

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE TAMANHOS DE GRÃOS EM AÇOS MICROLIGADOS

VICTOR G. M. RIBEIRO¹, GUILHERME R. MECELIS², CLEITON L. F. DE ASSIS³

¹ Técnico em Mecânica, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Votuporanga, victor_gmr@hotmail.com.

² Docente do Curso Técnico em Mecânica, Co Orientador, IFSP, Câmpus Votuporanga, guilherme.mecelis@ifsp.edu.br

³ Docente do Curso Técnico em Mecânica, Orientador, IFSP, Câmpus Votuporanga, fazolocla@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.03.04.01-6 Estrutura dos Metais e Ligas

Apresentado no
8º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP
06 a 09 de novembro de 2017 - Cubatão-SP, Brasil

RESUMO: Aços em geral têm suas características mecânicas influenciadas diretamente por sua microestrutura. Nesse sentido, a presença de diferentes fases, tamanho de grão e elementos de liga representam significativa influência. Aços microligados tendem a ter uma microestrutura mais refinada, e o tamanho de grão influencia diretamente as propriedades mecânicas. Sendo assim, este trabalho visou o estudo de técnicas de medição de tamanho médio de grão em chapas de aço microligados. Dois métodos foram selecionados para a medição de tamanho médio de grão: a técnica manual e uma técnica automatizadas por software. A partir dessa comparação, foi possível estimar a proximidade entre os dois métodos e avaliar a viabilidade de utilização do método automatizado. Os métodos apresentaram resultados estatisticamente próximos o suficiente para que ambos tenham suas aplicações justificadas. O método automatizado por software forneceu maior variedade de dados além do tamanho médio de grão.

PALAVRAS-CHAVE: Aço microligado; Tamanho de grão; Método de medição.

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN GRAIN SIZE MEASUREMENT METHODS IN MICROALLOYED STEEL

ABSTRACT: In general, steels have their characteristics influenced directly by their microstructure. In this sense, a presence of different phases, grain size and alloy elements represent significant influence. Microalloyed steels tend to have a refined microstructure, and the grain size directly influences the mechanical properties. Thus, this work aimed the study of techniques of measurement of medium grain size in microalloyed steel plates. Two methods were selected for a mean grain size measurement: a technical manual and a software-automated technique. From this comparison, it was possible to estimate the proximity between the two methods and to evaluate the viability of using the automated method. The methods presented results statistically close enough so that both have their applications justified. The software-automated method provided greater variety of data than the average grain size.

KEYWORDS: Microalloyed Steel; Grain size; Measurement method.

INTRODUÇÃO

A produção anual de aços fecha em 2015 com 1,62 bilhão de toneladas, cerca de 70% é destinada aos aços de baixo carbono, e estima-se que em 2016 haja um aumento de até 5%. A crescente deste mercado faz com que a cada ano cientistas e pesquisadores busquem soluções químicas e mecânicas visando aumentar a produção e a economia de material sem a perda de suas propriedades mecânicas (Baker, 2016).

Para que as análises qualitativas de um material presente em qualquer componente possam ser feitas, foram criados métodos de avaliação do tamanho médio do grão ferrítico através da norma

ASTM E112. Esse tamanho é diretamente relacionado ao limite de escoamento do material, como estabeleceram Hall (1951) e Petch (1953), e é a característica que mais influencia as propriedades mecânicas (Lasalmonie, 1986). Além disso, os microligantes afetam diretamente as propriedades mecânicas dos aços, agindo como refinador de grão e aumentando a resistência mecânica (Halifa, 2014).

Neste trabalho foram selecionados dois métodos de medição do tamanho médio de grão, e foi realizada uma comparação entre as duas técnicas. Foram considerados um método manual e um método automatizado por software. Este trabalho desenvolveu a comparação entre os métodos de medição em aços microligados e analisou as vantagens de cada método.

MATERIAIS E MÉTODOS

Três aços microligados comerciais, fabricados por laminação controlada em tiras a quente foram selecionados para este estudo. As respectivas composições químicas são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Composição química dos aços utilizados.

Aço	C	Mn	Si	P	S	Al	Nb	Ti	V
USI-1	0,09	0,91	0,3	0,023	0,007	0,052	0,021	0,074	0,004
USI-3	0,09	0,66		0,018	0,005	0,032	0,025	-	-
COS-2	0,11	1,54	0,28	0,026	0,007	0,013	0,041	0,105	0,008

Foram tomadas amostras de três seções adotadas para este estudo: Longitudinal, Normal e Transversal (L, N e T); como ilustrado na Figura 1. Cada amostra foi preparada sendo embutida em baquelite, a seguir lixada e polida e ao final recebeu ataque com Nital 2% (Figura 1).

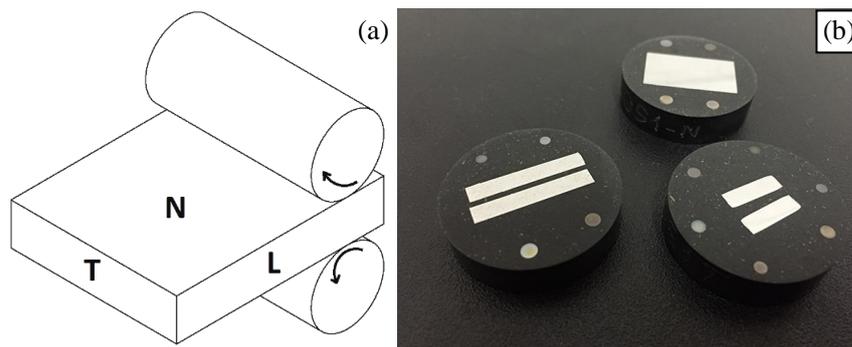


Figura 1. (a) Direções adotadas no estudo, e (b) amostras das três seções de um dos aços.

Após preparação metalográfica, foram feitas análises em microscópio eletrônico de varredura, com aumento de 7000x. As imagens foram então utilizadas de duas formas. Para medição manual utilizando a norma E112, linhas de grade foram adicionadas no software ImageJ, e foi realizada a contagem dos interceptos, como mostrado na Figura 2, com respectivo cálculo do tamanho médio de grão seguindo as instruções presentes na norma citada.

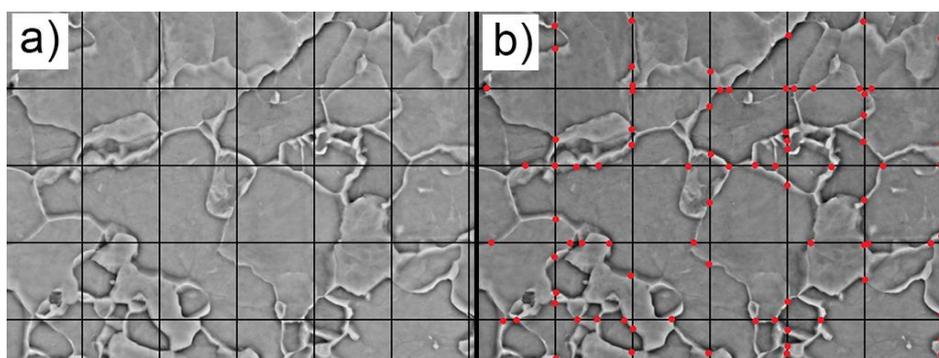


Figura 2 – Micrografia com as grades antes (a) e após (b) a contagem de interceptos.

Para medição automatizada do tamanho de grão foi utilizado também o software ImageJ, utilizando a função análise de partículas, que mede automaticamente a área de cada grão.

Uma vez obtidos os dados, estes foram comparados para atestar se o método automatizado se relaciona consistentemente com a norma de medição de grão ASTM E112.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão representadas as medidas finais dos diâmetros médios dos grãos obtidas pelos métodos automatizado e manual, bem como a apresentação do desvio estatístico entre as técnicas.

Tabela 2 – Tamanhos de grãos médios e desvios entre os métodos de medição.

	COS 2			USI 1			USI 3		
	L	N	T	L	N	T	L	N	T
Manual	3,71	3,47	3,2	2,63	2,96	2,78	4,31	3,66	3,74
Automatizado	3,22	3,47	3,06	2,87	2,98	2,65	3,94	3,36	3,78
Desvio	13%	0%	4%	-9%	-1%	5%	9%	8%	-1%

Como vista nos dados, a diferença entre os métodos varia entre 0 e 13% para mais ou menos. Essa variação surge pelas características do método manual, uma vez que este é apenas uma estimativa, e que por ser um processo manual direto, está sujeito a mais erros de interpretação e manuseio. O método automatizado avalia o tamanho grão a grão, estabelecendo uma base estatística de dados bastante superior ao método manual.

Essa diferença percentual é convencional, o que torna a estimativa do método manual coerente para estudos de microestruturas, mas para estudos mais exigentes, que demandam de maior exatidão e dados mais descritivos, além do uso de número considerável de imagens, a utilização da medição automatizada torna-se mais interessante, tanto pela qualidade dos resultados, quanto pela quantidade de dados qualitativos que este disponibiliza, tornando possível analisar também a população de grãos maiores e menores, e não somente o tamanho médio.

CONCLUSÕES

Os métodos apresentaram resultados próximos o suficiente para que ambos tenham suas aplicações justificadas. O método automatizado por software apresentou como diferencial, maior quantidade de dados sobre a microestrutura do material, além do tamanho médio de grão.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de São Paulo, pela bolsa de iniciação científica cedida ao aluno, à UNESP de Ilha Solteira por disponibilizar seus laboratórios em parceria para a pesquisa, e ao Núcleo de Pesquisa e Ensino em Microfabricação (NUPEM) por todo suporte técnico e infraestrutura.

REFERÊNCIAS

- BAKER, T.N., *Microalloyed Steels. Ironmaking & Steelmaking*, v.43, p.264-307, 2016.
- DIÓGENES, A. N.; HOFF, E. A.; FERNANDES, C. P. Grain size measurement by image analysis: An application in the ceramic and in the metallic industries. In: *International Congress of Mechanical Engineering*, 18, 2005, Ouro Preto.
- HALFA, H. Recent Trends in Producing Ultrafine Grained Steels. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, v. 2, p. 428-469, 2014.
- HALL, E.O., The Deformation and Ageing of Mild Steel: III Discussion of Results. *Proceedings of the Physical Society. Section B, Volume 64, Number 9*, 1951.
- PETCH, N.J., The Cleavage Strength of Polycrystals. *The Journal of the Iron and Steel Institute*, vol. 174, pp. 25–28, 1953.
- LASALMONIE, A.; STRUDEL, J. L. Influence of grain size on the mechanical behaviour of some high strength materials. *Journal of Materials Science*, v. 21, p. 1837-1852, 1986.