

ESTUDO DA TRANSFORMAÇÃO DE FASE INDUZIDA POR DEFORMAÇÃO NO AÇO AISI 304

Thaís Marcial Luiz, thais.mluiz@gmail.com¹

Janaina Rosa de Lima, jana.llima@yahoo.com.br¹

Jordânio Samuel Siqueira, jordanosamuel@hotmail.com¹

Leonardo Gomes de Oliveira,¹

Vanda da Piedade Santos, vandasantos3000@yahoo.com¹

Reny Angela Renzetti, reny@unifei.edu.br¹

¹Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira, Rua Irmã Ivone Drumond 200, Distrito Industrial II, Itabira/MG.

Resumo: Alguns aços inoxidáveis austeníticos, ditos como metaestáveis, podem sofrer transformação de fase austenita-martensita, quando deformados a frio, sendo classificados como aços TRIP. Neste trabalho, foi estudada a influência da deformação plástica na transformação de fase do aço inoxidável austenítico AISI 304, correlacionando os microconstituintes obtidos e a dureza. Para tal, realizou-se ensaios de tração em seis amostras, com cargas de parada pré-estabelecidas entre 3,85 kN e 7,47 kN. A dureza e a identificação dos microconstituintes foram avaliadas por meio de ensaio de dureza Vickers e microscopia ótica, respectivamente. Análises de ferritoscopia foram realizadas no intuito de quantificar possível formação de microconstituintes magnéticos, a martensita. Observou-se uma formação gradativa de martensita à medida que o material foi sendo deformado, sendo obtido um aumento de 17% de fase martensítica na amostra com deformação superior a 50%. A formação dessa nova fase teve influência no aumento da resistência mecânica e alongação apresentado pelo material, confirmando assim sua característica TRIP.

Palavras-chave: Aço inoxidável austenítico, TRIP, Transformação martensítica, Ensaio de tração, Deformação plástica.

1. INTRODUÇÃO

O conceito de produção sustentável vem ganhando espaço em um mercado cada vez mais competitivo, a preocupação quanto aos danos ambientais e quanto ao consumo de energia inteligente ditam esta competitividade industrial. A indústria automobilística, por exemplo, vem buscando novos materiais que possam reduzir o peso dos componentes dos automóveis, diminuindo assim não só a quantidade de material utilizado, como também o peso final de suas estruturas, reduzindo o consumo de combustíveis e minimizando a emissão de gases que ocasionam o efeito estufa.

O uso de aços avançados de alta resistência são uma das principais respostas da siderurgia aos desafios impostos pelo mercado. O aço TRIP (“Transformation Induced Plasticity”), vem sendo estudado ao longo dos anos, e apresenta resultados satisfatórios para as exigências do mercado automobilístico. Este aço tem como característica a transformação de fase induzida por plasticidade, normalmente por deformação. Essa transformação confere ao material uma combinação de alta resistência e ductilidade. (Zackay *et al.*, 1967).

A transformação de fase traz consigo uma maior resistência mecânica causada pelo aumento na quantidade de martensita induzida por deformação que pode resultar em peças resistentes e de peso reduzido (Rocha e Oliveira, 2009). Porém, vale ressaltar que, o aumento da fração volumétrica de martensita gera tensões residuais que podem causar trincas no material quando este é submetido ao procedimento de embutimento profundo (Santos *et al.*, 2007).

As possíveis aplicações dos aços TRIP vêm despertando grandes interesses tecnológicos, visto que o aumento da trabalhabilidade (principalmente a frio) do material amplia as possibilidades de conformação do mesmo, podendo este ser conformado à grandes reduções de área. Para a indústria automotiva, isto possibilitou o projeto de carcaças mais leves, com maior resistência ao choque e maior liberdade de design. Bhattacharyya *et al.* (2011) explica que este fato é devido à alta ductilidade e capacidade de trabalho a frio apresentada pelos aços TRIP. Sugimoto e Mukherjee (2016) revêem técnicas de processamento dos aços TRIP e discutem a metalurgia das transformações envolvidas, objetivando a aplicação automotiva.

Dentre os aços de alta resistência o AISI 304 é um dos mais utilizados, devido à sua boa soldabilidade e excelente resistência mecânica, principalmente após trabalho a frio (Ishimaru *et al.*, 2015). Este material faz parte do grupo dos aços austeníticos de alta resistência, possuindo uma estrutura metaestável que o deixa susceptível à plasticidade induzida pela transformação (TRIP) a baixa temperatura. Isto lhe confere alta conformabilidade, podendo apresentar um alongamento superior a 50% quando submetido a uma tensão uniaxial.

Martínez *et al.* (2011) consideram AISI 304 como o aço inoxidável austenítico metaestável de referência para estudar o processo TRIP, visto a grande quantidade de publicações relacionadas ao mesmo.

O elemento de liga que dá ao aço AISI 304 a característica TRIP é o manganês, que estabiliza a austenita contribuindo assim para a grande fração volumétrica de austenita retida. Sverdlin *et al.*, (1997) explicam que para a adição de 1% em massa de manganês tem-se uma redução de 50°C na temperatura Ms. Baseado nisso Jaques *et al.* (1998), relatam sobre a utilização de manganês na fabricação de vários aços TRIP na ordem de 1,5 a 2,5% em massa.

O aço AISI 304 ao ser submetido à deformação plástica em temperaturas próximas ou inferiores a ambiente, segundo Maki (2012), sofre a transformação da austenita (CFC – paramagnética) em martensita ϵ (HC – paramagnética) e/ou martensita α' (CCC – ferromagnética). Em geral, a presença de martensita α' altera significativamente as propriedades mecânicas do aço inoxidável austenítico. A formação de martensita ϵ pouco afeta a conformabilidade e a resistência mecânica desses materiais, sendo, portanto, mais importante a utilização de técnicas que determinem a variação de martensita α' durante a deformação (Lischka, 2013).

Com relação das falhas de empilhamento, Talonen e Hanninen (2007) estudando a formação de bandas de cisalhamento e as fases martensita ϵ e α' induzidas por deformações em um aço AISI 304, concluíram que as dependências da composição, da temperatura e da taxa de deformação na transformação induzida por deformação sejam governadas principalmente pela variação na energia de defeito de empilhamento (EDE).

Pesquisadores, na busca de correlacionar as respostas microestruturais e mecânicas à deformação plástica, fazem uso de diversas técnicas tanto experimentais quanto numéricas. Martínez *et al.* (2011) provaram que a deformação plástica é o mecanismo dominante responsável pelo fenômeno de transformação neste aço. Para isto fizeram uso de testes de tração in situ, montando uma micromáquina de tração dentro de um microscópio eletrônico de varredura (MEV) e de um equipamento de difração de raios-X.

Mitra (2004) salienta quanto a importância da medição das propriedades magnéticas, onde sua variação é motivada pela transformação de fase e permitem determinar a vida útil restante de um componente. A transformação da martensita induzida por deformações no aço AISI 304 foi avaliada por Gilapa *et al.* (2015), em seus estudos os autores observaram por meio da magnetização de saturação e de microscopia eletrônica de transmissão (MET) que a martensita paramagnética “ ϵ ” são formados na interseção das bandas de cisalhamento ou deformações de maclas, podendo também ocorrer nos defeitos de empilhamentos gerados pela movimentação das discordâncias parciais de Shockley. No caso da fase magnética “ α' ”, os autores observaram sua nucleação na interseção das ripas da fase “ ϵ ”, nos contornos das maclas de deformação ou interseção de ambas as fases.

Como já citado em materiais susceptíveis à plasticidade induzida pela transformação, tem-se a transformação de uma estrutura paramagnética em parcelas paramagnética e/ou ferromagnética. Algumas técnicas de análise fazem uso desta propriedade intrínseca para explorar características relacionadas com a mesma. Eliezer (1979) recorre à ferritoscopia para mensurar a fração de martensita presente em um aço AISI 304. Vale ressaltar que esta é uma técnica normalmente utilizada para quantificação de ferrita. Porém devido à propriedade magnética da martensita α' , tal técnica se fez satisfatória e aplicável.

O presente artigo tem como objetivo determinar a quantidade de fase martensítica formada no aço AISI 304 quando este é submetido a diferentes escalas de carga de tração uniaxial por meio de ferritoscopia. Além da visualização da microestrutura dessa nova fase por microscopia óptica. Bem como avaliar a influência dessa nova fase nas propriedades mecânicas do material, a partir de ensaios de dureza Vickers.

2. MATERIAIS E PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material de estudo consiste em uma placa de 1 mm de espessura do aço inoxidável austenítico AISI 304, gentilmente cedida pela Aperam. Sua composição química é apresentada na Tab. (1).

Tabela 1. Composição química (% mássica) do aço AISI 304

Aço 304	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Al
	0,0258	1,0344	0,3184	0,0334	0,0024	18,1873	8,0136	0,0536	0,0042
	Cu	Co	V	Nb	Ti	Sn	W	N ₂ (ppm)	O ₂ (ppm)
	1,52	0,185	0,0442	0,0099	0,0022	0,0046	0,0197	270	22

Amostras foram retiradas da chapa, sendo cortadas segundo norma ASTM E-8M nas dimensões apresentadas na Fig. (1).

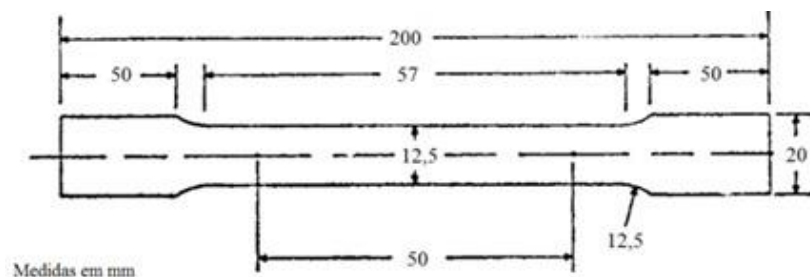


Figura 1. Dimensões, em mm, do corpo de prova

Em seguida, foram realizados ensaios até a ruptura do material com a finalidade de determinar o limite de escoamento e limite de resistência à tração do material. A partir dos valores encontrados e usando as Eq. (1) e (2), determinou-se as tensões de parada (TP) e as cargas de parada (CP), respectivamente, para os próximos ensaios a serem realizados. As porcentagens de 10%, 25%, 50%, 75% e 90% foram selecionadas para o cálculo das tensões de parada. Vale ressaltar que as porcentagens estão associadas ao intervalo entre o limite de escoamento (LE) e o limite de resistência à tração (LRT). Na Eq. (1) “X” é a porcentagem em decimais entre LE e LRT e na Eq. (2) “A” é a área inicial do corpo de prova.

$$TP = LE + ((LRT - LE) * X) \quad (1)$$

$$TP = \frac{CP}{A} \leftrightarrow CP = TP * A \quad (2)$$

Na Tab. (2) estão mostrados os valores de carga de parada calculados para cada corpo de prova, considerando os valores encontrados no ensaio para o LE igual a 268 MPa e o LRT igual a 577 MPa. Além disso é apresentado a deformação calculada pelo equipamento ao final do ensaio. O corpo de prova 6 foi tracionado até o início do empescoamento (> LRT). A carga de parada também está descrita na tabela. Os ensaios foram realizados utilizando a máquina universal de ensaios mecânicos EMIC DL 2000 com célula de carga de 200 kN, sendo todos os ensaios realizados com velocidade de deformação constante de 5 mm/min.

Tabela 2. Carga de parada dos corpos de prova

Corpo de prova	Porcentagem X	Carga de parada (kN)	Deformação (%)
1	0,10	3,85	1,13
2	0,25	4,45	3,55
3	0,50	5,45	9,97
4	0,75	6,44	15,86
5	0,90	7,04	28,36
6	>LRT	7,47	53,67

Após o ensaio de tração, foram realizadas 10 medidas de ferritoscopia em cada corpo de prova, buscando seu centro para evitar os erros devido ao efeito de borda. Nos resultados obtidos, aplicou-se o fator de correção para espessura da amostra (FC = 1,1) e obteve-se o teor de fase ferromagnética real utilizando a Eq. (3). O procedimento foi realizado igualmente nas seis amostras deformadas e também na amostra que não sofreu deformação.

$$Fe_w = Fe_m + FC \quad (3)$$

Onde, Fe_m é o teor da fase magnética medido pelo ferritoscópio, Fe_w é o teor de fase ferromagnética corrigido pelo fator de correção; e FC é o fator de correção.

Os corpos de provas foram cortados e preparados por meio de metalografia convencional. Logo após medidas de dureza Vickers foram realizadas nas amostras com carga de 0,3 kgf e tempo de aplicação de 10 s.

Para análise da microestrutura dos corpos de prova por meio de microscópio óptico, foi realizado o ataque químico por imersão em uma solução de 15 mL de HCl, 10 mL de álcool etílico e 5 mL de HNO_3 . O tempo de imersão variou entre 1 e 7 min de uma amostra para outra. A visualização dos contornos de grãos e fases foi feito com auxílio do microscópio óptico OPTON, sendo as imagens feitas com ampliações de 200x e 500x.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. (2) é apresentado a progressão da microestrutura do aço AISI 304, sendo possível observar a modificação dos grãos com o aumento da deformação. Da letra “a” até “d” na Fig. (2) é notável a presença de maclas, indicadas pela seta vermelha. Durante a deformação plástica, as maclas podem facilitar a deformação plástica devido à criação de novos sistemas de deslizamento na direção de deformação ou podem ter efeito contrário, pois ela subdivide o grão e o seu contorno dificulta a movimentação das discordâncias, o que leva ao endurecimento do material. Além disso, as maclas exercem um papel muito importante na transformação de fase, uma vez que os contornos de maclas são locais propícios para a nucleação de martensita α' (Gilapa, Oliveira e Silva, 2015).

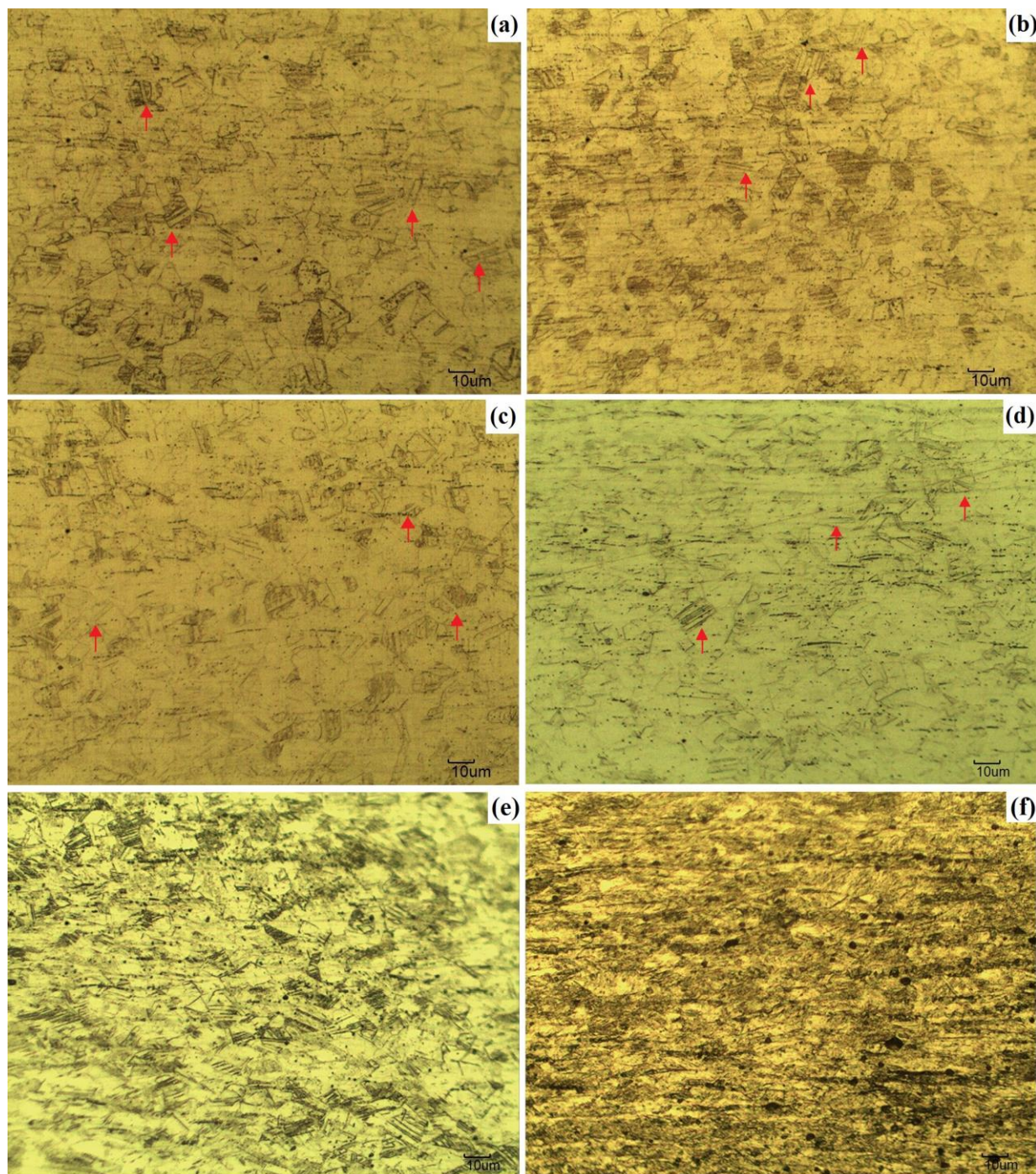


Figura 2. Microscopia óptica do aço AISI 304 com ampliação de 200x para as deformações de:
(a)1,13%, (b)3,55%, (c)9,97%, (d)15,86%, (e)28,36%, (f)53,67%.

A Fig. (3) mostra a variação da fase ferromagnética (%) em função da deformação equivalente (%) para o aço inoxidável austenítico AISI 304 obtida por meio do ferritoscópio. O sinal magnético apresentado equivale a presença da fase martensita α' , uma vez que a austenita e martensita ϵ são fases paramagnéticas e, portanto, não são detectadas por esse método. Deste modo, é possível observar que, a fração volumétrica da fase martensítica α' aumentou com o aumento de deformação, comprovando que houve a transformação de fase durante a deformação. Tal fato pode ser confirmado ao analisar as imagens de microscópio do corpo de prova 5, com 28,36% de deformação, no qual é nítido a presença da nova fase (Fig. (4)). Com base no trabalho de Smaga, Walther e Eifler (2008), essa nova fase é associada a martensita α' devido a sua morfologia de ripas e tons mais escuros que o apresentado pela fase austenita.

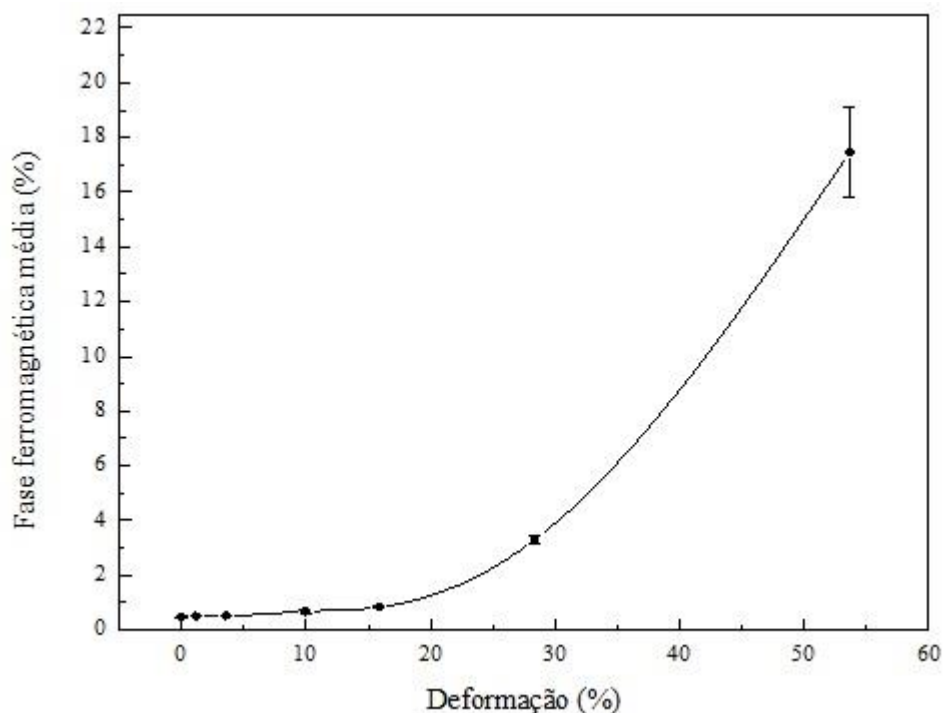


Figura 3. Gráfico Fase ferromagnética vs. Deformação

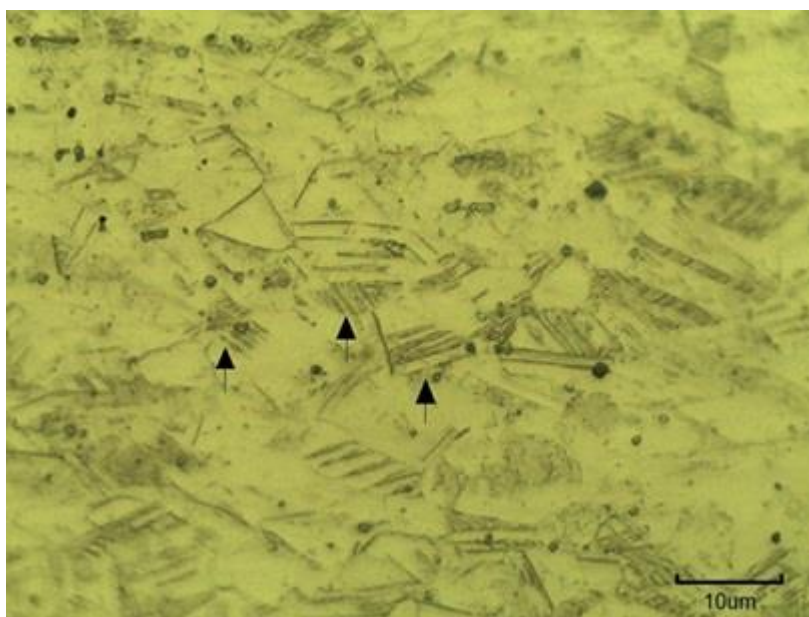


Figura 4. Microscopia óptica do corpo de prova 5 na ampliação de 500x. As setas indicam a martensita α'

O corpo de prova 0, sem deformação por tração uniaxial, apresentou uma pequena porcentagem de fase ferromagnética, como mostrado na Fig. (3). Além disso, ao analisar a imagem microscópica na Fig. (5), é possível observar algumas linhas de deformação (seta azul) e maclas de recozimento (seta vermelha). Tais heterogeneidades na microestrutura são providas do histórico de processamento da chapa original, mostrando que durante o processamento de um aço inoxidável austenítico metaestável pode ocorrer a transformação de fase austenita/martensita e, isto pode influenciar nas propriedades finais do material.

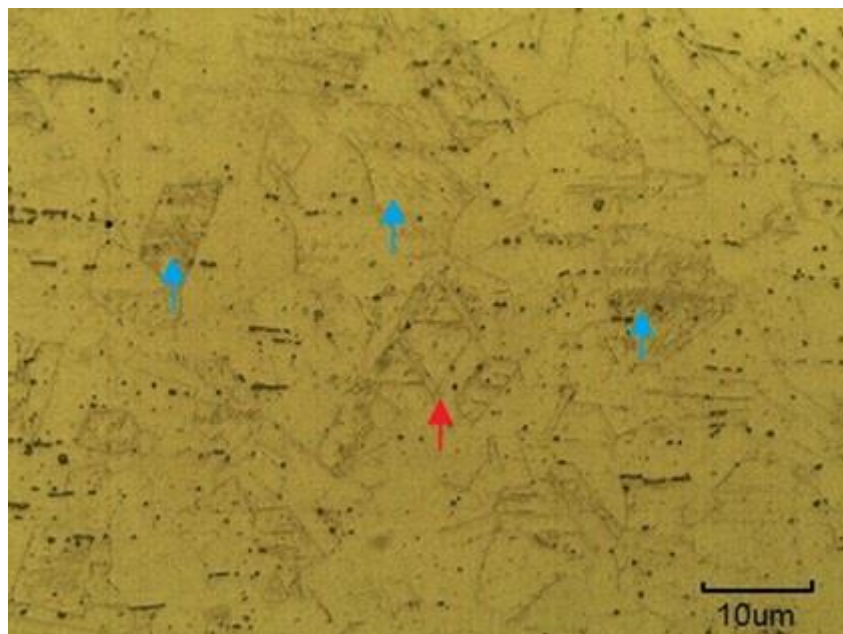


Figura 5. Microscopia óptica do aço AISI 304 sem deformação, como recebido, na ampliação de 500x. As setas azuis mostram as linhas de deformação e a vermelha as maclas de recozimento

Com base nos valores encontrados no ensaio de dureza confeccionou-se o gráfico Dureza vs. Deformação mostrado na Fig. (6). Como pode ser observado, à medida que o material foi sendo deformado houve um aumento da sua resistência mecânica, assim como teve um aumento da quantidade de martensita formada. Tais fatos estão ligados, uma vez que o aço AISI 304 é considerado um aço de baixa EDE ($\sim 20 \text{ mJ/m}^2$) e, portanto, quando deformado as discordâncias presentes na sua microestrutura possuem baixa mobilidade. Com isso, eles possuem maior densidade de discordância, maior energia armazenada na deformação, maior uniformidade no arranjo das discordâncias e maior propensão na transformação de fase, sendo esperado para esses materiais uma microestrutura com distribuição de discordâncias planar e martensita induzida por deformação.

Deste modo, o encruamento apresentado pelo aço AISI 304 pode ser explicado por dois mecanismos principais: a movimentação das discordâncias e a formação da martensita. Inicialmente o endurecimento desse material é explicado pela movimentação das discordâncias e à medida que a deformação vai aumentando (devido à energia armazenada na rede cristalina na forma de acúmulo de discordâncias; bandas de deformação e maclas), ocorre uma maior formação de martensita α' e consequentemente a dureza vai aumentando (Antunes e Antunes, 2007).

Outro motivo da alta resistência apresentada pelos aços que sofrem transformação martensítica por deformação é a subestrutura da martensita formada. No caso da martensita na forma de ripas, a subestrutura é composta por alta densidade de discordâncias, conferindo maior encruamento para o aço.

De modo geral, o encruamento por deformação quando aliado a transformação de fase, leva ao aumento da resistência mecânica dos aços inoxidáveis austeníticos metaestáveis, como o aço AISI 304. Isto ocorre porque a microestrutura austenítica que confere ao material boa ductilidade sofre reforço pela fase martensítica que é uma fase mais resistente que a austenita. Tal reforço da fase martensítica da microestrutura também tem grande influência no efeito TRIP apresentado pelos aços inoxidáveis austeníticos metaestáveis, pois com a formação da martensita o local onde ocorreria a estricção apresenta um maior endurecimento e com isso, a deformação se desloca para outras partes do material que apresentam resistência mais baixa (microestrutura austenítica), o que justifica a grande elongação apresentada por esses aços.

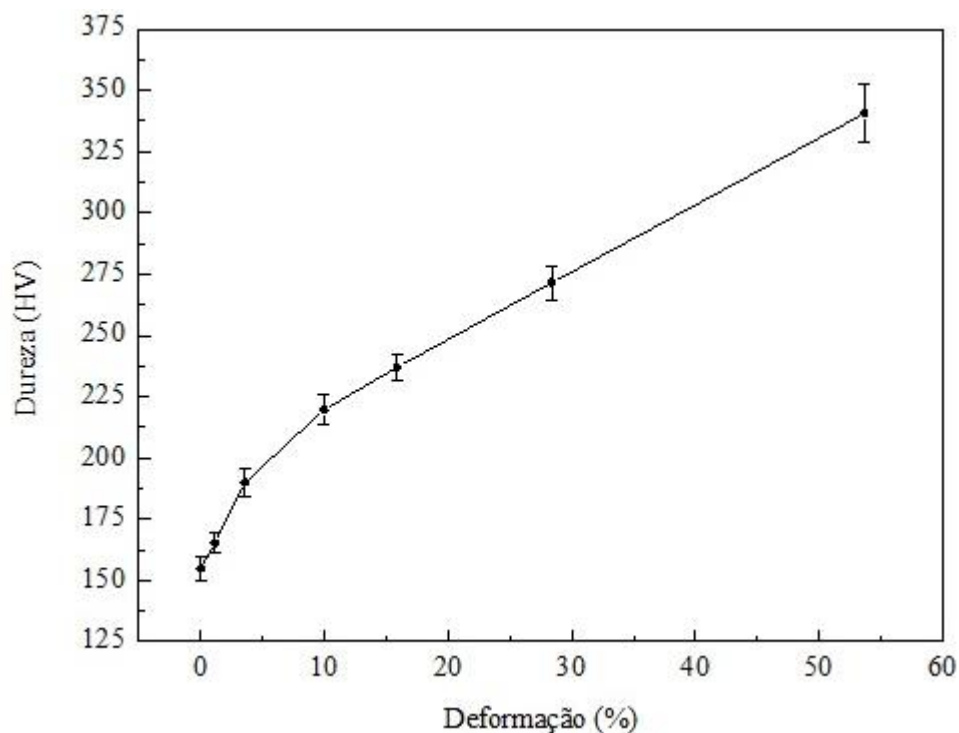


Figura 6. Gráfico Dureza vs. Deformação

4. CONCLUSÃO

O material apresentou uma maior quantidade de fase ferromagnética (martensita α') com o aumento da deformação, sendo comprovado por meio da técnica de ferritoscopia que se mostrou aplicável na quantificação da martensita α' . Além disso, a transformação de fase foi comprovada pelas imagens obtidas por microscopia óptica, sendo visualizado nas imagens do corpo de prova 5 uma fase de morfologia de ripas compatível à fase martensítica apresentada na literatura.

O teste de dureza revelou uma melhora na resistência mecânica do AISI 304 com o aumento da deformação, sendo justificado pela presença da fase martensítica em conjunto com o endurecimento por restrição da movimentação das discordâncias. A contribuição da fase martensítica se dá por essa fase ser mais resistente que a microestrutura austenítica e também pelos seus contornos impedirem a movimentação das discordâncias. Além disso, a microestrutura em ripas contribui para este aumento de dureza, uma vez que possui subestrutura composta por alta densidade de discordâncias.

Por fim, a presença da fase martensítica confirma o efeito TRIP apresentado pelos aços inoxidáveis austeníticos metaestáveis. Isso porque o local onde ocorre a formação da martensita apresenta um maior endurecimento e, assim, a deformação se desloca para outras partes que apresentam resistência mais baixa (microestrutura austenítica), o que resulta em uma maior elongação do material.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Aperam pela doação das chapas do aço inoxidável austenítico AISI 304.

6. REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Augusto Eduardo Baptista; ANTUNES, Lidia Mikiko Doi. Comportamento plástico do aço inoxidável austenítico em baixa temperatura. Rev. Esc. Minas vol.60 no.1 Ouro Preto Jan./Mar. 2007.
- BHATTACHARYYA, Tanmay; SINGH, Shiv Brat; DAS, Sourav; HALDAR, Arunansu; BHATTACHARJEE, Debashish. Development and characterisation of C-Mn-Al-Si-Nb TRIP aided steel. Materials Science and Engineering: A Volume 528, Issue 6, 15 March 2011, Pages 2394–2400.
- ELIEZER, D.; CHAKRAPANI, D.G.; ALTSTETTER, C.J.; PUGH, E.N. The influence of austenite stability on the hydrogen embrittlement and stress-corrosion cracking of stainless steel, 1979. *Metallurgical Transactions A*, 10 (7), pp. 935-941.

- GILAPA, Leonidas Cayo Mamani; OLIVEIRA, Carlos Augusto Silva de; SILVA, Manoel Ribeiro da. Effect of copper on the formation of strain-induced martensite in two austenitic stainless steels AISI 304. *Materials Science and Engineering: A* Volume 622, 12 January 2015, Pages 212–218.
- ISHIMARU, E., HAMASAKI, H., YOSHIDA, F. Deformation-induced martensitic transformation behavior of type 304 stainless steel sheet in draw-bending process, 2015. *ELSEVIER- Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 223, pp. 34-38.
- JACQUES, P.; CORNET, X.; HARLETT, P.H.; LADRIÈRE, J.; DELANNAY, F; Enhancement of the Mechanical Properties of a Low-Carbon, Low-silicon Steel by the Formation of a Multiphase Microstructure Containing Retained Austenite, *Met Trans A*, V29A, 1998, P.2383-2393.
- LISCHKA, Fernanda Torrens, OLIVEIRA, Carlos Augusto Silva de. Avaliação, através de medidas magnéticas, do efeito da deformação na fração volumétrica de martensita α' em um aço inoxidável austenítico, 2013. 7th COBEF – Brazilian Congresso on Manufacturing Engineering.
- MARTÍNEZ, J.A. Rodríguez; PESCI, R.; RUSINEK, A.. Experimental study on the martensitic transformation in AISI 304 steel sheets subjected to tension under wide ranges of strain rate at room temperature. *Scripta Materialia* Volume 113, 1 March 2016, Pages 6–9.
- MAKI, T. Phase Transformation in Steels, vol. 2, WP, Cambridge (2012).
- MITRA, Amitava; SRIVASTAVA, P. K.; DE, P. K.; BHATTACHARYA, D. K.; JILES, D. C. Ferromagnetic Properties of Deformation-Induced Martensite Transformation in AISI 304 Stainless Steel, 2004. *Metallurgical and Materials Transactions A*, Vol. 35A, pp. 599-605.
- PETIT, B.; GEY, N. Gey; CHERKAoui, M.; BOLLE, B.; HUMBERT, M. Deformation behavior and microstructure/texture evolution of an annealed 304 AISI stainless steel sheet. *Experimental and micromechanical modeling. International Journal of Plasticity* Volume 23, Issue 2, February 2007, Pages 323–341
- ROCHA, Marcio Roberto da; Oliveira, Carlos Augusto Silva de. Evaluation of the martensitic transformations in austenitic stainless steels, 2009. *ELSEVIER- Materials Science and Engineering A*, Vol. 517, pp. 281-285.
- SANTOS, Marta Ribeiro dos; ALVES, Hélio José Batista; LOPES, Robson Guimarães; GONZALEZ, Berenice Mendonça. Deformation-induced martensitic characteristics in 304 stainless steel during deep drawing. 19th International Congress of Mechanical Engineering Copyright © 2007 by ABCM November 5-9, 2007, Brasília, DF.
- SMAGA, M., WALTHER, F., EIFLER, D, 2008, "Deformation-induced martensitic transformation in metastable austenitic steels, *Materials Science & Engineering*, Vol. 483, pp. 394-397.
- SUGIMOTO, K.; MUKHERJEE, M. 8 - TRIP aided and complex phase steels. *Automotive Steels Design, Metallurgy, Processing and Applications* 2017, Pages 217–257.
- SVERDLIN, A. V.; NESS, A. R.; The Effects of Alloying Elements on the Heat Treatment of Steel," *Steel Heat Treatment Handbook*, New York, 1997, P.45-91.
- TALONEN, J.; HÄNNINEN, H. Formation of shear bands and strain-induced martensite during plastic deformation of metastable austenitic stainless steels. *Acta Materialia* 55 (2007) 6108–6118.
- ZACKAY, V. F. PARKER, E. R. FAHR, D. and BUSCH, R. The enhancement of ductility in High-Strength Steels. *American Society for Metals*, v. 60, p. 252-259, 1967.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores Thaís Marcial Luiz, Janaina Rosa de Lima, Jordânio Samuel Siqueira, Leonardo Gomes de Oliveira, Vanda da Piedade Santos e Reny Angela Renzetti são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

STUDY OF PHASE TRANSFORMATION INDUCED BY DEFORMATION IN AISI 304 STEEL

Luiz, Thaís Marcial; thais.mluiz@gmail.com²
Lima, Janaina Rosa de; jana.lliba@yahoo.com.br²
Siqueira, Jordânio Samuel; jordaniosamuel@hotmail.com²
Oliveira, Leonardo Gomes de; LeoGol@gmail.com²
Santos, Vanda da Piedade; vandasantos3000@yahoo.com²
Renzetti, Reny Angela; reny@unifei.edu.br²

²UNIFEI – University Federal of Itajubá, Itabira Campus – Irmã Ivone Drumond 200 Street, Industrial District II, Itabira/MG – Brazil.

Abstract: Some austenitic stainless steels, referred to as metastable, can undergo transformation of austenite-martensite phase, when deformed in the cold, being classified as TRIP steels. In this work, the influence of the plastic deformation on the phase transformation in the austenitic stainless steel AISI 304, correlating the obtained microconstituents and the hardness was studied. For this, tensile tests were carried out on six samples, with pre-

established stop loads between 3.85 kN and 7.47 kN. The hardness and the identification of the microconstituents were evaluated by Vickers hardness test and optical microscopy, respectively. Ferroscope analyzes were performed in order to quantify possible formation of magnetic microconstituents, martensite. A graded formation of martensite was observed as the material was deformed, with a 17% increase in martensitic phase in the sample with a strain greater than 50%. The formation of this new phase had influence in the increase of the mechanical resistance and stretching presented by the material, thus confirming its TRIP characteristic.

Keywords: Austenitic Stainless Steel, TRIP, Martensitic Transformation, Traction Test, Plastic Deformation.