

Avaliação de influência de técnicas de processamento de imagem para a medição de impressões de dureza Brinell

Pedro Bastos Costa^{1,2}, Renato Reis Machado¹, Celso Ricardo Azeredo¹

¹ Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro, Divisão de Metrologia Mecânica

² Universidade Estácio de Sá

E-mail: pbcosta@inmetro.gov.br

Resumo: Atualmente a medição de dureza pode ser realizada através de *softwares* compostos por algoritmos capazes de realizar a medição de uma impressão de dureza de forma completamente automatizada. No entanto para a utilização desses algoritmos é necessário realizar uma validação com o objetivo de garantir a exatidão deste tipo de medição. As técnicas de processamento de imagem realizam operações com as posições e intensidades dos pixels, e com isso podem provocar alterações nas geometrias ou nas dimensões dos objetos visualizados. Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo da influência da aplicação de técnicas de processamento de imagem na obtenção de resultados de dureza.

Palavras-chave: Visão Computacional; Metrologia de Dureza; Processamento de imagens; Validação.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas tem se tornado comum a utilização de novos sistemas de medição a partir dos desenvolvimentos e avanços computacionais. Os sistemas atuais passaram a utilizar esses recursos como forma de aumentar a confiabilidade e garantir resultados de alta exatidão [1].

Um dos principais avanços foi a utilização de sistemas computacionais dedicados à medições por processamento de imagem. Através de uma câmera acoplada a um microscópio, a imagem de uma impressão de dureza pode ser capturada e algoritmos podem determinar as distâncias entre os extremos desta impressão.

Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo da influência da aplicação de técnicas de processamento de imagem na obtenção de resultados de dureza.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Como forma de avaliar a influência dos métodos de processamento de imagem na medição de dureza foi selecionada uma única impressão de um bloco de alta dureza Brinell, onde a qualidade da impressão possui melhor definição quando comparada a outros blocos com menores valores de dureza.

O objetivo de se avaliar apenas o bloco com melhor impressão é reduzir possíveis variáveis de influência, como ajuste de foco, qualidade da borda e efeitos da deformação do material no momento da impressão.

Para a aquisição das imagens e medição da impressão foi utilizado um sistema composto por uma microscópio óptico, adaptado com uma câmera CCD de resolução 768 x 576, a lentes objetivas de 10x para a ampliação das imagens.

Neste sistema, o bloco é montado sobre uma mesa de deslocamentos lineares, cujos movimentos são medidos através de um transdutor linear de deslocamento, com resolução de 0,02 μm .

Para a obtenção dos resultados, cada imagem capturada da impressão foi pré-processada com o objetivo de se obter uma região de interesse.

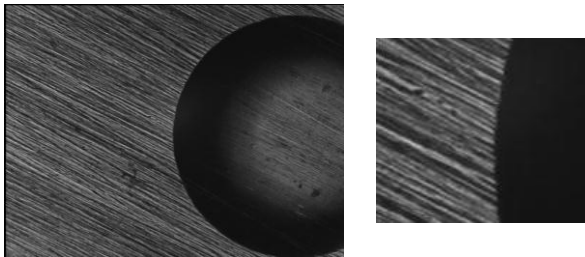


Figura 1. Extração da região de interesse.

Após a definição da região de interesse da imagem, os métodos puderam ser testados, poupando uma grande quantidade de cálculos que seriam realizados caso fossem utilizadas as imagens por completo.

Os métodos testados foram: Segmentação baseada em histograma, Método de Otsu e Operações morfológicas em diferentes máscaras.

2.1 Segmentação baseada em histograma

Este tipo de operação tem como principal objetivo transformar uma imagem em tons de cinza em uma imagem binária. A técnica consiste da obtenção de um valor de corte entre claro e escuro baseada na análise do histograma da imagem [2].

A partir da ROI (*Region of Interest*) da Figura 1 foi obtido o seguinte histograma.

8º Congresso Brasileiro de Metrologia, Bento Gonçalves/RS, 2015

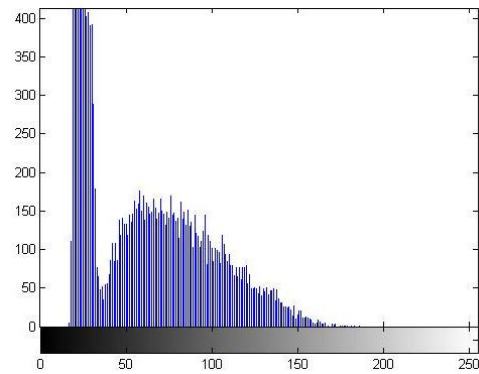


Figura 2. Histograma da região de interesse

Para o tipo de histograma que possui dois picos de frequência bem definidos, a escolha pode ser feita através do menor valor entre os dois maiores picos do histograma, como indicado na figura 3.

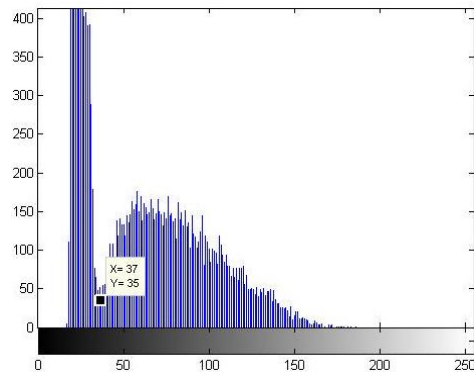


Figura 3. Ponto do histograma escolhido para a segmentação da imagem.

Para este exemplo, o ponto de corte escolhido foi o valor de intensidade 37. Obtendo assim a seguinte imagem de resultado.



Figura 4. Resultados da segmentação baseada em histograma.

Podem ser observados pela imagem resultante (Fig. 4), que a borda da impressão foi totalmente

destacada na imagem, no entanto restaram alguns pontos escuros fora da região da impressão. Esses pontos podem aumentar o grau de dificuldade da análise para o dimensionamento da impressão, porém na medição eles são retirados através da aplicação de filtros de média.

2.2 Operações morfológicas

Com o objetivo de facilitar a análise da imagem segmentada foram realizadas operações morfológicas de dilatação na imagem para a eliminação dos pontos fora da região da impressão [3].

A operação de dilatação provoca o aumento de uma região clara de uma imagem, cobrindo pequenos pontos escuros isolados desta imagem. A Figura 5 mostra o resultado da aplicação desta técnica na imagem segmentada da Figura 4.

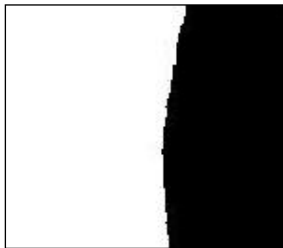


Figura 5. Resultado da dilatação da imagem.

Através de imagem obtida após a dilatação foi possível observar a impressão completamente destacada do resto da imagem, atingindo assim o principal objetivo do processamento. No entanto, o fundamento da técnica de dilatação é o alargamento de regiões, o que pode causar uma diminuição da região ocupada pela impressão. Como forma de corrigir essa alteração foi aplicada na mesma imagem a operação de erosão, operação contrária a dilatação, que provoca o encolhimento das regiões claras, fazendo com que a impressão retorne ao seu tamanho original [4].

As aplicações destas técnicas podem variar com o tamanho da máscara usada em cada aplicação. Essa máscara é responsável pelo

tamanho do alargamento ou contração das regiões. Foram testadas as máscaras de tamanhos 3, 5, 7 e 15 para a avaliação da sua influência nos resultados.

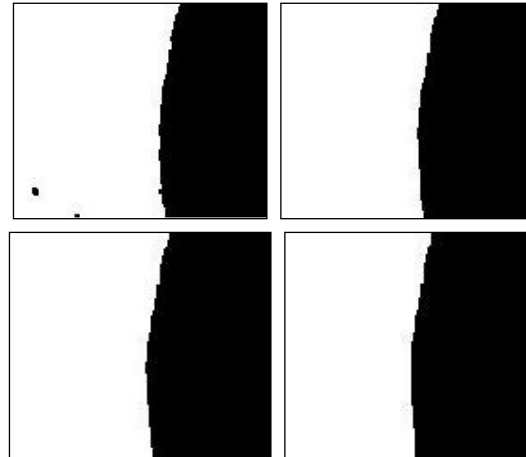


Figura 6. Resultados das técnicas de Dilatação e Erosão para diferentes tamanhos de máscaras.

2.3 Método de Otsu

A última técnica testada foi a segmentação pelo método de Otsu. Este método consiste em uma avaliação estatística dos pixels da imagem para a escolha automática do valor de limiar para o corte da imagem [5]. A figura 7 mostra o resultado da aplicação da técnica.

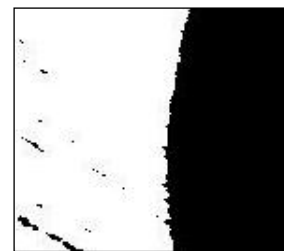


Figura 7. Resultado do método de Otsu.

3. RESULTADOS

Todas as técnicas apresentadas no item 2 foram utilizadas para a medição da mesma impressão. Os resultados da tabela 1 mostram os valores obtidos em unidades de comprimento e em valores de dureza.

Tabela 1. Resultados das medições com as diversas técnicas.

	mm	HB
Segmentação com hist.	0,6864	497,1
Dilat. + Erosão (M3)	0,6873	495,8
Dilat. + Erosão (M5)	0,6879	495,0
Dilat. + Erosão (M7)	0,6871	496,2
Dilat. + Erosão (M15)	0,6857	498,2
Dilatação	0,6824	503,2
Otsu	0,6864	497,1

*Os valores M5, M3, M7 e M15 representam os tamanhos das máscaras utilizadas.

Utilizando como base a média de todas as técnicas testadas e uma incerteza máxima de 1%, a Figura 8 mostra a comparação gráfica entre todos os métodos e os limites superior e inferior para a aceitação dos resultados.

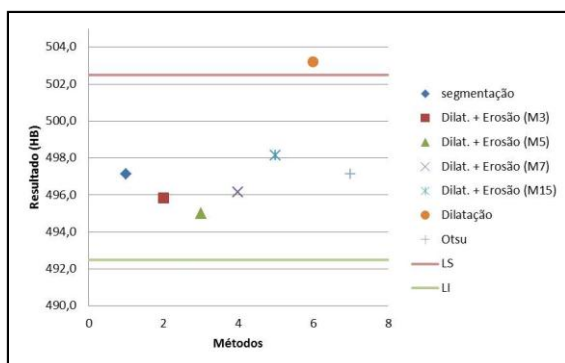


Figura 8. Gráfico comparativo dos resultados dos métodos com os limites de aceitação dos resultados. (melhorar o gráfico)

A partir da análise do gráfico é possível observar que o único método com valor fora dos limites aceitáveis foi a dilatação da imagem. Como visto na descrição da técnica, a dilatação causa um alargamento da imagem e conseqüentemente a diminuição da região da impressão. Com um valor menor para a impressão o valor de dureza foi maior que o aceitável.

4. CONCLUSÕES

Com base no que foi apresentado é possível concluir que a variação dos valores de dureza de acordo com o método de processamento de imagem escolhido é pouco significativa para as incertezas praticadas atualmente.

A partir desse estudo, com exceção da técnica de dilatação, podem ser escolhidas quaisquer uma das técnicas apresentadas para a medição dos blocos de dureza Brinell. Essa escolha pode ser feita através de uma análise prévia das imagens do bloco a fim de selecionar a técnica que melhor se enquadre nas características das imagens.

Assim, a partir desses resultados, as pesquisas relacionadas a medição automática de impressões de dureza por técnicas de visão computacional pode ser direcionada aos estudos de outras fontes de influência, tais como foco, influência dos operadores ou iluminação para a definição de um procedimento padrão para a padronização primária da grandeza.

REFERÊNCIAS

- [1] R. R. Machado, S. P. Oliveira, C. A. Koch, I. D. Silva, B. C. O. Muniz, "Influence of different numerical apertures on hardness values using an automatic system of measurement ", *Hardmeko 2007 – Recent Advancement of Theory and Practice in Hardness Measurement*.
- [2] A. Conci, E. Azevedo. F. R. Leta. Computação Gráfica: Teoria e Prática. Volume 2. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 405p.
- [3] W. K. Pratt. Digital Image Processing. 4th edn. John Willey, Canada, 2007.
- [4] R. X. Gerhard, W. N. Joseph. Handbook of Computer Vision Algorithms in Image Algebra. CRC Press, 1996.
- [5] Otsu, N., "A Threshold Selection Method from Gray Level Histograms," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 9, No. 1, 1979, pp. 62-66.