

## DUREZA

### 1.1. Dureza – Conceito e processos de medição

#### DUREZA

É uma propriedade mecânica relacionada à resistência que um material, quando pressionado por outro material ou por marcadores padronizados, apresenta ao risco ou à formação de uma marca permanente.

A dureza depende diretamente das forças de ligação entre os átomos, íons ou moléculas e do estado do material (processo de fabricação, tratamento térmico, etc.)

#### O ENSAIO DE DUREZA

- A maioria dos ensaios de dureza estáticos consiste na impressão de uma pequena marca feita na superfície da peça, pela aplicação de pressão, com uma ponta de penetração.

- A medida da dureza do material é dada em função das características da marca de impressão e da carga aplicada.

#### PRINCIPAIS ENSAIOS DE DUREZA ESTÁTICOS

Ensaio de dureza Brinell

Ensaio de dureza Rockwell

Ensaio de dureza e microdureza Vickers

#### 1.1.1. DUREZA BRINELL

É um método de medição da dureza, utilizado principalmente nos materiais metálicos. Este método foi proposto em 1900, pelo engenheiro sueco Johan August Brinell. É o primeiro ensaio de dureza normatizado e amplamente utilizado na engenharia e metalurgia.

O teste típico consiste em um penetrador de formato esférico com 10 mm de diâmetro, feito de aço de elevada dureza ou de carbeto de tungstênio.

A carga aplicada varia entre 500 e 3000 kgf e, durante o teste, a carga é mantida constante por um período entre 10 e 30 segundos.

O número Brinell de dureza (HB) é função da carga aplicada e do diâmetro da impressão resultante e pode ser obtido através da seguinte relação:

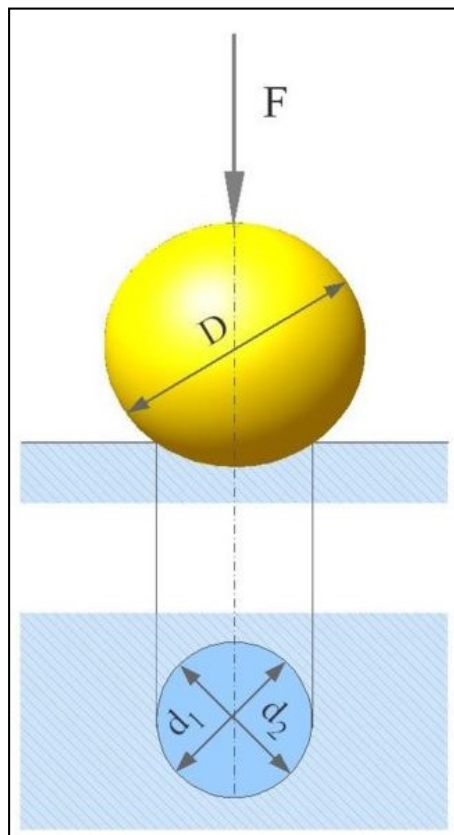
$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

onde "P" é o valor da carga aplicada (em kgf), "D" é o diâmetro do penetrador e "d" é o diâmetro da impressão resultante, ambos em milímetros.

Uma das grandes desvantagens do ensaio Brinell é o tamanho do penetrador, que muitas vezes causa danos consideráveis à peça analisada.

Para garantir um bom resultado, a medição do diâmetro da impressão deve ser feita em pelo menos duas direções. Além disso, é necessário manter a relação constante para obter resultados adequados.

A dimensão da dureza Brinell é MPa e a uma das normas que a rege é a ASTM E10 (Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials).

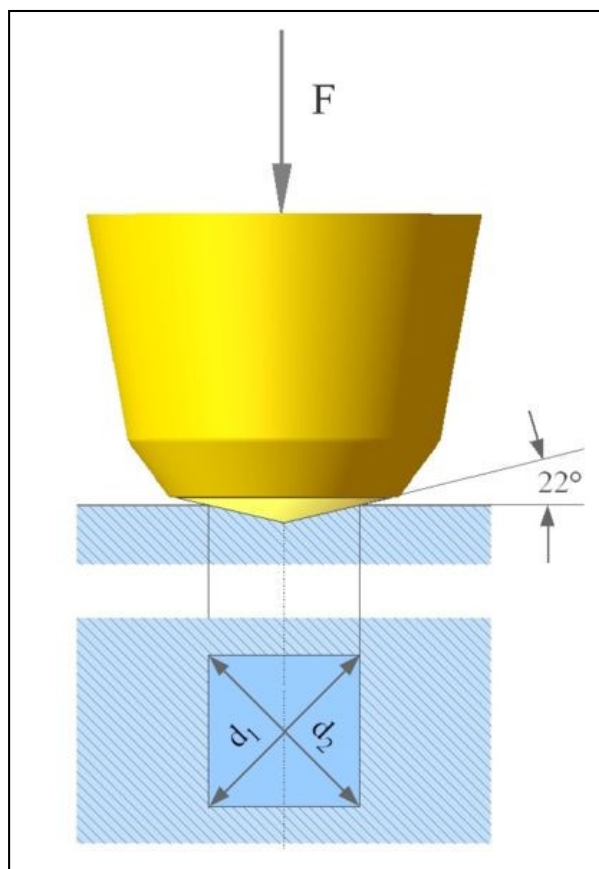


## LIMITAÇÃO DO MÉTODO BRINELL

Não pode ser utilizado para peças muito finas e não é aplicável à materiais muito duros, como aço duro temperado, metal duro e outros de dureza idêntica ou superior à das esferas penetradoras.

### 1.2. DUREZA VICKERS

É um método de classificação da dureza dos materiais baseada num ensaio laboratorial. Neste método, é usada uma pirâmide de diamante com ângulo de diedro de  $136^\circ$  que é comprimida, com uma força arbitrária "F", contra a superfície do material. Calcula-se a área "A" da superfície impressa pela medição das suas diagonais.



A dureza Vickers é dada por:

$$HV = \frac{F}{A} = \frac{0,102 \cdot 2 \cdot F \cdot \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2} \approx 0,1891 \frac{F}{d^2}$$

onde

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

O método é baseado no princípio de que as impressões provocadas pelo penetrador possuem similaridade geométrica, independentemente da carga aplicada. Assim, cargas de diversas magnitudes são aplicadas na superfície plana da amostra, dependendo da dureza a ser medida. O Número Vickers (HV) é então determinado pela razão entre a carga e a área superficial da impressão.

Este método foi desenvolvido no início da década de 1920 como uma alternativa ao Brinell. Uma das grandes vantagens é que os cálculos da dureza não dependem das dimensões do penetrador.

O mesmo penetrador pode ser usado nos ensaios de diversos materiais, independentemente da dureza. Além disso, esta é uma das escalas mais amplas entre as usadas para medição de dureza e pode ser utilizada para todos os metais, com uma grande precisão de medida.

A grande vantagem deste método é a pequena impressão deixada, sendo que este procedimento é utilizado em ensaios de micro e nano-dureza, na qual é possível analisar cerâmicas e finíssimas camadas de revestimento. As desvantagens são a necessidade de preparar a amostra previamente e o uso de um microscópio adequado.

Este ensaio é normatizado pela ASTM E92 (Standard Test Method for Vickers Hardness of Metallic Materials).

### 1.3. DUREZA ROCKWELL:

O método Rockwell é um método de medição direta da dureza, sendo um dos mais utilizados em indústrias. Este é um dos métodos mais simples e que não requer habilidades especiais do operador. Além disso, várias escalas diferentes podem ser utilizadas através de possíveis combinações de diferentes penetradores e cargas, o que permite o uso deste ensaio em praticamente todas as ligas metálicas, assim como em muitos polímeros.

Os penetradores incluem esferas fabricadas em aço de elevada dureza, com diâmetros de 1/16, 1/8, 1/4 e 1/2 polegada, assim como cones de diamante, utilizados nos materiais de elevada dureza.

Neste sistema, a dureza é obtida através da diferença entre a profundidade de penetração resultante da aplicação de uma pequena carga, seguida por outra de maior intensidade.

A carga inicial aplicada é 10 kgf, seguida por uma carga de 60, 100 ou 150 kgf, conforme a escala utilizada.

Para materiais duros, o objeto penetrante é um cone de diamante com ângulo de vértice de 120°. Esta escala é chamada Rockwell C ou HRC.

Com materiais semiduros ou macios é usada uma esfera de aço temperado de diâmetro 1/16". É a escala Rockwell B ou HRB.

Em ambos os casos, é aplicada uma carga padrão definida em normas e a dureza é dada pela profundidade de penetração.

Quando especificar Rockwell, o índice de dureza e o símbolo da escala devem ser indicados. A escala é designada pelo símbolo HR seguido pela identificação apropriada da escala. Por exemplo, 80 HRB representa uma dureza Rockwell de 80 na escala B.

Para cada escala, os valores de dureza podem chegar até 130. No entanto, é adequado utilizar outra escala Rockwell caso os valores obtidos sejam inferiores a 20 ou superiores a 100.

Imprecisões podem ocorrer caso a amostra possua pequena espessura, se a impressão ocorrer próxima de um canto da amostra ou próxima de outra impressão. Assim, a espessura do corpo ensaiado deve ser pelo menos dez vezes superior a profundidade da impressão. Além disso, a impressão deve ser feita a uma distância equivalente a três diâmetros do penetrador de outras impressões e cantos da amostra e, a superfície em questão deve possuir uma boa planicidade.

Os equipamentos modernos para obtenção da dureza Rockwell são automatizados e muito simples de usar. A dureza é fornecida diretamente pelo equipamento e cada medição requer apenas alguns segundos.

Normas que regem estes ensaios são a ASTM E18 (Standard methods for Rockwell hardness and Rockwell superficial hardness of metallic materials) e a ISO 6508-1 (Metallic materials - Rockwell hardness test - Part 1: Test method (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)).

***A conversão das escalas de dureza nem sempre é precisa e recomendada, tendo em vista a sua não linearidade:***

Alguns exemplos de durezas e seus usos

Uso	Dureza HRC
Broca Helicoidal HSS	60 - 63
Fresa HSS	60 - 63
Faca para tesoura (corte a quente)	40 - 50
Faca para tesoura (corte a frio)	55 - 60
Matriz para roscar - laminadora	60 - 62
Lima manual para metais	> 58
Chave de boca	45 - 50
Chave de fenda	45 - 50
Matriz para fundição de Zamack	30 - 35
Rolamento - pista	65

## 2. BIBLIOGRAFIA

AÇOS E FERROS FUNDIDOS – Vicente Chiaverini

Tecnologia de Usinagem dos Materiais – Diniz, Marcondes, Coppini  
ArtLiber Editora – 2ª. Edição - 2000