



SEGMENTAÇÃO DE INSTÂNCIAS E CORRELAÇÃO ENTRE ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E PERDA DE MASSA DE FERROS FUNDIDOS ALTO CROMO

Alice Gabriele Henriques Campos⁽¹⁾, Pedro Henrique Rodrigues Meireles⁽²⁾, Antônio Júlio Henriques Campos⁽³⁾, Pedro Augusto Ramos⁽⁴⁾, Ismael Nogueira Rabelo de Melo⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Bolsista CNPq - Técnico em Mecânica - Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) - Campus Betim

⁽²⁾ Bolsista CNPq - Técnico em Automação - Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) - Campus Betim

⁽³⁾ Discente Técnico em Mecânica - Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) - Campus Betim

⁽⁴⁾ Pedro Augusto Ramos - Professor colaborador - IFMG - Campus Ibirité

⁽⁵⁾ Ismael Nogueira Rabelo de Melo - Professor orientador - IFMG - Campus Betim

RESUMO

Os ferros fundidos alto cromo (FFAC) são utilizados em ambientes abrasivos severos, onde altos desempenhos são requeridos, como por exemplo no setor mineral e cimentício. Pequenos ganhos de desempenho podem resultar em ganhos econômicos significativos para estes setores. Atributos morfológicos, ou seja, fatores de forma dos microconstituintes, influenciam na resistência ao desgaste dos materiais resistentes a abrasão e o presente estudo, gerou e segmentou centenas de imagens por microscopia óptica para extração de fatores morfológicos e os correlacionou com perda de massa e dureza de FFAC com diferentes teores de carbono. Resultados prévios indicam forte correlação da superfície específica e circularidade dos carbonetos de cromo com a perda de massa por abrasão.

Palavras-chave: Segmentação. Ferro Fundido Alto Cromo. Correlação de Pearson.

1 INTRODUÇÃO

Nos FFAC a morfologia e quantidade de carbonetos M_7C_3 envoltos em matriz austeníticas ou martensítica exercem papéis importantes na resistência à abrasão. Há grandes divergências na literatura sobre influência de parâmetros morfológicos no desempenho ao desgaste abrasivo dos ferros fundidos brancos, devido à grande complexidade microestrutural, grande número de variáveis de um tribosistema e limitações de aplicação de técnicas adequadas de segmentação de imagens para coleta de dados estatisticamente representativos.

A amostragem é uma consideração importante, e nos FFAC, em uma mesma amostra, tem-se grandes variações de fração volumétrica de carbonetos e morfologia dos carbonetos em diferentes regiões. Por este motivo, mapeamentos com quantidades relevantes para obtenção de amostragem estatisticamente significativa se tornam necessários, e são possíveis devido ao grande volume de dados, apenas pela criação de rotinas de processamento e análise digital de imagens. A Análise Digital de Imagens (ADI) consiste na extração e tratamento de dados quantitativos de imagens digitais. Através de ADI pode-se realizar medições mais rápidas, precisas e acuradas, possibilitando ainda a realização de medidas impossíveis de se executar manualmente (GOMES, 2001).

A segmentação, umas das etapas da ADI, visa reproduzir digitalmente a tarefa de reconhecer regiões de uma imagem como objetos, um processo cognitivo extremamente sofisticado realizado pela visão humana. A segmentação divide a imagem em regiões e distingue essas regiões como objetos independentes uns dos outros e do fundo (Figura 01). No caso mais simples de diferenciar objetos de um fundo, a segmentação tem como produto uma imagem binária (Figura 01-b), onde os pixels pretos representam o fundo e as regiões de pixels brancos contíguos são considerados objetos, ou vice-versa (GOMES, 2001).

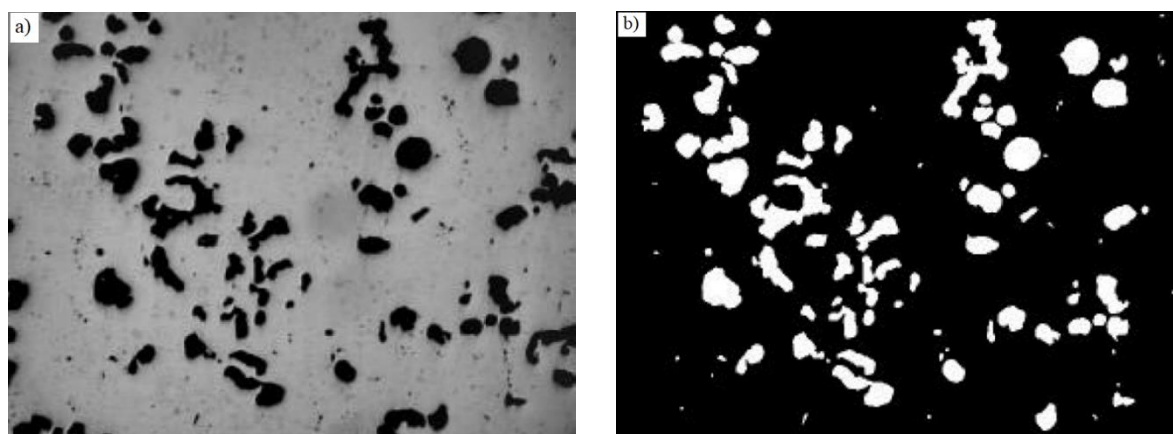


Figura 01 – Exemplo de segmentação de imagem: (a) Antes da segmentação; (b) Imagem segmentada. Fonte: O Próprio autor.

2 METODOLOGIA

Para este trabalho foram previamente fundidas 5 ligas nas dimensões de 75x25x12,7mm, tais ligas baseadas na ASTM A 532 CLASSE III tipo A, variando-se o teor de carbono e consequentemente, fração volumétrica e morfologias dos microconstituintes.

Tabela 1 – Composição química ligas

Liga	Cromo	Carbono	Nióbio	Manganês	Silício	Níquel	Molibdênio	Cobre	Fósforo
2.6C-Cr	25,168	2,565	0,542	1,101	0,459	0,553	ND	0,032	0,028
2.7C-Cr	24,919	2,723	0,52	1,075	0,462	0,497	ND	0,031	0,024
3.1C-Cr	25,368	3,094	0,53	1,125	0,471	0,535	ND	0,031	0,025
3.3C-Cr	25,453	3,36	0,539	1,135	0,475	0,537	ND	0,031	0,023
3.8C-Cr*	24,867	3,821	0,542	1,197	0,488	0,531	ND	0,032	0,02

Fonte: O próprio autor.

Para a preparação metalográfica foram cortadas nas dimensões de 30x20x10 mm três amostras de cada tipo de liga totalizando 15 exemplares (figura 01), utilizando-se uma cortadora metalográfica Teclago, modelo CM 80 VV, e um disco de corte para durezas superiores a 55 HRC e fluido de corte. Essas amostras foram embutidas a frio com 10ml da Resina Poliéster de Alta Viscosidade Cristal - Arazyn 25100 T-09 e catalisador.

Após o embutimento as amostras foram lixadas e polidas utilizando uma politriz lixadeira metalográfica - Marca Fortel - Modelo PLF, passando por lixas 180, 400, 600, 800 e 1000, em seguida polidas com Alumina em Suspensão 1,0 μ - N°4, e enfim foram atacadas com tempos de ataque de 20 segundos com reativo Vilella (1g de ácido pícrico + 5mL de ácido clorídrico + 100mL de álcool etílico P.A.).

Para análise microestrutural do FFAC, foram feitas microscopias ópticas em um Microscópio Metalográfico Invertido IM100i Fortel localizado no IFMG Campus Betim. A segmentação das imagens foi feita utilizando o software Fiji ImageJ com o plugin Trainable Weka Segmentation (ARGANDA-CARRERAS et al., 2017) utilizando o algoritmo de classificação Fast Random Forest já integrado ao programa. A concatenação e análise dos dados foram feitas no VSCode em Python.

3 RESULTADOS PARCIAIS

Os resultados obtidos pela segmentação com o Trainable Weka Segmentation foram satisfatórios e na Figura 02 é possível observar uma imagem gerada de uma amostra de cada liga.

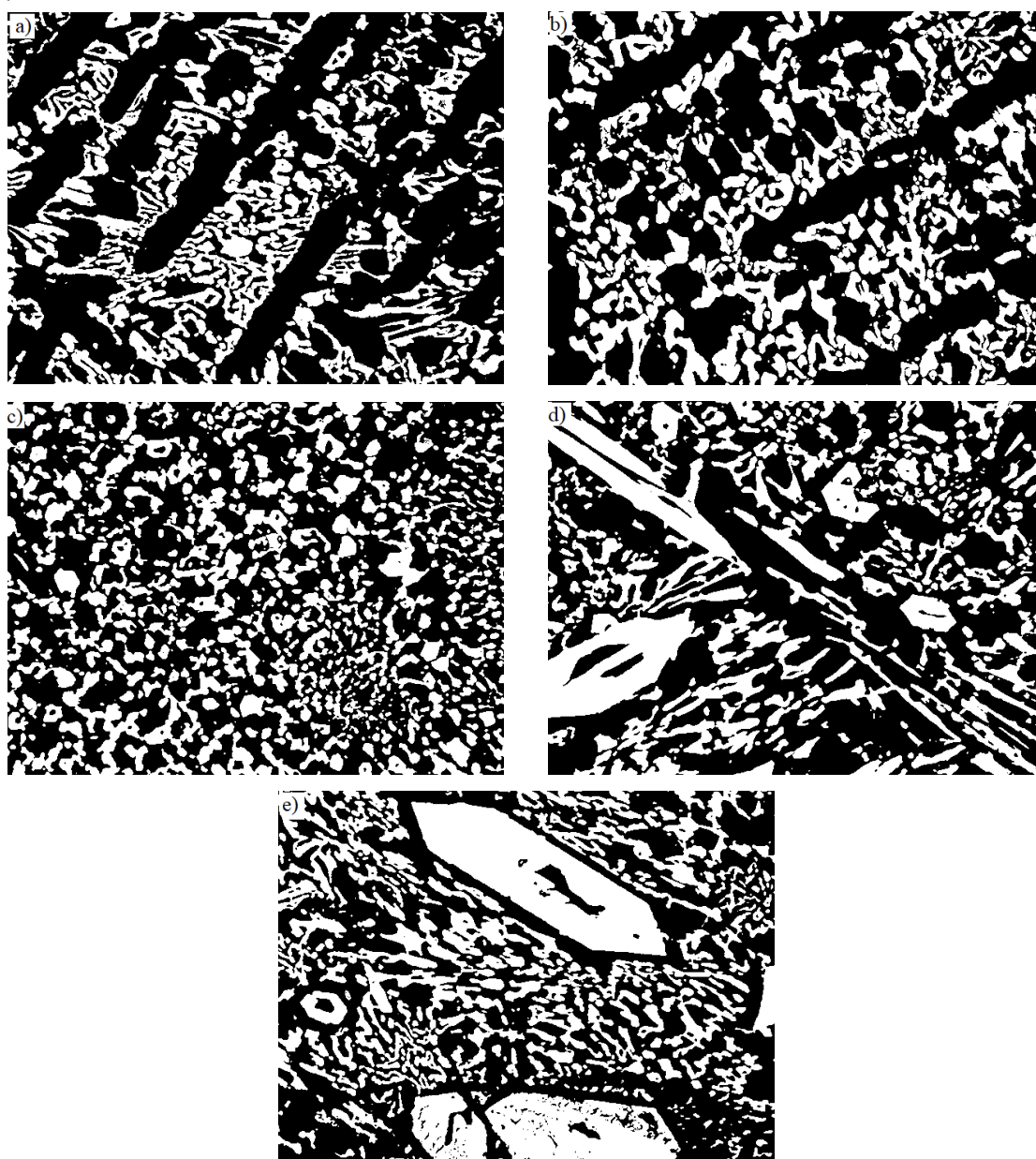


Figura 02 – Imagens segmentadas: (a) Liga 1 – 2,6%C; (b) Liga 2 – 2,7%C; (c) Liga 3 – 3,1%C; (d) Liga 4 – 3,3%C; (e) Liga 5 – 3,8%C. Fonte: O Próprio autor.

Na Figura 03 é mostrado um mapa de calor com as correlações entre as variáveis analisadas e as perdas de massa obtidas em ensaio de abrasão. A análise prévia das correlações comparado os resultados por liga, sugerem correlação direta entre a perda de massa a circularidade médias das partículas com uma correlação de Pearson de 0,69 e inversa com a orientação preferencial dos carbonetos, indicados pelos parâmetros Angle e Feret Angle com 0,76 e 0,62, respectivamente. Os dados estão sendo tratados com Análise de componentes principais (PCA) para tratativa das demais variáveis, as quais não serão objetivo de discussão do presente trabalho.

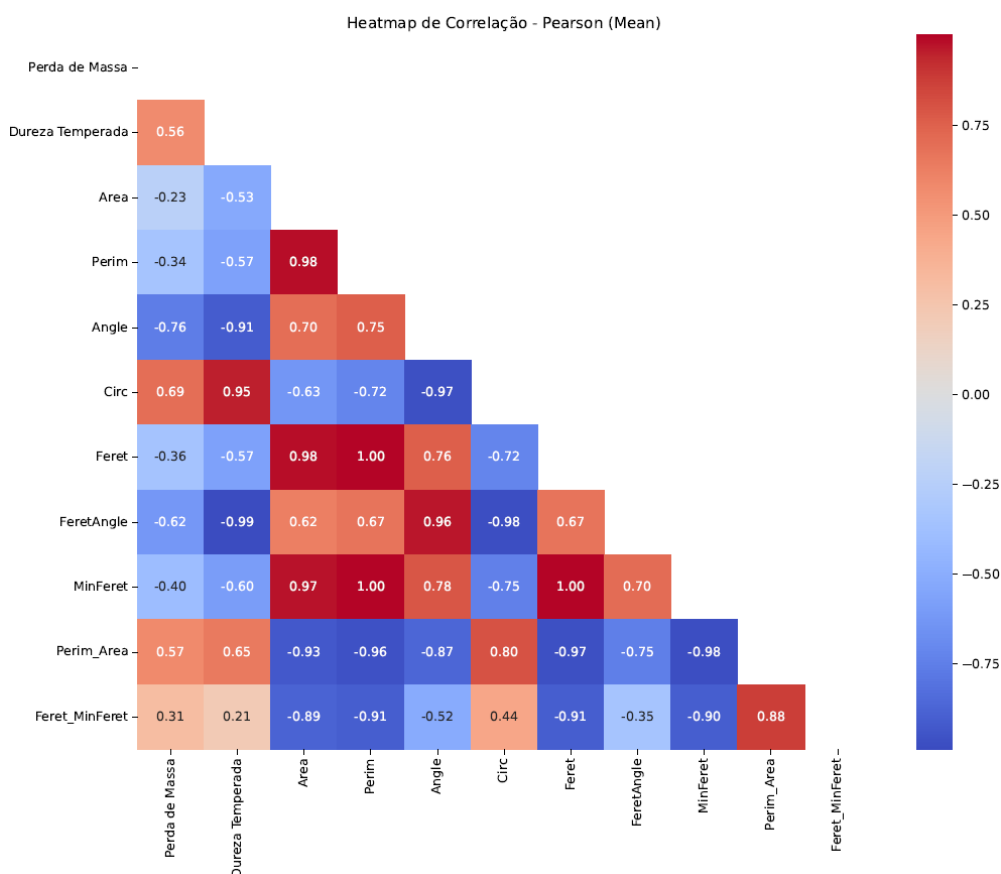


Figura 03 – Mapa de calor de correlação de Pearson. Fonte: O Próprio autor.

3 CONCLUSÕES

É possível realizar segmentação de grandes volumes de imagens com o Trainable Weka Segmentation e Fast Random Forest criando-se rotinas no FIJI ImageJ.

Análise preliminares indicam que a orientação preferencial dos carbonetos tem correlação inversa com a perda de massa e a circularidade, inversa.

Ferramentas avançadas para tratativas estatísticas são necessários para aprofundar as discussões a respeito.



REFERÊNCIAS

ARGANDA-CARRERAS, I. et al. Trainable Weka Segmentation: a machine learning tool for microscopy pixel classification. **Bioinformatics**, v. 33, n. 15, p. 2424–2426, 1 ago. 2017.

GOMES, O. DA F. M. Processamento e análise de imagens aplicados à caracterização automática de materiais. **Departamento de Ciência de Materiais e Metalurgia Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro**, 2001.

HUTCHINGS, I.; SHIPWAY, P. **Tribology: Friction and Wear of Engineering Materials**. 2ª edição ed. Cambridge, MA: Butterworth-Heinemann, 2017.

PENAGOS, J. J. et al. Synergetic effect of niobium and molybdenum on abrasion resistance of high chromium cast irons. **Wear**, v. 376–377, p. 983–992, abr. 2017.