, 2004). Com a aplicação do heat tinting para as condições de material e processamento utilizados nesse trabalho, como composição química do aço e tratamento térmico empregado, foi possível a reprodução integral da técnica. Visando uma comparação com a técnica de heat tinting, foi empregado o ataque químico com o reagente metabissulfito de sódio. Com esse ataque a austenita retida é destacada na microestrutura em tonalidade branca, separando-a assim das demais fases. A análise quantitativa é feita através das imagens em preto e branco das micrografias obtidas. Abaixo são ilustradas as imagens obtidas das duas amostras (Figura 2).

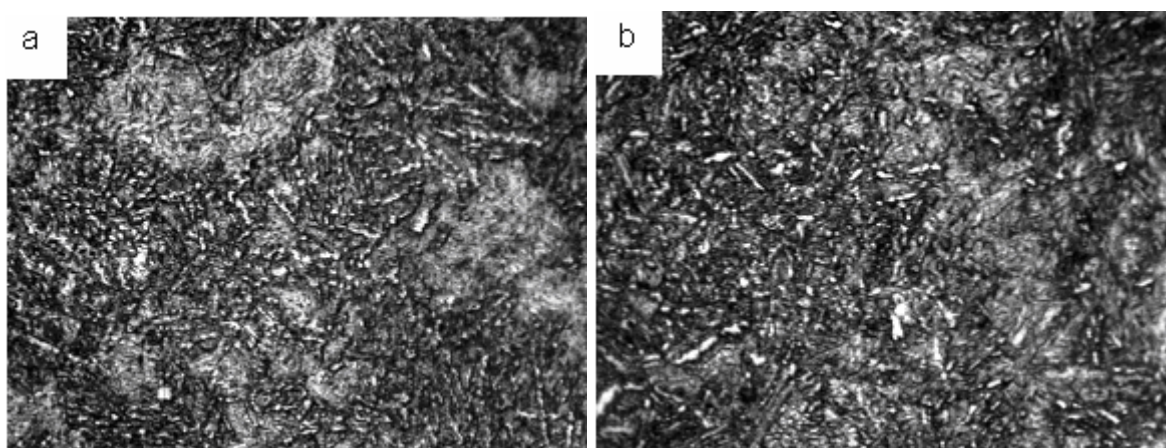


Figura 3 – Microscopia óptica do ataque metabissulfito de sódio das amostras tratadas isotermicamente a 400°C por 30min em a) região deformada e b) região não deformada.

A austenita destacada tem por características a forma equiaxial e a distribuição aleatória pela microestrutura, assim como foi visualizado com a técnica heat-tinting. Em seguida foi feita a análise quantitativa das micrografias, a fim de se quantificar a fração volumétrica de

austenita retida das micrografias obtidas e, conseqüentemente, estabelecer a relação entre a deformação plástica e a estabilidade mecânica da austenita retida (Tabela 2).

Tabela 2 - Fração volumétrica da austenita retida nas regiões com e sem deformação.

Tempo de permanência (min)	Metabissulfito de sódio		Heat Tinting	
	Austenita retida na área deformada (%)	Austenita retida na área sem deformação (%)	Austenita retida na área deformada (%)	Austenita retida na área sem deformação (%)
30	17,7 ± 1,4	21,2 ± 1,8	17,8 ± 1,3	21,4 ± 1,9

A primeira análise a ser feita é com respeito à estabilidade mecânica da austenita quando submetida a deformação plástica. Na tabela 2 observa-se que ocorre uma diminuição da fração volumétrica de austenita retida nas áreas com deformação, quando comparadas com as regiões não deformadas, de aproximadamente 3%. Este fato é justificado devido ao efeito TRIP, ou seja, a deformação plástica imposta às amostras fornece a energia necessária para que a austenita retida, metaestável a temperatura ambiente, se transforme em martensita. As duas técnicas empregadas para revelação da microestrutura, heat tinting e reagente metabissulfito de sódio, forneceram resultados esperados e através do contraste obtido entre as fases presentes, especialmente da austenita retida, possibilitou a análise do efeito TRIP através da mudança na fração volumétrica de austenita retida nas regiões com e sem deformação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pereloma, E.V., Timokhina, I.B., Hodgson, P.D., “Effect of Microstructure on the Stability of Retained Austenite in Transformation-Induced-Plasticity Steels” Metallurgical and Materials Transactions A, Volume 35A, August 2004, p. 2331.
- Tomita Y., Okawa T., “Effect of Microstructure on Mechanical Properties of Isothermally Bainite-Transformed 300M Steel” Materials Science and Engineering, A172, 1993, p. 145 - 151.
- Pereira, M., S., “Caracterização Microestrutural e Mecânica de um aço Multifásico, em Consonância com o Projeto Ulsab – AVC”, 138 p., 2004, Tese (Livre – Docência, Engenharia Mecânica), Faculdade de Engenharia – Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista.