

## **COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS PARA MEDIÇÃO DE IMPRESSÕES DE DUREZA BRINELL E VICKERS**

*Pedro B. Costa<sup>1</sup>, Bianca da C. O. Muniz<sup>2</sup>, Renato R. Machado<sup>2</sup>, Cláudio A. Koch<sup>2</sup>, Wellington S. Barros<sup>1</sup>*

Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial, Duque de Caxias, Brasil

<sup>1</sup> Laboratório de Metrologia Dimensional – DIMCI / DIMEC / LAMED, lamin@inmetro.gov.br

<sup>2</sup> Laboratório de Força – DIMCI / DIMEC / LAFOR, lafor@inmetro.gov.br

**Resumo:** O presente trabalho tem por objetivo avaliar a compatibilidade entre dois sistemas para a medição de blocos de referência de dureza. A comparação foi realizada através da avaliação dos resultados obtidos na medição das características dimensionais das impressões de dureza, ou seja, das diagonais e dos diâmetros feitos em blocos de dureza Vickers e Brinell respectivamente.

**Palavras chave:** Metrologia dimensional, Impressão de dureza, Comparação.

### **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.

Um dos principais avanços foi a utilização de sistemas computacionais dedicados à medições por análise 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, além disso, áreas e outros parâmetros também podem ser medidos, sem contato com a superfície.

A utilização desse tipo de metodologia caracteriza um avanço na determinação da dureza de blocos de referência por meio óptico, a partir da eliminação de influências geradas pelo operador. Influências que contribuíam significativamente para o aumento da incerteza nos sistemas convencionais, onde a determinação das formas e da geometria das impressões eram feitas de forma manual [1].

### **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

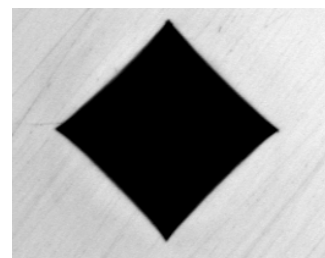
Como forma de avaliar o desempenho de dois desses sistemas de medição por meio óptico, foi realizada no Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) uma comparação entre resultados de

medição de blocos de referência de dureza obtidos pelos sistemas Galvision/LTF S.p.a./Itália, adquirido pelo Laboratório de Força (Lafor), e um sistema em desenvolvimento no Laboratório de Metrologia Dimensional (Lamed), ambos da Divisão de Metrologia Mecânica (Dimec).

Foram utilizados seis blocos de referência de dureza (três blocos de dureza Vickers e três blocos de dureza Brinell). Os blocos utilizados foram separados em baixa, média e alta dureza por escala. Os blocos de referência selecionados para baixa dureza foram os de identificação BD 227 e BD 268, para média dureza BD 228 e BD 238, para alta dureza BD 229 e BD 239, Brinell e Vickers respectivamente.

#### **2.1 Sistema do laboratório de metrologia dimensional**

No sistema utilizado pelo Lamed, os blocos foram posicionados em uma mesa de deslocamento e alinhados em relação a um laser interferométrico. As medições foram realizadas em dois sentidos, horizontal e vertical, previamente determinados antes do início da comparação, como mostra a figura 1.



**Fig. 1. Impressão de dureza Vickers**

As diagonais das impressões de cada bloco são determinadas a partir da execução de um programa desenvolvido no próprio laboratório, para medição de padrões por meio óptico, que realiza as medições através da imagem capturada e ampliada em 400 vezes por um microscópio. O programa, através de um algoritmo de detecção de bordas, determina pontos em ambas as extremidades da impressão para a determinação das

dimensões. Esta metodologia desconsidera deformações nas impressões, uma vez que são determinados pontos nas extremidades, ao invés de efetuar a medição através da construção de curvas para a determinação de um ponto máximo [2].

## 2.2 Sistema do laboratório de força

O sistema Galvision, utilizado no Laboratório de Força/Lafor, é um sistema adjunto à máquina de padronização primária de dureza (HSM). Ele é composto por um microscópio óptico com a ampliação de 10 vezes, um jogo de 5 lentes com suas respectivas aberturas numéricas, um transdutor de deslocamento linear variável (LVDT) e o software de medição Avams. A leitura das impressões é realizada por um algoritmo interno do Avams, onde a imagem é capturada através da câmera, e uma análise desta é feita na tela. As impressões são identificadas pela diferença de cor numa escala de cinza, onde o ponto máximo de cada extremidade, figura 2, é determinado pelo software após um escaneamento de regiões pré-definidas. O deslocamento de uma extremidade a outra é realizado por um motor de passo e as distâncias são indicadas no LVDT, determinando assim as dimensões das impressões pela diferença entre os pontos de máximo em cada borda [3].

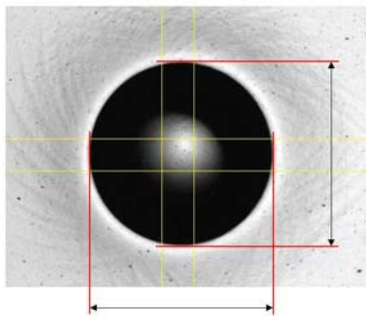


Fig. 2. Impressão de dureza Brinell

## 3. RESULTADOS

Para a avaliação dos resultados da comparação foram utilizados apenas os valores obtidos na medição dos diâmetros e das diagonais das impressões, desconsiderando, neste estudo, os resultados e incertezas em valores de dureza.

Como forma de avaliar e comparar os resultados obtidos nas medições utilizando os dois sistemas foi utilizado o cálculo do erro normalizado (EN), equação 1 [4].

Para o cálculo do EN foram considerados os valores médios das medições das cinco impressões de cada bloco ( $dm$ ) e suas respectivas incertezas ( $U$ ).

$$EN = \frac{dm_{Lafor} - dm_{Lamed}}{\sqrt{U(Lafor)^2 + U(Lamed)^2}} \quad (1)$$

## 3.1 Blocos de baixa dureza

As figuras 3 e 4 mostram os gráficos dos resultados obtidos nos dois sistemas utilizando os blocos BD 227 e BD 268 e suas respectivas incertezas em cada uma das cinco impressões.

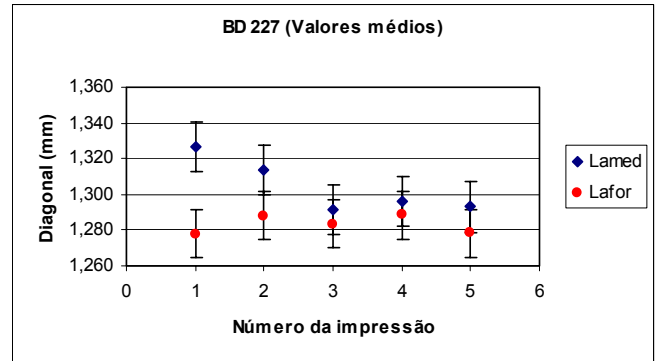


Fig. 3. Valores médios das diagonais do bloco Brinell BD 227

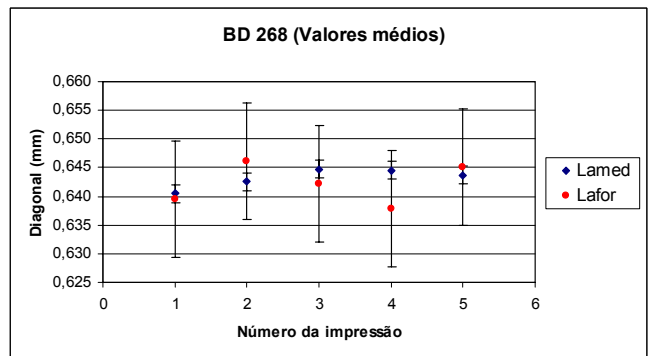


Fig. 4. Valores médios das diagonais do bloco Vickers BD 268

## 3.2 Blocos de média dureza

De forma similar aos blocos de baixa dureza os gráficos 5 e 6 mostram os resultados obtidos nos dois sistemas utilizando os blocos BD 227 e BD 268 e suas respectivas incertezas, em cada uma das cinco impressões.

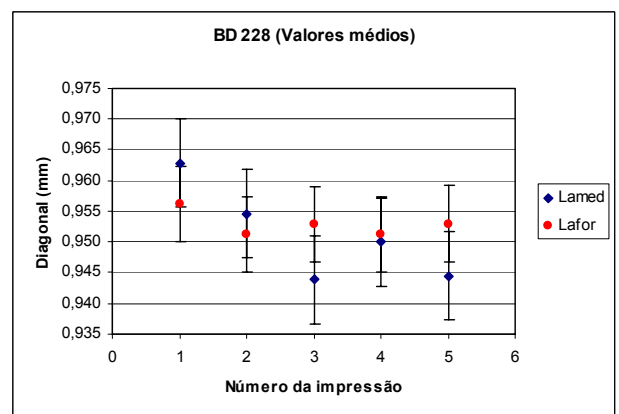


Fig. 5. Valores médios das diagonais do bloco Brinell BD 228

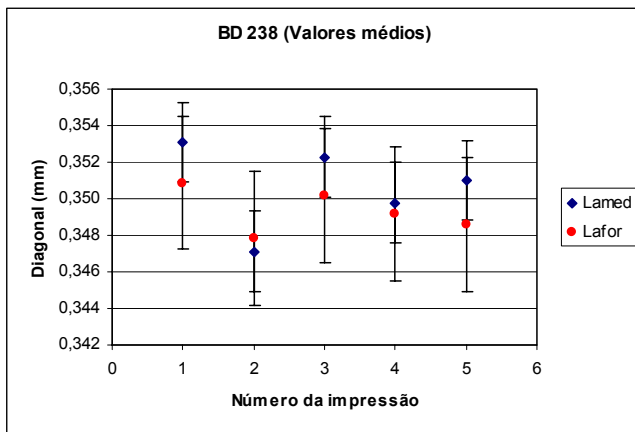


Fig. 6. Valores médios das diagonais do bloco Vickers BD 238

### 3.3 Blocos de alta dureza

Como forma de se obter resultados suficientes para finalizar a análise das escalas de dureza, as figuras 7 e 8 mostram os resultados obtidos nos dois sistemas utilizando os blocos de identificação BD 229 e BD 239, de dureza Brinell e Vickers respectivamente.

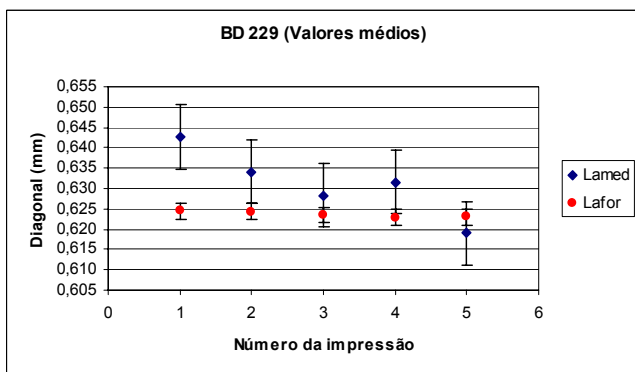


Fig. 7. Valores médios das diagonais do bloco Brinell BD 229

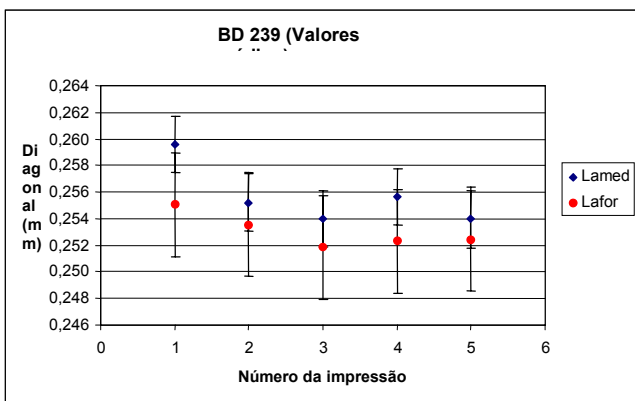


Fig. 8. Valores médios das diagonais do bloco Vickers BD 239

A tabela 1 mostra os resultados obtidos na medição das impressões dos seis blocos selecionados, as suas respectivas incertezas e os erros normalizados resultantes da comparação entre os dois métodos, um do Lamed e outro do Lafor.

Tabela 1. Valores obtidos nas medições dos blocos Brinell e Vickers nas três faixas de dureza

		LAMED		LAFOR		EN
		dm (mm)	U (μm)	dm (mm)	U (μm)	
Baixa dureza	BD 227	1,3043	1,4	1,2832	1,3	1,09
	BD 268	0,6432	1,6	0,6422	10,2	0,1
Média dureza	BD 228	0,9511	7,2	0,9529	6,1	0,19
	BD 238	0,3506	2,2	0,3493	3,7	0,31
Alta dureza	BD 229	0,6311	7,8	0,6236	1,9	0,93
	BD 239	0,2557	2,1	0,2530	3,9	0,59

Devido a metodologia para medição de blocos de dureza citado no item 2, o sistema utilizado pelo Lamed apresentou resultados com maiores incertezas na medição dos blocos de dureza Brinell, e menores incertezas para os blocos de dureza Vickers.

## 4. CONCLUSÃO

O estudo contabiliza uma primeira forma de avaliação dos sistemas utilizados pelo Laboratório de Metrologia Dimensional (Lamed) e Laboratório de Força (Lafor) para a medição de impressões de dureza pelo método sem contato.

Considerando-se os resultados obtidos na avaliação dimensional dos blocos, os dois sistemas apresentaram resultados compatíveis ( $EN < 1$ ) para a maioria dos blocos medidos. Neste estudo, apenas um bloco, na faixa de baixa dureza, apresentou resultado incompatível na comparação.

Assim, pode-se concluir que as duas metodologias apresentaram características suficientes para a medição de blocos de referência de dureza, porém o sistema desenvolvido pelo Lamed teve sua utilização restrita a apenas medições em blocos fabricados com acabamentos superficiais sem defeitos, tais como riscos de usinagem e/ou defeitos de borda gerados durante a impressão. Estas restrições, no sistema do Lamed, poderão ser diminuídas após estudos mais aprofundados quanto ao melhoramento das rotinas do software, quanto ao upgrade dos hardwares utilizados.

## 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] Lassila, A., 2003, "Software of line scale interferometer of MIKES", Presentation from Length workshop at Dublin. EUROMET
- [3] LTF S.p.A., "Gal-Vision User's Guide - Release 3.0", Itália, 2005.
- [4] International Organization for Standardization, ISO/IEC Guide 43-1: Proficiency Testing by Interlaboratory Comparisons - Part 1: Development and Operation of Laboratory Proficiency Testing Schemes, 1997.