

Manual de instruções | Durômetro de bancada Rockwell digital - 400.006

Leia cuidadosamente as instruções antes de utilizar o equipamento.

(V-07-2023)

DIGIMESS

Contato: sac@digimess.com.br

Este produto possuiu 1 ano de garantia contra defeitos de fabricação.
Fabricado na China. Importado por Digimess Instrumentos de Precisão Ltda.

CNPJ 05.396.034/0001-60

Índice

-	Relação de itens na embalagem	03
1.	Especificações técnicas	04
2.	Retirando o equipamento da caixa	05
3.	Montagem	06
3.1	Bancada	06
3.2	Durômetro	07
4.	Preparação e ajustes	08
4.1	Montgem (ou troca) da bateria do relógio digital	08
4.2	Funções do relógio digital	08
4.3	Seletor de cargas	09
4.4	Aplicação e liberação da carga	09
4.5	Penetradores	10
4.6	Mesas de medição	10
4.7	Capa plástica telescópica do fuso	10
4.8	Fuso	11
4.9	Chave de fenda e chave hexagonal	11
4.10	Padrões	11
4.11	Ajuste de medida pelo posicionamento do relógio	12
4.12	Ajuste de medida por correção eletrônica	12
4.13	Velocidade do hidráulico	13
5.	Medição	14
6.	Possíveis causas para erros no durômetro	16
7.	Garantia	17
8.	Escala comparativa de dureza (aço)	18
9.	Escala comparativa de dureza (outros)	20
10.	Tabelas de correções para peças cilíndricas	23
11.	Tabelas de espessura mínima	24
12.	Tabela de escalas, faixa de medição e aplicações	25

Relação de itens na embalagem

No.	Item	Quantidade	Embalado
1.	Durômetro	1 peça	Caixa principal
2.	Mesa plana - Ø56 mm	1 peça	Maleta de acessórios
3.	Mesa plana - Ø148 mm	1 peça	Maleta de acessórios
4.	Mesa prismática (V) - 48 mm / 120° (para cilindros com Ø7 ~ Ø95 mm)	1 peça	Maleta de acessórios
5.	Penetrador diamante 120° - R0,2 mm	1 peça	Maleta de acessórios
6.	Penetrador com esfera de metal duro Ø1/16" (1,5875 mm)	1 peça	Maleta de acessórios
7.	Esferas de metal duro reservas	5 peças	Maleta de acessórios
8.	Padrão de dureza (25 ±5 HRC)	1 peça	Maleta de acessórios
9.	Padrão de dureza (45 ±5 HRC)	1 peça	Maleta de acessórios
10.	Padrão de dureza (62 ±2 HRC)	1 peça	Maleta de acessórios
11.	Padrão de dureza (85 ±3 HRA)	1 peça	Maleta de acessórios
12.	Padrão de dureza (90 ±5 HRB)	1 peça	Maleta de acessórios
13.	Parafusos para nivelamento	4 peças	Maleta de acessórios
14.	Chave de fenda	1 peça	Maleta de acessórios
15.	Chave hexagonal 2 mm	1 peça	Maleta de acessórios
16.	Conjunto de pesos	1 conjunto	Caixa principal
17.	Capa plástica telescópica do fuso	1 peça	Montada
18.	Bateria de Lítio CR-2450 3V	2 peças	Maleta de acessórios
19.	Manual de instruções	1 peça	Caixa principal

1. Especificações técnicas

›	Modelo	400.006
›	Pré-carga	10 kgf (98,07 N) $\pm 2\%$
›	Carga total	60 kgf (588,4 N) $\pm 1\%$ 100 kgf (980,7 N) $\pm 1\%$ 150 kgf (1471 N) $\pm 1\%$
›	Resolução do relógio digital	0,1 HR
›	Alimentação do relógio digital	Uma bateria de lítio 3V CR-2450
›	Capacidade vertical	170 mm
›	Capacidade horizontal	130 mm
›	Dimensões da base do equipamento	450 x 170 mm
›	Altura	640 mm
›	Peso líquido	60 kg (aproximadamente)
›	Temperatura de trabalho	10 ~ 30 °C
›	Umidade de trabalho	< 65% RH

›	Capacidade	Exatidão	*Obs.: Para medição de algumas escalas, será necessário o uso de penetradores com esferas especiais (não inclusos).
	20 ~ 75 HRA:	± 2 HRA	
	75 ~ 88 HRA:	$\pm 1,5$ HRA	
	20 ~ 45 HRB:	± 4 HRB	
	45 ~ 80 HRB:	± 3 HRB	
	80 ~ 100 HRB:	± 2 HRB	
	20 ~ 70 HRC:	$\pm 1,5$ HRC	
	40 ~ 70 HRD:	± 2 HRD	
	70 ~ 77 HRD:	$\pm 1,5$ HRD	
	70 ~ 90 HRE:	$\pm 2,5$ HRE	
	90 ~ 100 HRE:	± 2 HRE	
	60 ~ 90 HRF:	± 3 HRF	
	90 ~ 100 HRF:	± 2 HRF	
	30 ~ 50 HRG:	± 6 HRG	
	50 ~ 75 HRG:	$\pm 4,5$ HRG	
	75 ~ 94 HRG:	± 3 HRG	
	80 ~ 100 HRH:	± 2 HRH	
	40 ~ 60 HRK:	± 4 HRK	
	60 ~ 80 HRK:	± 3 HRK	
	80 ~ 100 HRK:	± 2 HRK	

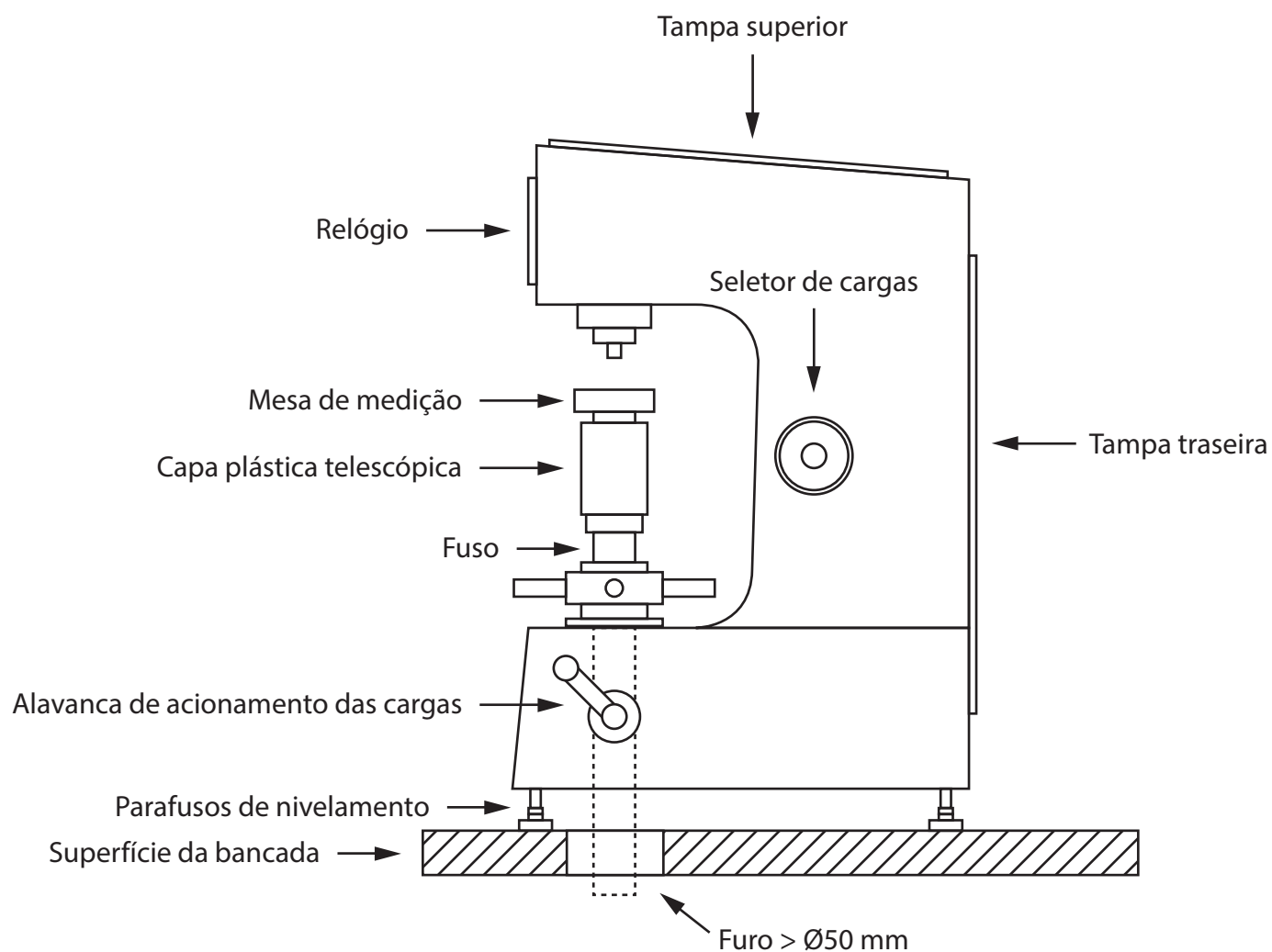
2. Retirando o equipamento da caixa

NUNCA DEITAR A CAIXA OU O DURÔMETRO DA POSIÇÃO HORIZONTAL EVITANDO VAZAMENTO DE ÓLEO DO COMPARTIMENTO HIDRÁULICO.

A caixa principal contém o durômetro, uma maleta contendo os acessórios do equipamento e o conjunto de pesos.

- 1)** Remova os quatro parafusos hexagonais na parte inferior da caixa de madeira com uma chave 8 mm.
- 2)** Corte as fitas de aço que amarram a caixa de madeira.
- 3)** Retire toda a parte superior da caixa de madeira, restando apenas a base (com o durômetro e os acessórios fixos a ela).
- 4)** Corte a abraçadeira plástica que está travando a alavanca de acionamento dos pesos na lateral direita do durômetro.
- 5)** Libere o conjunto de pesos soltando as duas porcas com uma chave 10 mm.
- 6)** Libere a maleta de acessórios soltando as duas porcas com uma chave 8 mm.
- 7)** Remova os quatro ganchos de fixação por debaixo da base.
- 8)** Libere o durômetro soltando os quatro parafusos hexagonais por debaixo da base de madeira com uma chave 17 mm.

3. Montagem



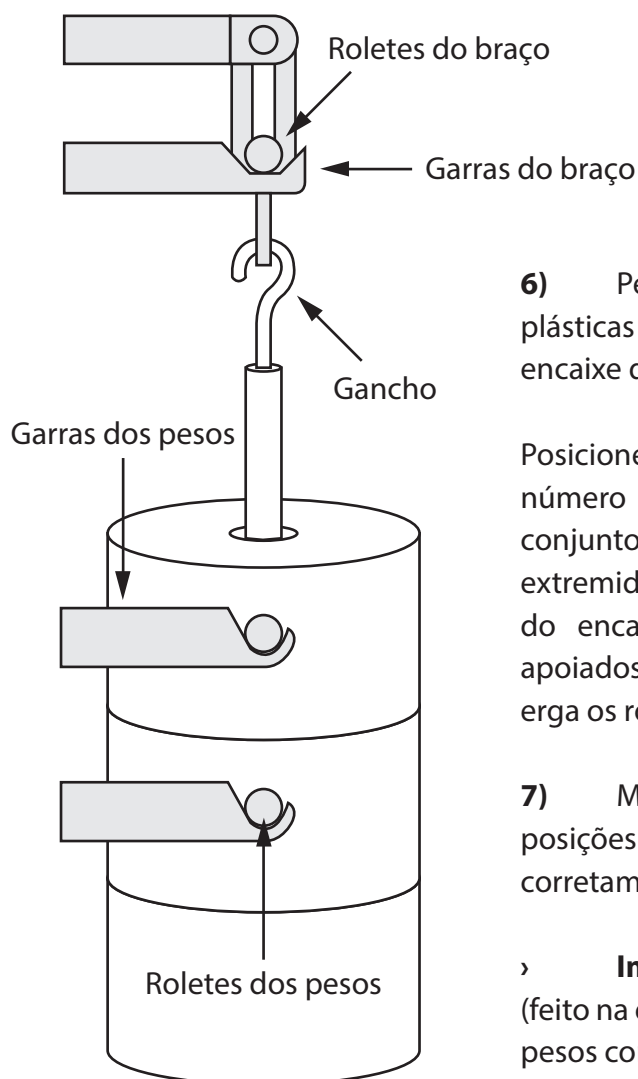
3.1 Bancada

› Primeiramente deve-se providenciar a bancada para uso do durômetro. Deve ser robusta. A altura da mesa deve ser calculada para que o mostrador do relógio esteja de frente para a visão do operador. Deve ser feito um furo (maior que $\text{Ø}50 \text{ mm}$) em sua superfície para descida do fuso (rosca protegida pela capa plástica telescópica). Por fim, coloque o durômetro sobre a bancada e monte os quatro parafusos de nivelamento por debaixo do equipamento (nas mesmas roscas em que o mesmo estava fixo a base da caixa de madeira).

› O local onde será montado deverá estar livre de trepidações decorrentes de máquinas próximas.

3.2 Durômetro

- 1) Remova a proteção de madeira que trava o fuso do durômetro.
- 2) Insira no furo do fuso a mesa de medição que será utilizada. Coloque um nível de bolha sobre a mesa de medição e faça o nivelamento nos quatro parafusos de apoio. Ajuste o nivelamento em ambos os sentidos (com o nível em posição de 0° e 90°).
- 3) Verifique se a alavanca de acionamento das cargas na lateral direita do durômetro se encontra na posição <A>. Caso estiver em , puxe de volta para <A>. Esta alavanca sempre deverá estar na posição <A> antes de iniciar uma medição.
- 4) Retire a tampa superior (soltando os quatro parafusos com uma chave de fenda) e a tampa traseira (soltando os dois parafusos com uma chave de fenda).
- 5) Pela abertura superior, corte as duas abraçadeiras plásticas que estão travando o braço interno do durômetro e o contra-peso. Corte também uma abraçadeira plástica que está travando a haste do relógio digital.



- 6) Pela abertura traseira, corte todas as abraçadeiras plásticas que estão travando as garras dos pesos e o encaixe do gancho.

Posicione o seletor de cargas na posição de 150 kgf. O número 150 ficará na posição frontal. Agora monte o conjunto dos pesos inserindo o gancho dentro do canal na extremidade do braço do durômetro. Verifique logo acima do encaixe do gancho se os roletes se posicionam apoiados sobre as garras do braço. Caso não estiverem, erga os roletes e posicione-os apoiados sobre as garras.


- 7) Movimente o seletor de cargas para as outras posições e veja se as garras mais abaixo se movimentam corretamente ficando próximas aos roletes dos pesos.

› **Importante!** O nivelamento correto do durômetro (feito na etapa 2) garante o perfeito encaixe dos roletes dos pesos com as garras de apoio.

4. Preparação e ajustes

4.1 Montagem (ou troca) da bateria do relógio digital

› Para montar (ou substituir) a bateria do relógio, remova o compartimento da bateria utilizando a chave de fenda para pressioná-lo suavemente para fora. O compartimento está localizado na parte frontal do relógio, ao lado direito do display. Insira a nova bateria (com o lado positivo direcionado para o display do relógio) e monte de volta o compartimento. O encaixe é muito suave, caso perceba que está sendo necessário exercer uma força excessiva, pare e verifique se não está tentando montar do lado invertido.

› O relógio digital utiliza uma bateria de 3V modelo CR2450. O display do relógio possui um ícone de bateria vazia <  > para indicar sua baixa carga. Quando ver este ícone no display faça a substituição.

4.2 Funções do relógio digital

› Pressione a tecla <ZERO/ON> para ligar o relógio digital ou para zerar o contador.

› Para desligar o relógio digital, pressione e mantenha pressionada por aproximadamente 2 segundos a tecla <ZERO/ON>.

› Pressione a tecla <SET> para fazer a seleção da escala de dureza Rockwell que deseja medir. Estão disponíveis as escalas: HRC, HRA, HRB, HRD, HRE, HRF, HRG, HRK e HRH. Ao selecionar cada escala será exibido na parte superior do display a carga que será aplicada (em Newton) e o tipo de penetrador que deve ser utilizado (diamante, esfera 1/16" ou esfera 1/8").

› Para ajustar data e hora, pressione e mantenha pressionada por aproximadamente 2 segundos a tecla <SET>. Será exibido um novo display onde primeiramente deve ser inserido o ano. Pressione então a tecla <CLR> para modificar o ano de <2000~2099>. Pressione a tecla <SET> para confirmar e passar para o ajuste do mês. Pressione a tecla <CLR> para modificar o mês de <1~12>. Pressione a tecla <SET> para confirmar e passar para o ajuste do dia. Pressione a tecla <CLR> para modificar o dia de <1~28/30/31>, dependendo do mês. Pressione a tecla <SET> para confirmar e passar para o ajuste da hora. Pressione a tecla <CLR> para modificar a hora de <0~24>. Pressione a tecla <SET> para confirmar e passar para o ajuste dos minutos. Pressione a tecla <CLR> para modificar os minutos de <0~60>. Pressione a tecla <SET> agora para concluir e retornar ao display principal.

- › Pressione a tecla <NUM> para selecionar um número de <1~9> para que o durômetro ao atingir esta quantidade de medições calcule automaticamente a média. Após atingir este número determinado de medições, pressione a tecla <CONV> para exibir a média.
- › Para apagar uma medição realizada e efetuar uma nova a ser contabilizada no cálculo da média, pressione a tecla <CLR>. Uma nova sequência não se inicia automaticamente após ter finalizado uma média anterior. Para iniciar uma nova sequência, pressione a tecla <CLR> quantas vezes forem necessárias até retornar o contador de medições para zero.
- › Após finalizar uma medição (individual ou média), o relógio automaticamente exibe também uma conversão da dureza para Vickers (HV) ou Brinell (HB). Pressione e mantenha pressionada por aproximadamente 2 segundos a tecla <CONV> para alternar entre as duas escalas. Caso o valor não tenha conversão para determinada escala será exibido <FFFF> no display.

4.3 Seletor de cargas

- › Neste modelo o seletor selecionará entre as cargas de 60 kgf, 100 kgf e 150 kgf. Cada carga é usada para medir determinadas escalas de dureza, sendo as mais comuns HRA, HRB e HRC, respectivamente. A relação completa está na plaqueta frontal no corpo do durômetro e no fim deste manual.

4.4 Aplicação e liberação da carga

- › A alavanca da lateral direita sempre começará e terminará a medição na posição <A>. Durante o processo de medição, no momento em que se deve liberar a carga para a penetração do durômetro, ela irá ser deslocada para a posição e depois de terminada a penetração retornará para a posição <A>.
- › **Atenção! Não solte e puxe esta alavanca com força excessiva. Sua movimentação deve ser suave, sem trancos, transmitindo um movimento sem ruídos ao relógio.**

4.5 Penetradores

- › Os penetradores são montados no encaixe acima da mesa de medição do durômetro e fixos por um parafuso hexagonal pelo lado direito, na face chanfrada do penetrador. **Atenção!** Nunca aperte o parafuso contra a parte cilíndrica do penetrador, evitando o risco do mesmo travar no furo.
- › Este modelo acompanha dois penetradores: Um com ponta de diamante 120° e raio de 0,2 mm e outro com esfera de metal duro Ø1/16", sendo usados mais frequentemente para as escalas de dureza HRC e HRB respectivamente. A relação completa está na plaqueta frontal no corpo do durômetro e no fim deste manual.
- › **Atenção! Os penetradores com esfera de metal duro contam com cinco esferas reservas no caso de algum acidente ou desgaste. Já o penetrador de diamante é único e sua manutenção inviável. Assim deve-se tomar o máximo de cuidado com ele, principalmente ao colocar e retirar as peças as quais vão ser medidas.**

4.6 Mesas de medição

- › Este durômetro é fornecido com três tipos de mesas. Duas mesas planas, com Ø56 e Ø148 mm, usadas para medição de peças retas e planas e uma mesa prismática (em V) para medição de peças cilíndricas (com Ø7 ~ Ø95 mm). O cliente tem a liberdade de fabricar novas mesas à medida que suas peças necessitem de outros tipos de apoio, somente respeitando o diâmetro de encaixe do fuso do durômetro.

4.7 Capa plástica telescópica do fuso

- › Esta capa funciona como protetora da rosca do fuso, evitando acúmulo de sujeira, entretanto pode ser retirada caso o usuário necessite ter uma abertura maior no durômetro.

4.8 Fuso

› O fuso pode ser limpo e lubrificado com o tempo, caso se acumule sujeira durante a utilização do durômetro. Para a limpeza utilize soluções livres de água, como por exemplo álcool isopropílico. Para a lubrificação pode ser utilizado óleo fino para máquina ou graxa especial para rolamentos. Não utilize graxa em excesso (evitando tornar a movimentação do fuso muito pesada) ou óleo desingripante (devido a este tipo de óleo ressecar depois de certo tempo, travando a movimentação).

4.9 Chave de fenda e chave hexagonal

› O durômetro é fornecido com uma chave de fenda para abertura das tampas e ajustes na posição do encosto do relógio caso necessário efetuar a calibração. O durômetro é fornecido também com uma chave hexagonal 2 mm usada para fixação dos penetradores.

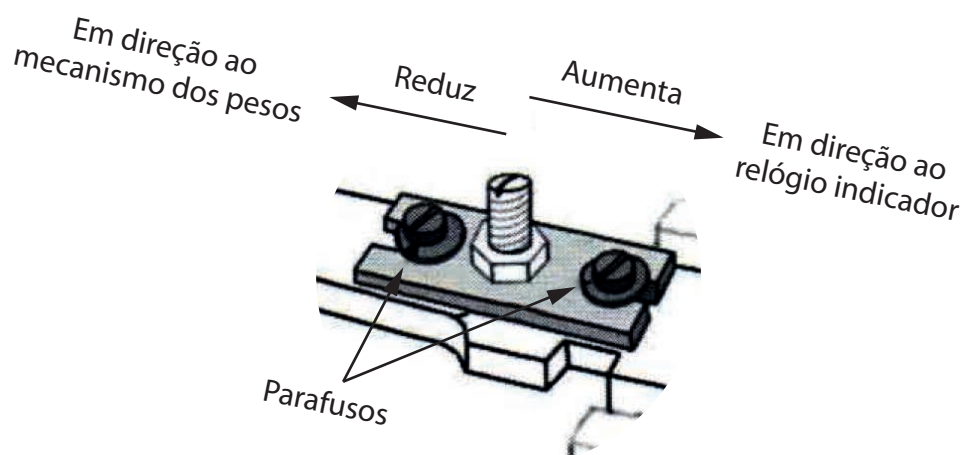
4.10 Padrões

› Este modelo de durômetro acompanha cinco padrões de dureza para conferência de medições e calibração. Três padrões na escala HRC (faixa baixa, média e alta de dureza), um padrão na escala HRA, e outro padrão na escala HRB.

› **Atenção!** Nunca realize medições na face inferior dos padrões de dureza. Apenas a face superior (face espelhada onde o valor de dureza está gravado) deve ser utilizada. Limpe bem os padrões antes de usá-los, eliminando completamente os resíduos de óleo.

› **Observação!** No caso de variações maiores que as toleráveis nos padrões, a primeira suspeita é o penetrador estar danificado. Deve ser averiguado se houve dano ao diamante ou se as esferas amassaram. Normalmente esses danos geram resultados com dureza maior que a real.

› Descartando danos nos penetradores, possíveis desvios podem ser ajustados pelo posicionamento do encosto do relógio. Mais detalhes no próximo tópico.

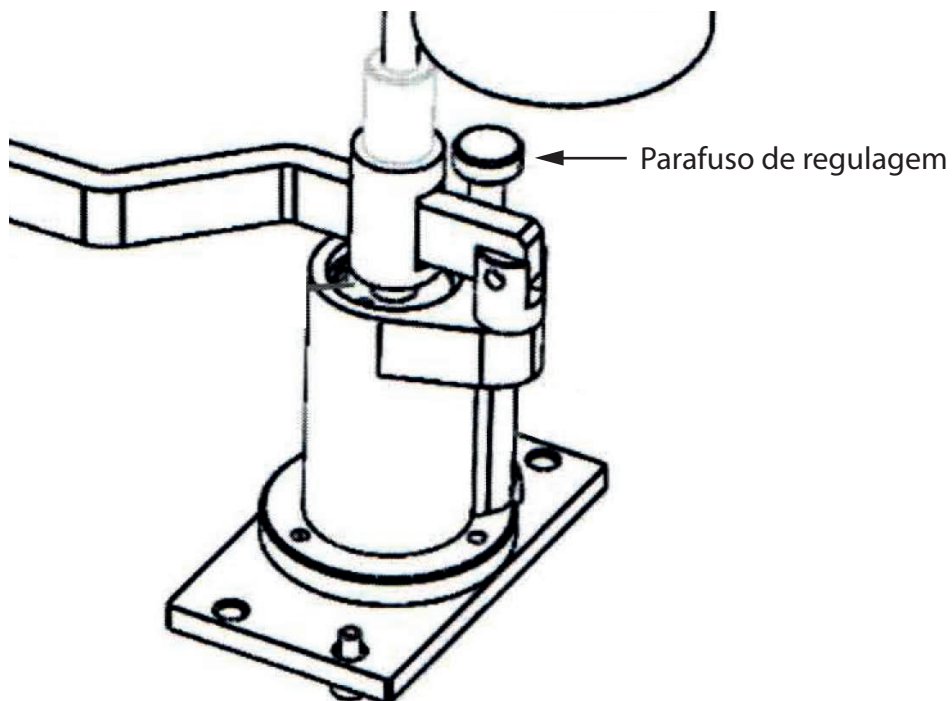


4.11 Ajuste de medida pelo posicionamento do encosto do relógio

- › Este ajuste se encontra na parte frontal do durômetro, logo atrás do relógio indicador. Para acessá-lo deve-se abrir a tampa superior.
- › Possíveis desvios podem ser compensados pelo posicionamento do encosto do relógio. Movimenta-se o encosto do relógio (soltando os dois parafusos fenda) para frente ou para trás. Para frente (em direção ao relógio indicador) aumenta o valor indicado da dureza. Para trás (em direção ao mecanismo dos pesos) diminui o valor indicado da dureza.

4.12 Ajuste de medida por correção eletrônica

- › Possíveis desvios podem ser compensados por um fator de correção eletrônico do relógio. Realize uma medição em um dos blocos padrão de dureza (veja o passo a passo para realizar uma medição na **página 14**). Após o resultado da dureza ser exibido no display do relógio, não prossiga descendo o fuso para descarregar a pré-carga. Neste momento pressione as teclas **<CONV> + <NUM>** ao mesmo tempo e as mantenha pressionadas por aproximadamente 2 segundos. Será exibido logo abaixo o fator de correção **<1.000>** (sem nenhum fator de correção aplicado). Pressione então a tecla **<NUM>** para diminuir o fator de correção, aumentando o resultado de dureza indicado. Ou pressione a tecla **<CONV>** para aumentar o fator de correção, reduzindo o resultado de dureza indicado. Por fim, pressione a tecla **<SET>** para confirmar a correção.
- › **Importante! Não é recomendado efetuar esses ajustes sem total certeza de sua necessidade ou sem conhecimento técnico. O durômetro já é fornecido com o melhor ajuste possível.**
- › Se após estes ajustes ainda não for possível chegar ao valor correto na medição de dureza, o usuário deve entrar em contato com a Digimess.



4.13 Velocidade do hidráulico

- › Este ajuste se encontra na parte traseira do durômetro. Para acessá-lo deve-se abrir a tampa traseira.
- › O dispositivo de pistão hidráulico que sustenta os pesos do durômetro possui um parafuso regulável que permite o ajuste da velocidade da liberação dos pesos, e consequentemente, do retorno do contador do relógio, podendo ser ajustado se o movimento estiver muito rápido ou lento.
- › O ideal é manter uma velocidade média, nem muito rápido a ponto de causar trepidação excessiva no mecanismo e transmitir erro à medição, nem muito lento tornando a medição muito demorada.

5. Medição

- 1) Selecione a carga que vai ser utilizada. Monte o penetrador respectivo a esta carga. Monte a mesa de medição adequada para o tipo de peça a ser medida. Sempre desça o fuso em uma abertura maior que a peça para evitar choques contra o penetrador. Acomode a peça sobre a mesa de medição. **Atenção!** Verifique e tenha certeza que a alavanca de carga na lateral direita esteja na posição <A> antes de iniciar a medição.
- 2) Gire o manípulo subindo o fuso suavemente até a peça fixar entre a mesa de medição e o penetrador. Continue girando o manípulo uniformemente até o contador digital do relógio atingir um valor entre <295~305>. Nesse intervalo será exibido piscando no display um indicador <ooo>. Este é o ponto correto de pré-carga. Caso passe de <305>, será exibido o indicador <EEE>, avisando que a pré-carga excedeu o limite máximo. Caso isso ocorrer, desça o fuso liberando a peça, e inicie novamente a medição em um outro ponto da peça.
- 3) Este é o processo da pré-carga, e o durômetro estará aplicando uma força de <10 kgf>.
- 4) Agora libere a alavanca da lateral direita para a posição para a aplicação total da carga na peça (60 kgf, 100 kgf ou 150 kgf) e a penetração será realizada.
- 5) O contador numérico do relógio, que estava no intervalo entre <295~305> começará a regredir. Aguarde essa contagem parar e estabilizar. **Nota!** Não existe um valor correto que ele sempre irá parar. Quanto mais o durômetro conseguir penetrar, essa contagem vai regredir mais. Quanto menos ele penetrar, essa contagem vai regredir menos. Após o valor estabilizar, observe a contagem de tempo logo abaixo. Nesse momento aguarde entre 5 ~ 10 segundos e puxe a alavanca de volta para a posição <A>. **Atenção!** Esta alavanca deve ser sempre deslocada para e puxada para <A> de forma suave e com velocidade reduzida. Puxar esta alavanca com força excessiva acarreta impacto e trepidação no mecanismo, onde resultados de dureza errados são indicados no relógio.
- 6) O resultado da dureza é exibido diretamente no display do relógio depois que a alavanca retornar para a posição <A>.
- 7) Depois de feita a leitura deve-se retirar a peça cuidadosamente, descendo o fuso em uma abertura maior que a peça. Nesse momento, ao liberar totalmente a peça da pré-carga, será exibida a conversão para Vickers (HV) ou Brinell (HB). Caso esteja trabalhando com a função de cálculo de média, neste momento será contabilizada uma medição a mais no total.
- 8) Para iniciar uma nova medição não é necessário zerar o relógio. Quando começar a aplicar a carga o relógio automaticamente sai do resultado da dureza da medição anterior e retorna ao contador da pré-carga.

Notas

- 1)** Sempre devemos descartar a primeira medição efetuada, por conta do acomodamento de partes mecânicas no durômetro. Essa primeira medição tende a apresentar um resultado com dureza inferior. Em alguns casos, por exemplo quando for efetuada a troca de penetradores, pode ser necessário descartar até as duas primeiras medições.
- 2)** A superfície de apoio da peça medida deve estar sempre perfeitamente paralela em relação a mesa de medição do durômetro (sem rebarbas por exemplo) e a superfície superior, onde será feita a medição, deve estar sempre perpendicular ao penetrador.
- 3)** Deve sempre ser respeitada a tabela de verificação da espessura mínima da peça a ser medida em cada escala (presente no **tópico 11**). Quanto mais dura for a peça (ou a chapa) menor poderá ser sua espessura. Peças ou chapas mais macias necessitam uma maior espessura.
- 4)** Em medições de peças cilíndricas devem ser somados os valores de correção à indicação no relógio conforme indicados na tabela do **tópico 10**.

6. Possíveis causas para erros no durômetro

Em caso de valores fora do esperado nas medições:

- › Escolha inadequada de penetrador ou escala de dureza.
- › Penetrador danificado. Substituir o penetrador (no caso do penetrador de diamante) ou substituir a esfera.
- › Falha na calibração do durômetro.
- › Alta rugosidade na superfície de medição (superior) ou rebarbas na superfície de apoio (inferior).
- › Medição da dureza na face de apoio do padrão de dureza (face inferior). Só a face superior espelhada do padrão de dureza deve ser utilizada. Não é permitido que nenhum furo seja feito na face de apoio.
- › Medição do padrão de dureza sem a limpeza de seu óleo lubrificante. Limpe completamente todo o óleo lubrificante do padrão de dureza antes de utilizá-lo.
- › Deslocamento da peça ao penetrador com força demasiada.
- › Deslocamento da alavanca de liberação/retirada da carga com força demasiada.
- › Peça cilíndrica mal apoiada na mesa em V ou uso errado da tabela de correção.
- › Utilização de peças com espessura menor que o recomendado.

Em caso de movimentação irregular no mecanismo:

- › Vazamento do óleo do compartimento hidráulico por deitar o durômetro na horizontal.
- › Presença de alguma trava de transporte que faltou ser retirada na montagem.
- › Deslocamento do conjunto de pesos ao mudar o durômetro de local.

7. Garantia

- › O durômetro modelo 400.006 possui garantia contra defeitos de fabricação por um período de 1 ano a partir da data de venda mencionada em nota fiscal, contanto que o equipamento tenha sido manuseado conforme precauções descritas neste manual de instruções.
- › A garantia não cobre defeitos nos penetradores por mau uso.

8. Tabela de conversão (ligas de alta dureza)

Rockwell HRC	Vickers HV 10 kg	Knoop HK >500 g	Brinell Ø10 - 3000 kg	Rockwell HRA	Rockwell HRD	Rockwell Superficial Penetrador de diamante			Dureza HS Shore Escleroscópio
						HR15N	HR30N	HR45N	
80	1865	-	-	92,0	86,5	96,5	92,0	87,0	-
79	1787	-	-	91,5	85,5	96,3	91,4	86,5	-
78	1710	-	-	91,0	84,5	96,0	91,0	85,5	-
77	1633	-	-	90,5	84,0	95,8	90,5	84,5	-
76	1556	-	-	90,0	83,0	95,5	90,0	83,5	-
75	1478	-	-	89,5	82,5	95,3	89,0	82,5	-
74	1400	-	-	89,0	81,5	95,0	88,5	81,5	-
73	1323	-	-	88,5	81,0	94,3	88,0	80,5	-
72	1245	-	-	88,0	80,0	94,5	87,0	79,5	-
71	1160	-	-	87,0	79,5	94,3	86,5	78,5	-
70	1076	972	-	86,5	78,5	94,0	86,0	77,5	-
69	1004	946	-	86,0	78,0	93,5	85,0	76,5	-
68	940	920	-	85,6	76,9	93,2	84,4	75,4	97
67	900	895	-	85,0	76,1	92,9	83,6	74,2	95
66	865	870	-	84,5	75,4	92,5	82,8	73,3	92
65	832	846	739	83,9	74,5	92,2	81,9	72,0	91
64	800	822	722	83,4	73,8	91,8	81,1	71,0	88
63	772	799	706	82,8	73,0	91,4	80,1	69,9	87
62	746	776	688	82,3	72,2	91,1	79,3	68,8	85
61	720	754	670	81,8	71,5	90,7	78,4	67,7	83
60	697	732	654	81,2	70,7	90,2	77,5	66,6	81
59	674	710	634	80,7	69,9	89,8	76,6	65,5	80
58	653	690	615	80,1	69,2	89,3	75,7	64,3	78
57	633	670	595	79,6	68,5	88,9	74,8	63,2	76
56	613	650	577	79,0	67,7	88,3	73,9	62,0	75
55	595	630	560	78,5	66,9	87,9	73,0	60,9	74
54	577	612	543	78,0	66,1	87,4	72,0	59,8	72
53	560	594	525	77,4	65,4	86,9	71,2	58,6	71
52	544	576	512	76,8	64,6	86,4	70,2	57,4	69
51	528	558	496	76,3	63,8	85,9	69,4	56,1	68
50	518	542	481	75,9	63,1	85,5	68,5	55,0	67
49	498	526	469	75,2	62,1	85,0	67,6	53,8	66
48	484	510	455	74,7	61,4	84,5	66,7	52,5	64
47	471	495	443	74,1	60,8	83,9	65,8	51,4	63
46	458	480	432	73,6	60,0	83,5	64,8	50,3	62

Continua na próxima página...

Continuação - 8. Tabela de conversão (ligas de alta dureza)

Rockwell HRC	Vickers HV 10 kg	Knoop HK >500 g	Brinell Ø10 - 3000 kg	Rockwell HRA	Rockwell HRD	Rockwell Superficial Penetrador de diamante			Dureza HS Shore Esclerôscópio
						HR15N	HR30N	HR45N	
45	446	466	421	73,1	59,2	83,0	64,0	49,0	60
44	434	452	409	72,5	58,5	82,5	63,1	47,8	58
43	423	438	400	72,0	57,7	82,0	62,2	46,7	57
42	412	426	390	71,5	56,9	81,5	61,3	45,5	56
41	402	414	381	70,9	56,2	80,9	60,4	44,3	55
40	392	402	371	70,4	55,4	80,4	59,5	43,1	54
39	382	391	362	69,9	54,6	79,9	58,6	41,9	52
38	372	380	353	69,4	53,8	79,4	57,7	40,8	51
37	363	370	344	68,9	53,1	78,8	56,8	39,6	50
36	354	360	336	68,4	52,3	78,3	55,9	38,4	49
35	345	351	327	67,9	51,5	77,7	55,0	37,2	48
34	336	342	319	67,4	50,8	77,2	54,2	36,1	47
33	327	334	311	66,8	50,0	76,6	53,3	34,9	46
32	318	326	301	66,3	49,2	76,1	52,1	33,7	45
31	310	318	294	65,8	48,4	75,6	51,3	32,5	44
30	302	311	286	65,3	47,7	75,0	50,4	31,3	43
29	294	304	279	64,6	47,0	74,5	49,5	30,1	42
28	286	297	271	64,3	46,1	73,9	48,6	28,9	41
27	279	290	264	63,8	45,2	73,3	47,7	27,8	40
26	272	284	258	63,3	44,6	72,8	46,8	26,7	39
25	266	278	253	62,8	43,6	72,2	45,9	25,5	38
24	260	272	247	62,4	43,1	71,6	45,0	24,3	37
23	254	266	243	62,0	42,1	71,0	44,0	23,1	36
22	248	261	237	61,5	41,6	70,5	43,2	22,0	35
21	243	256	231	61,0	40,9	69,9	42,2	20,7	34
20	238	251	226	60,5	40,1	69,4	41,5	19,6	33
18	230	-	219	-	-	-	-	-	32
16	222	-	212	-	-	-	-	-	31
14	213	-	203	-	-	-	-	-	30
12	204	-	194	-	-	-	-	-	29
10	196	-	187	-	-	-	-	-	28
8	188	-	179	-	-	-	-	-	27
6	180	-	171	-	-	-	-	-	26
4	173	-	165	-	-	-	-	-	25
2	166	-	158	-	-	-	-	-	24
0	160	-	152	-	-	-	-	-	23

9. Tabela de conversão (ligas de baixa dureza)

Rockwell HRB	Rockwell HRF	Rockwell HRG	Rockwell HRE	Rockwell HRH	Rockwell HRK	Rockwell HRA	Rockwell Superficial Penetrador esfera 1/16"			Brinell Ø10 - 500 kg	Brinell Ø10 - 3000 kg
							HR15T	HR30T	HR45T		
100,0	-	82,5	-	-	-	61,5	93,1	83,1	72,9	201	240
99,0	-	81,0	-	-	-	60,9	92,8	82,5	71,9	195	234
98,0	-	79,0	-	-	-	60,2	92,5	81,8	70,9	189	228
97,0	-	77,5	-	-	-	59,5	92,1	81,1	69,9	184	222
96,0	-	76,0	-	-	-	58,9	91,8	80,4	68,9	179	216
95,0	-	74,0	-	-	-	58,3	91,5	79,8	67,9	175	210
94,0	-	72,5	-	-	-	57,6	91,2	79,1	66,9	171	205
93,0	-	71,0	-	-	-	57,0	90,8	78,4	65,9	167	200
92,0	-	69,0	-	-	100,0	56,4	90,5	77,8	64,8	163	195
91,0	-	67,5	-	-	99,5	55,8	90,2	77,1	63,8	160	190
90,0	-	66,0	-	-	98,5	55,2	89,9	76,4	62,8	157	185
89,0	-	64,0	-	-	98,0	54,6	89,5	75,8	61,8	154	180
88,0	-	62,5	-	-	97,0	54,0	89,2	75,1	60,8	151	176
87,0	-	61,0	-	-	96,5	53,4	88,9	74,4	59,8	148	172
86,0	-	59,0	-	-	95,5	52,8	88,6	73,8	58,8	145	169
85,0	-	57,5	-	-	94,5	52,3	88,2	73,1	57,8	142	165
84,0	-	56,0	-	-	94,0	51,7	87,9	72,4	56,8	140	162
83,0	-	54,0	-	-	93,0	51,1	87,6	71,8	55,8	137	159
82,0	-	52,5	-	-	92,0	50,6	87,3	71,1	54,8	135	156
81,0	-	51,0	-	-	91,0	50,0	86,9	70,4	53,8	133	153
80,0	-	49,0	-	-	90,5	49,5	86,6	69,7	52,8	130	150
79,0	-	47,5	-	-	89,5	48,9	86,3	69,1	51,8	128	147
78,0	-	46,0	-	-	88,5	48,4	86,0	68,4	50,8	126	144
77,0	-	44,0	-	-	88,0	47,9	85,6	67,7	49,8	124	141
76,0	-	42,5	-	-	87,0	47,3	85,3	67,1	48,8	122	139
75,0	99,6	41,0	-	-	86,0	46,8	85,0	66,4	47,8	120	137
74,0	99,1	39,0	-	-	85,0	46,3	84,7	65,7	46,8	118	135
73,0	98,5	37,5	-	-	84,5	45,8	84,3	65,1	45,8	116	132
72,0	98,0	36,0	-	-	83,5	45,3	84,0	64,4	44,8	114	130
71,0	97,4	34,5	100,0	-	82,5	44,8	83,7	63,7	43,8	112	127
70,0	96,8	32,5	99,5	-	81,5	44,3	83,4	63,1	42,8	110	125
69,0	96,2	31,0	99,0	-	81,0	43,8	83,0	62,4	41,8	109	123
68,0	95,6	29,5	98,0	-	80,0	43,3	82,7	61,7	40,8	107	121
67,0	95,1	28,0	97,5	-	79,0	42,8	82,4	61,0	39,8	106	119

Continua na próxima página...

Continuação - 9. Tabela de conversão (ligas de baixa dureza)

Rockwell HRB	Rockwell HRF	Rockwell HRG	Rockwell HRE	Rockwell HRH	Rockwell HRK	Rockwell HRA	Rockwell Superficial Penetrador esfera 1/16"			Brinell Ø10 - 500 kg	Brinell Ø10 - 3000 kg
							HR15T	HR30T	HR45T		
66,0	94,5	26,5	97,0	-	78,0	42,3	82,1	60,4	38,7	104	117
65,0	93,9	25,0	96,0	-	77,5	41,8	81,8	59,7	37,7	102	116
64,0	93,4	23,5	95,5	-	76,5	41,4	81,4	59,0	36,7	101	114
63,0	92,8	22,0	95,0	-	75,5	40,9	81,1	58,4	35,7	99	112
62,0	92,2	20,5	94,5	-	74,5	40,4	80,8	57,7	34,7	98	110
61,0	91,7	19,0	93,5	-	74,0	40,0	80,5	57,0	33,7	96	108
60,0	91,1	17,5	93,0	-	73,0	39,5	80,1	56,4	32,7	95	107
59,0	90,5	16,0	92,5	-	72,0	39,0	79,8	55,7	31,7	94	106
58,0	90,0	14,5	92,0	-	71,0	38,6	79,5	55,0	30,7	92	104
57,0	89,4	13,0	91,0	-	70,5	38,1	79,2	54,4	29,7	91	103
56,0	88,8	11,5	90,5	-	69,5	37,7	78,8	53,7	28,7	90	101
55,0	88,2	10,0	90,0	-	68,5	37,2	78,5	53,0	27,7	89	100
54,0	87,7	8,5	89,5	-	68,0	36,8	78,2	52,4	26,7	87	-
53,0	87,1	7,0	89,0	-	67,0	36,3	77,9	51,7	25,7	86	-
52,0	86,5	5,5	88,0	-	66,0	35,9	77,5	51,0	24,7	85	-
51,0	86,0	4,0	87,5	-	65,0	35,5	77,2	50,3	23,7	84	-
50,0	85,4	2,5	87,0	-	64,5	35,0	76,9	49,7	22,7	83	-
49,0	84,8	-	86,5	-	63,5	34,6	76,6	49,0	21,7	82	-
48,0	84,3	-	85,5	-	62,5	34,1	76,2	48,3	20,7	81	-
47,0	83,7	-	85,0	-	61,5	33,7	75,9	47,7	19,7	80	-
46,0	83,1	-	84,5	-	61,0	33,3	75,6	47,0	18,7	80	-
45,0	82,6	-	84,0	-	60,0	32,9	75,3	46,3	17,7	79	-
44,0	82,0	-	83,5	-	59,0	32,4	74,9	45,7	16,7	78	-
43,0	81,4	-	82,5	-	58,0	32,0	74,6	45,0	15,7	77	-
42,0	80,8	-	82,0	-	57,5	31,6	74,3	44,3	14,7	76	-
41,0	80,3	-	81,5	-	56,5	31,2	74,0	43,7	13,6	75	-
40,0	79,7	-	81,0	-	55,5	30,7	73,6	43,0	12,6	75	-
39,0	79,1	-	80,0	-	54,5	30,3	73,3	42,3	11,6	74	-
38,0	78,6	-	79,5	-	54,0	29,9	73,0	41,6	10,6	73	-
37,0	78,0	-	79,0	-	53,0	29,5	72,7	41,0	9,6	72	-
36,0	77,4	-	78,5	100,0	52,0	29,1	72,3	40,3	8,6	72	-
35,0	76,9	-	78,0	99,5	51,5	28,7	72,0	39,6	7,6	71	-
34,0	76,3	-	77,0	99,0	50,5	28,2	71,7	39,0	6,6	70	-
33,0	75,7	-	76,5	98,8	49,5	27,8	71,4	38,3	5,6	69	-

Continua na próxima página...

Continuação - 9. Tabela de conversão (ligas de baixa dureza)

Rockwell HRB	Rockwell HRF	Rockwell HRG	Rockwell HRE	Rockwell HRH	Rockwell HRK	Rockwell HRA	Rockwell Superficial Penetrador esfera 1/16"			Brinell Ø10 - 500 kg	Brinell Ø10 - 3000 kg
							HR15T	HR30T	HR45T		
32,0	75,2	-	76,0	98,5	48,5	27,4	71,0	37,6	4,6	69	-
31,0	74,6	-	75,5	98,0	48,0	27,0	70,7	37,0	3,6	68	-
30,0	74,0	-	75,0	97,8	47,0	26,6	70,4	36,3	2,6	67	-
29,0	73,5	-	74,0	97,5	46,0	26,0	70,0	35,6	1,0	66	-
28,0	73,0	-	73,5	97,0	45,0	25,5	69,3	34,5	-	66	-
27,0	72,5	-	73,0	96,5	44,5	25,0	69,0	33,0	-	65	-
26,0	71,0	-	72,5	96,3	43,5	24,5	68,8	32,5	-	65	-
25,0	71,0	-	72,0	96,0	42,5	24,3	68,8	32,5	-	64	-
24,0	70,5	-	71,0	95,5	41,5	24,0	68,5	32,0	-	64	-
23,0	70,0	-	70,5	95,3	41,0	23,5	68,0	31,0	-	63	-
22,0	69,5	-	70,0	95,0	40,0	23,0	67,8	30,5	-	62	-
21,0	69,0	-	69,5	94,5	39,0	22,5	67,5	29,5	-	62	-
20,0	68,5	-	68,5	94,3	38,0	22,0	67,3	29,0	-	61	-
19,0	68,0	-	68,0	94,0	37,5	21,5	67,0	28,5	-	61	-
18,0	67,0	-	67,5	93,5	36,5	21,3	66,5	27,5	-	60	-
17,0	66,5	-	67,0	93,0	35,5	21,0	66,3	27,0	-	60	-
16,0	66,0	-	66,5	92,8	35,0	20,5	66,0	26,0	-	59	-
15,0	65,5	-	65,5	92,5	34,0	20,0	65,5	25,5	-	59	-
14,0	65,0	-	65,0	92,0	33,0	-	65,3	25,0	-	59	-
13,0	64,5	-	64,5	94,8	32,0	-	65,0	24,0	-	58	-
12,0	64,0	-	64,0	91,5	31,5	-	64,5	23,5	-	58	-
11,0	63,5	-	63,5	91,0	30,5	-	64,3	23,0	-	57	-
10,0	63,0	-	62,5	90,5	29,5	-	64,0	22,0	-	57	-
9,0	62,0	-	62,0	90,3	29,0	-	63,8	21,5	-	57	-
8,0	61,5	-	61,5	90,0	28,0	-	63,5	20,5	-	56	-
7,0	61,0	-	61,0	89,5	27,0	-	63,0	20,0	-	56	-
6,0	60,5	-	60,5	89,3	26,0	-	62,8	19,5	-	55	-
5,0	60,0	-	60,0	89,0	25,5	-	62,5	18,5	-	55	-
4,0	59,5	-	59,0	88,5	24,5	-	62,0	18,0	-	55	-
3,0	59,0	-	58,5	88,0	23,5	-	61,8	17,0	-	54	-
2,0	58,0	-	58,0	87,8	23,0	-	61,5	16,5	-	54	-
1,0	57,5	-	57,5	87,5	22,0	-	61,0	16,0	-	54	-
0,0	57,0	-	57,0	87,0	21,0	-	60,5	15,0	-	53	-

10. Tabelas de correções para peças cilíndricas (Rockwell)

Valores a serem adicionados na medição nas escalas A, C e D.										
Escalas A -- C -- D		Raio das peças cilíndricas (acima destes a correção não precisa ser feita)								
		3mm	5mm	6,5mm	8mm	9,5mm	11mm	12,5mm	16mm	19mm
Valor da dureza obtida	20	---	---	---	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0
	25	---	---	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
	30	---	---	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5
	35	---	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
	40	---	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5
	45	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
	50	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
	55	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0
	60	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0
	65	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0
	70	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0
	75	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
	80	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	85	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	90	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

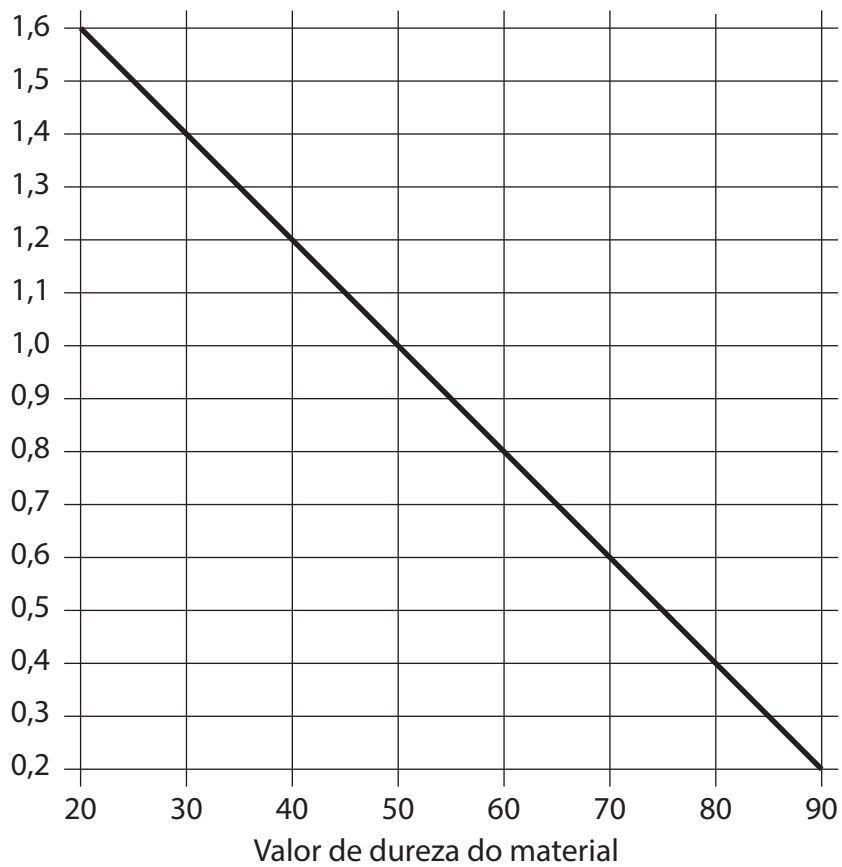
Correções superiores a 3 pontos nestas escalas não são aceitas e não foram mencionadas.

Valores a serem adicionados na medição nas escalas B, F e G.								
Escalas B -- F -- G		Raio das peças cilíndricas (acima destes a correção não precisa ser feita)						
		3mm	5mm	6,5mm	8mm	9,5mm	11mm	12,5mm
Valor da dureza obtida	20	---	---	---	4,5	4,0	3,5	3,0
	30	---	---	5,0	4,5	3,5	3,0	2,5
	40	---	---	4,5	4,0	3,0	2,5	2,5
	50	---	---	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
	60	---	5,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
	70	---	4,0	3,0	2,5	2,0	2,0	1,5
	80	5,5	3,5	2,5	2,0	1,5	1,5	1,5
	90	4,5	3,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,0
	100	3,5	2,5	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5

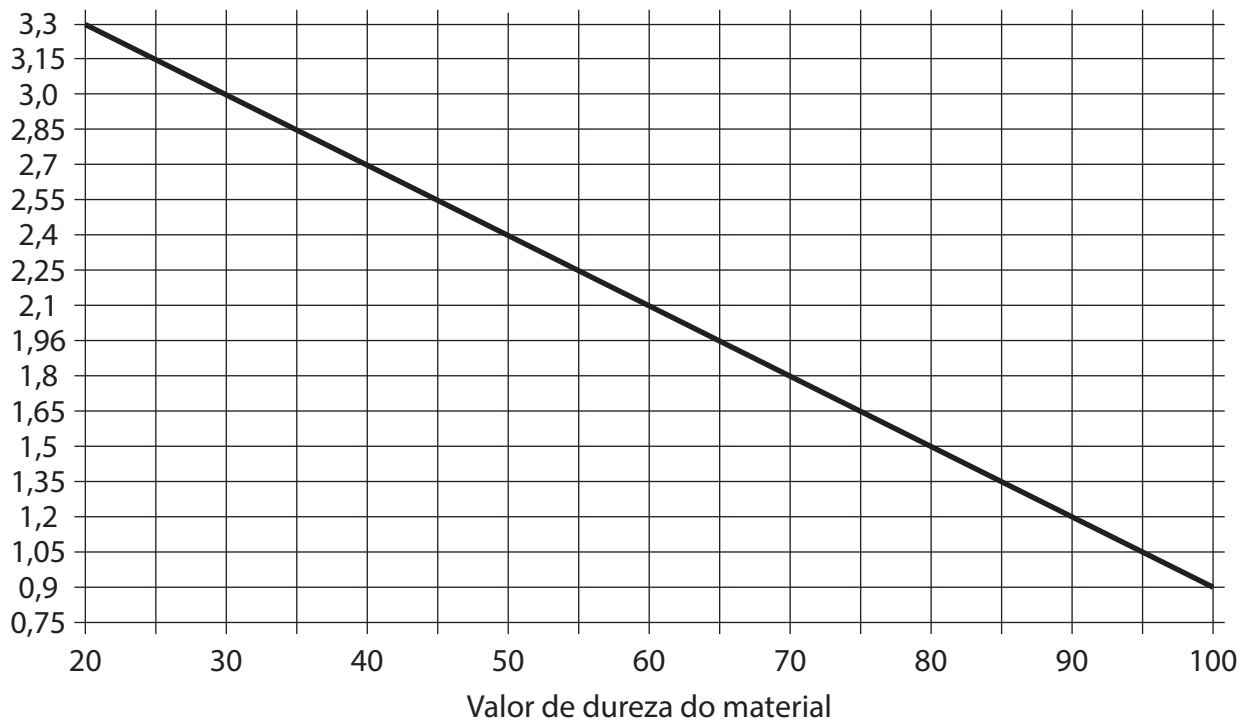
Correções superiores a 5 pontos nestas escalas não são aceitas e não foram mencionadas.

11. Tabelas de espessura mínima (Rockwell)

Espessura mínima para a peça testada nas escalas A, C e D (mm)



Espessura mínima para a peça testada nas escalas B, E, F, G, H e K (mm)



12. Tabela de escalas, faixa de medição e aplicações (Rockwell)

Escalas de dureza Rockwell					
Escala	Tipo do penetrador	Carga (kgf)	Leitura no mostrador	Aplicação	Faixa de medição
A	DIAMANTE	60	Preto	Metal duro, aço temperado, superfície carbonizada, aço com pouca espessura	20-88 HRA
B	ESFERA 1/16"	100	Vermelho	Ligas de alumínio, ligas de cobre, aço com baixa dureza, materiais com dureza < 20 HRC	20-100 HRB
C	DIAMANTE	150	Preto	Aço temperado, aço cementado, titânio, materiais com dureza > 100 HRB	20-70 HRC
D	DIAMANTE	100	Preto	Aço temperado, aço fundido, aço com pouca espessura	40-77 HRD
E	ESFERA 1/8"	100	Vermelho	Ferro fundido, ligas de alumínio e magnésio, rolamentos metálicos	70-100 HRE
F	ESFERA 1/16"	60	Vermelho	Chapas de metal maleável, ligas de cobre recozido	60-100 HRF
G	ESFERA 1/16"	150	Vermelho	Ligas de cobre-níquel-zinco e de cromo-níquel, ferros maleáveis	30-94 HRG
H	ESFERA 1/8"	60	Vermelho	Chumbo, zinco, alumínio, ligas de magnésio	80-100 HRH
K	ESFERA 1/8"	150	Vermelho	Rolamentos metálicos, muito maleáveis ou materiais finos	40-100 HRK