

Manual de Instruções
Durômetro de Bancada Rockwell Normal e Superficial
400.001-NEW

Leia cuidadosamente as instruções antes de utilizar o equipamento

(V-01-2025)

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	06
3	Montagem	07
3.1	Bancada	07
3.2	Durômetro	08
4	Preparação e ajustes	09
4.1	Relógio	09
4.2	Seletor da pré-carga	09
4.3	Seletor de cargas	09
4.4	Aplicação e liberação da carga (LOAD/UNLOAD)	09
4.5	Penetradores	10
4.6	Mesas de medição	10
4.7	Capa plástica telescópica do fuso	10
4.8	Fuso	10
4.9	Padrões	11
4.10	Chaves de serviço	11
4.11	Ajuste de medida pelo posicionamento do encosto do relógio	12
4.12	Velocidade do hidráulico	13
5	Medição	14
6	Possíveis causas para erros no durômetro	17
7	Garantia	18
8	Tabela de conversão (ligas de alta dureza)	19
9	Tabela de conversão (ligas de baixa dureza)	21
10	Tabelas de correções para peças cilíndricas	24
11	Tabelas de espessura mínima	26
12	Tabela de escalas, faixas de medição e aplicações	28

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	Esfera de metal duro reserva	1 peça	Maleta de acessórios
8	Padrão de dureza (30 ±5 HRC)	1 peça	Maleta de acessórios
9	Padrão de dureza (45 ±5 HRC)	1 peça	Maleta de acessórios
10	Padrão de dureza (60 ±3 HRC)	1 peça	Maleta de acessórios
11	Padrão de dureza (80 ±3 HRA)	1 peça	Maleta de acessórios
12	Padrão de dureza (95 ±5 HRB)	1 peça	Maleta de acessórios
13	Padrão de dureza (90 ±5 HR15N)	1 peça	Maleta de acessórios
14	Padrão de dureza (50 ±5 HR30N)	1 peça	Maleta de acessórios
15	Padrão de dureza (80 ±5 HR30N)	1 peça	Maleta de acessórios
16	Padrão de dureza (75 ±5 HR30T)	1 peça	Maleta de acessórios
17	Manípulo da alavanca de acionamento	1 peça	Maleta de acessórios
18	Parafusos para nivelamento	4 peças	Maleta de acessórios
19	Chave de fenda	1 peça	Maleta de acessórios
20	Chave hexagonal 3 mm	1 peça	Maleta de acessórios
21	Conjunto de pesos	5 pesos	Maleta de acessórios
22	Capa plástica telescópica do fuso	1 peça	Montada
23	Manual de instruções	1 peça	Caixa principal

1 Especificações técnicas

›	Modelo	400.001-NEW
›	Pré-carga	3 kgf (29,4 N) \pm 2% 10 kgf (98 N) \pm 2%
›	Carga total	15 kgf (147,1 N) \pm 1% 30 kgf (294,2 N) \pm 1% 45 kgf (441,3 N) \pm 1% 60 kgf (588,4 N) \pm 1% 100 kgf (980,7 N) \pm 1% 150 kgf (1471 N) \pm 1%
›	Graduação do relógio indicador	0,5 HR
›	Capacidade vertical	160 mm
›	Capacidade horizontal	140 mm
›	Dimensões da base do equipamento	470 x 170 mm
›	Altura	660 mm
›	Peso líquido	60 kg
›	Temperatura para trabalho	10 ~ 30 °C
›	Umidade relativa para trabalho	< 65% RH

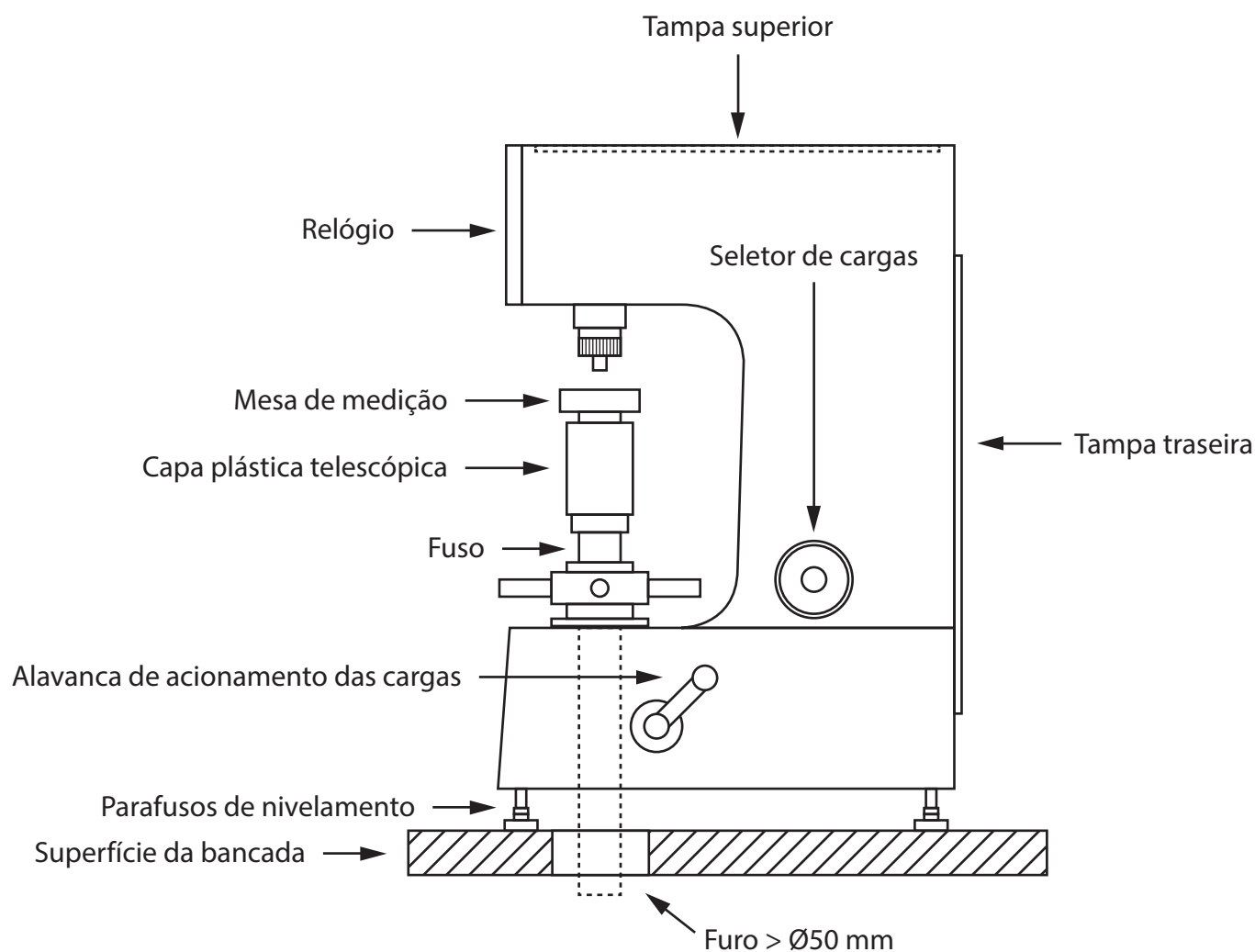
›	Capacidade	Exatidão
	20 ~ 75 HRA	± 2 HRA
	75 ~ 88 HRA	$\pm 1,5$ HRA
	20 ~ 45 HRB	± 4 HRB
	45 ~ 80 HRB	± 3 HRB
	80 ~ 100 HRB	± 2 HRB
	20 ~ 70 HRC	$\pm 1,5$ HRC
	40 ~ 70 HRD	± 2 HRD
	70 ~ 77 HRD	$\pm 1,5$ HRD
	70 ~ 90 HRE	$\pm 2,5$ HRE
	90 ~ 100 HRE	± 2 HRE
	60 ~ 90 HRF	± 3 HRF
	90 ~ 100 HRF	± 2 HRF
	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
	20 ~ 94 HRN	± 3 HRN
	01 ~ 93 HRT	± 3 HRT

* É necessária a utilização de penetradores especiais (não inclusos) para medição de algumas destas escalas

2 Retirando o equipamento da caixa

- › **ATENÇÃO! NUNCA DEITAR A CAIXA OU O DURÔMETRO NA POSIÇÃO HORIZONTAL, EVITANDO VAZAMENTO DO ÓLEO DO COMPARTIMENTO HIDRÁULICO.**
- 1) A caixa principal contém o durômetro e uma maleta contendo os acessórios do equipamento.
- 2) Remova os quatro parafusos hexagonais na parte inferior da caixa de madeira com uma chave 8 mm.
- 3) Corte as fitas de aço que amarram a caixa de madeira.
- 4) Retire toda a parte superior da caixa de madeira, restando apenas a base (com o durômetro fixo a ela).
- 5) Solte o filme plástico separando o durômetro da maleta de acessórios.
- 6) Corte a abraçadeira plástica que está travando a alavanca de acionamento dos pesos na lateral direita do durômetro.
- 7) Libere o durômetro soltando os quatro parafusos hexagonais por debaixo da base de madeira com uma chave 17 mm.

3 Montagem

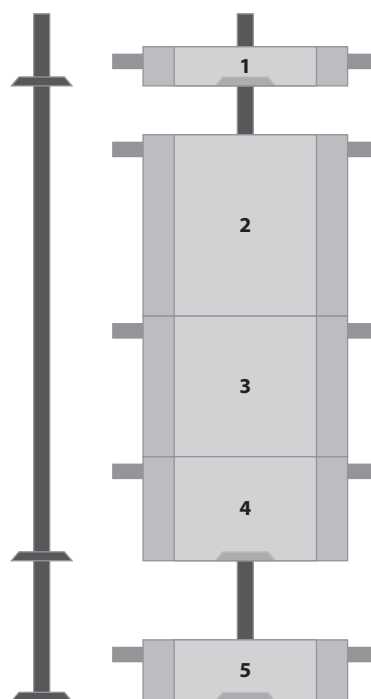


3.1 Bancada

- › 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 Ø50 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

- › Remova a proteção de madeira que trava o fuso do durômetro.
- › 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°).
- › Faça a montagem do manípulo da alavanca de acionamento na lateral direita do durômetro.
- › Verifique se esta alavanca de acionamento na lateral direita do durômetro se encontra na posição <A>. Caso estiver em , empurre de volta para <A>. Esta alavanca sempre deverá estar na posição <A> antes de iniciar uma medição.
- › 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).
- › Pela abertura superior, corte a abraçadeira plástica que está travando o braço interno do durômetro. Remova também a espuma que está travando a haste de acionamento do relógio indicador.
- › Pela abertura traseira, corte todas as abraçadeiras plásticas que estão travando as garras de apoio dos pesos e a haste guia.
- › Posicione o seletor de cargas na posição de 150 kgf. O número 150 ficará na posição frontal, alinhado ao círculo vermelho. Agora monte todos os pesos na haste guia. A montagem dos pesos deverá ser realizada de baixo para cima, do peso 5 até o peso 1.
- › Movimente o seletor de cargas para as outras posições e veja se as garras de apoio se movimentam corretamente, sendo erguidas e limitando a aplicação dos respectivos pesos.
- › **IMPORTANTE!** Os pesos 1, 4 e 5 são apoiados nos suportes da haste guia. Já os pesos 2 e 3 são apoiados sobre o peso 4, como na figura ao lado.



4 Preparação e ajustes

4.1 Relógio

- › Em estado inicial, o ponteiro grande sempre estará aproximadamente na graduação <65> da escala Rockwell Superficial (meia lua). O ponteiro pequeno estará no início de sua escala. Durante a medição, a zeragem do relógio é feita movimentando seu mostrador, girando o aro cromado após a pré-carga.

4.2 Seletor da pré-carga

- › O seletor de pré-carga está localizado junto ao encaixe do penetrador do durômetro. Deve-se girar o seletor recartilhado para a posição <SR> ou <R> até atingir o encosto. Ao selecionar <SR> (girando para a direita) a pré-carga do durômetro será de 3 kgf (para medição da dureza Rockwell Superficial de 15 kgf, 30 kgf e 45 kgf). Ao selecionar <R> (girando para a esquerda) a pré-carga será de 10 kgf (para medição da dureza Rockwell Normal de 60 kgf, 100 kgf ou 150 kgf).

4.3 Seletor de cargas

- › O seletor de cargas está localizado na lateral direita do durômetro. Neste modelo este seletor selecionará entre as cargas de 15 kgf, 30 kgf, 45 kgf, 60 kgf, 100 kgf e 150 kgf. Cada carga é usada para medir determinadas escalas de dureza, sendo as três primeiras para dureza superficial e as três últimas principalmente para HRA, HRB e HRC, respectivamente. A relação completa está na plaqueta frontal no corpo do durômetro e nos **tópicos 14 e 15** deste manual.

4.4 Aplicação e liberação da carga (LOAD/UNLOAD)

- › 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 liberada para a posição e depois de terminada a penetração retornará para a posição <A>.
- › **ATENÇÃO! Não solte ou empurre esta alavanca com força excessiva. Sua movimentação deve ser suave, sem trancos, transmitindo um movimento sem ruídos no ponteiro do 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° / R0,2 mm e outro com esfera de metal duro 1/16", sendo usados mais frequentemente para HRC/HRN e HRB/HRT respectivamente. A relação completa está na plaqueta frontal no corpo do durômetro e nos **tópicos 14 e 15** deste manual.
- › **ATENÇÃO! O penetrador com esfera de metal duro acompanha uma esfera reserva 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 usuário 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, sem folga.

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 utilize óleo fino para máquina. Não utilize graxa (devido a ser muito grossa pode tornar a movimentação pesada) ou óleo desengripante (devido a este tipo de óleo ressecar depois de certo tempo, travando a movimentação do fuso).

4.9 Padrões

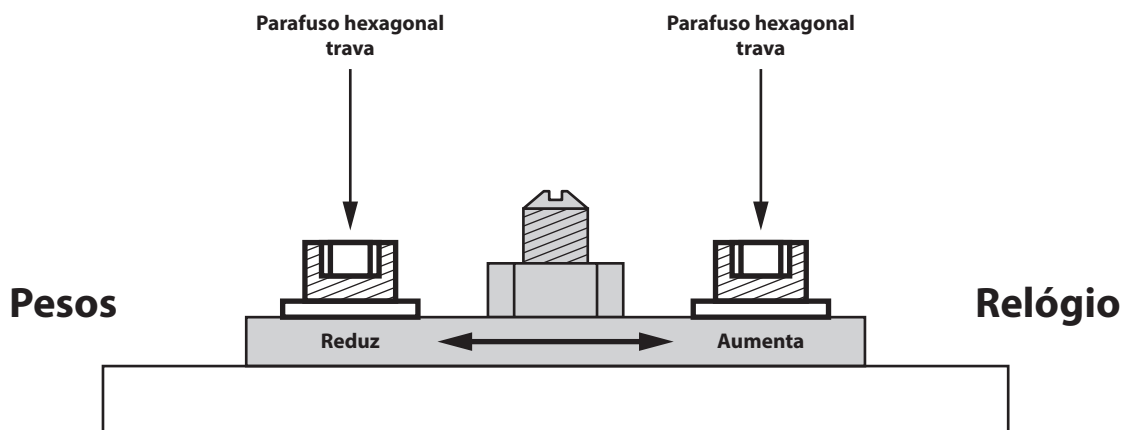
- › Este modelo de durômetro acompanha 09 padrões de dureza para conferência de medições e calibração: 03 padrões na escala HRC (faixa baixa, média e alta de dureza), 01 padrão na escala HRA, 01 padrão na escala HRB, 02 padrões na escala HR30N (faixa média e alta de dureza), 01 padrão na escala HR15N, e 01 padrão na escala HR30T.
- › A medição nos padrões de dureza de conferência deve apresentar resultados dentro das exatidões listadas no <tópico 1>.
- › **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 <tópico 4.11>.
- › **ATENÇÃO! Sempre limpe completamente o óleo lubrificante do padrão antes do uso (tanto na face de medição, como na face de apoio). Nunca faça medições na face de apoio (inferior) do padrão, só utilize a face superior (face onde está a gravação da dureza nominal).**

4.10 Chaves de serviço

- › 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 3 mm usada para fixação dos penetradores.

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 trava) 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.
- › **IMPORTANTE! Não é recomendado efetuar esse ajuste sem total certeza de sua necessidade ou sem conhecimento técnico. O durômetro já é fornecido com o melhor ajuste possível. Na maioria dos casos, desvios nas medições estão relacionados a penetradores danificados ou a pesos mau posicionados.**
- › Se após o ajuste do encosto do relógio ainda não ser possível chegar ao valor correto na medição de dureza, o usuário deve entrar em contato com a Digimess.



4.12 Velocidade do hidráulico

- › Este ajuste se encontra na parte traseira do durômetro, logo abaixo dos pesos. 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 ponteiro 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.
- › Para ajustar a velocidade de acionamento do hidráulico, solte a contra-porca e aperte ou afrouxe o parafuso de ajuste. Após ajustar fixe novamente a contra-porca.

5 Medição

- › Selecione a pré-carga (R / SR) e a carga (15 / 30 / 45 / 60 / 100 / 150 kgf) que serão utilizadas. Monte o penetrador respectivo a esta carga. Em caso de dúvida, verifique a plaqueta frontal no corpo do durômetro ou os **tópicos 14 e 15** deste manual.
- › Monte a mesa de medição adequada para o tipo de peça a ser medida. Acomode a peça sobre a mesa de medição. Sempre desça o fuso em uma abertura maior que a peça para evitar choques contra o penetrador. **ATENÇÃO!** Verifique e tenha certeza que a alavanca de carga na lateral direita esteja na posição **<A>** antes de iniciar a medição.
- › 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 ponteiro pequeno do relógio atingir a marcação com um círculo vermelho. Neste momento, o ponteiro grande do relógio ficará em uma posição aproximada a +90° (apontando para cima). Realize agora a zeragem do mostrador do relógio girando seu aro alinhando o ponteiro grande as letras **<C/A>**, **** ou **<SET>**
- › Este é o processo da pré-carga, e o durômetro estará aplicando uma força de **<3 kgf>** ou **<10 kgf>** (dependendo se a medição for Rockwell Superficial **<SR>** ou Rockwell Normal **<R>**).
- › Agora libere a alavanca da lateral direita para a posição **** para a aplicação da carga total na peça (15 / 30 / 45 / 60 / 100 / 150 kgf) e a penetração será realizada.
- › O ponteiro grande do relógio começará a retornar. Aguarde o ponteiro grande parar e estabilizar. **NOTA!** Não existe um valor correto que ele sempre irá parar. Quanto mais o durômetro conseguir penetrar, ele vai retornar mais. Quanto menos ele penetrar, ele vai retornar menos. Após ele estabilizar totalmente, aguarde entre 5 ~ 10 segundos e empurre a alavanca de volta para a posição **<A>**. **ATENÇÃO!** Esta alavanca deve ser sempre liberada para **** e empurrada para **<A>** de forma suave e com velocidade reduzida. Empurrar esta alavanca com força excessiva acarreta impacto e trepidação no mecanismo, onde resultados de dureza errados são indicados no relógio.

- › O valor da dureza é lido diretamente no relógio depois que a alavanca retornar para a posição <A>, sendo que o mostrador externo em meia-lua (preto) será usado em todas as medições de dureza Rockwell Superficial <SR>, tanto quando estiver utilizando o penetrador de diamante ou de esfera.
- › Já para as medições de dureza Rockwell Normal <R>, será usada o mostrador interno (branco), com a graduação preta sempre que estiver utilizando o penetrador de diamante (Ex.: para medição de HRC), e com a graduação vermelha sempre que estiver utilizando o penetrador de esfera (Ex.: para medição de HRB).
- › Depois de feita a leitura deve-se retirar a peça cuidadosamente, descendo novamente o fuso em uma abertura maior que a peça.

NOTAS

- › 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.
- › 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.
- › Deve sempre ser respeitada a tabela de verificação da espessura mínima da peça a ser medida em cada escala (presentes nos **tópico 12 e 13**). Quanto mais dura for a peça (ou a chapa) menor poderá ser sua espessura. Peças ou chapas mais macias necessitam uma maior espessura.
- › Em medições de peças cilíndricas devem ser somados os valores de correção à indicação no relógio conforme indicados na tabelas dos **tópico 10 e 11**.
- › Deve ser respeitada uma distância mínima entre duas medições. Essa distância segura para que uma medição não interfira na dureza da medição seguinte deverá ser de no mínimo 3x o diâmetro da indentação (considerando a distância entre os dois centros).

6 Possíveis causas para erros no durômetro

Em caso de valores fora do esperado nas medições:

- › Escolha inadequada de penetrador ou escala de dureza.
- › Escolha inadequada da pré-carga entre Rockwell Normal ou Superficial.
- › Capa plástica telescópica de proteção do fuso em contato com a parte inferior da mesa de medição atuando como um amortecedor na carga aplicada (principalmente nas cargas mais baixas).
- › 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 remover totalmente o óleo lubrificante de proteção.
- › 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 da posição de algum peso ao mudar o durômetro de local.

7 Garantia

- › O durômetro modelo 400.001-NEW 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 Normal)

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 correções para peças cilíndricas (Rockwell Superficial)

Valores a serem adicionados na medição na escala HRN.							
Supeficial N		Raio das peças cilíndricas (acima destes a correção não precisa ser feita)					
		1,6mm	3,2mm	5mm	6,5mm	9,5mm	12,5mm
Valor da dureza obtida	20	6,0	3,0	2,0	1,5	1,5	1,5
	25	5,5	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0
	30	5,5	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0
	35	5,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
	40	4,5	2,5	1,5	1,5	1,0	1,0
	45	4,0	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
	50	3,5	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
	55	3,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,5
	60	3,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
	65	2,5	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5
	70	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
	75	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,0
	80	1,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0
	85	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0
	90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

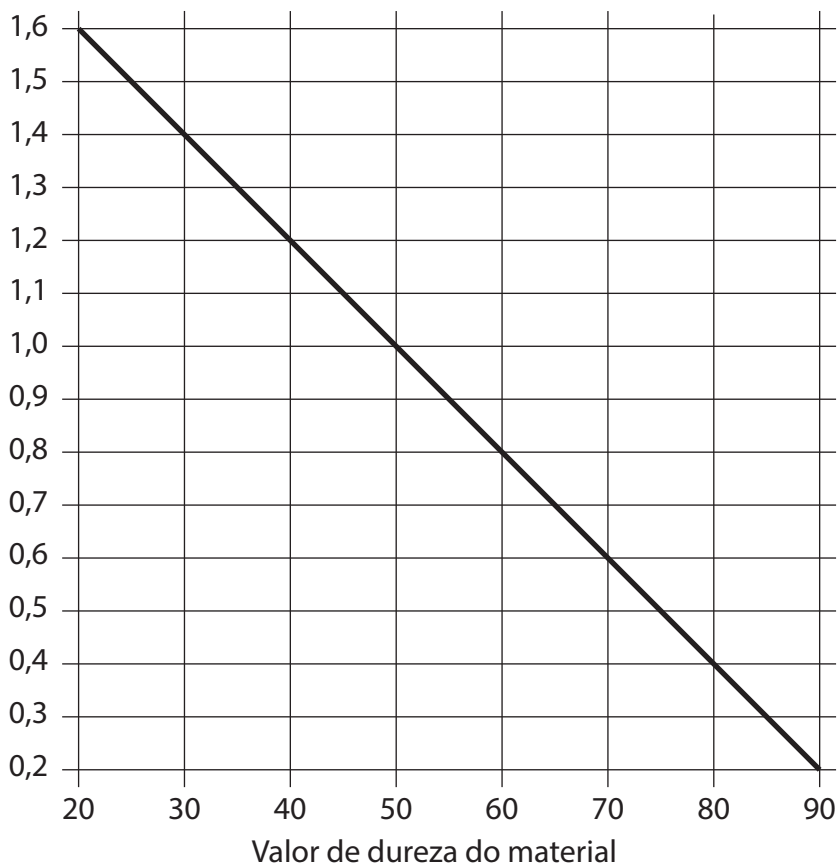
Correções superiores a 3 pontos só devem ser utilizadas em comum acordo em as partes.

Valores a serem adicionados na medição na escala HRT.								
Supeficial T		Raio das peças cilíndricas (acima destes a correção não precisa ser feita)						
		1,6mm	3,2mm	5mm	6,5mm	8mm	9,5mm	12,5mm
Valor da dureza obtida	20	13,0	9,0	6,0	4,5	3,5	3,0	2,0
	30	11,5	7,5	5,0	4,0	3,5	2,5	2,0
	40	10,0	6,5	4,5	3,5	3,0	2,5	2,0
	50	8,5	5,5	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5
	60	6,5	4,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5
	70	5,0	3,5	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
	80	3,0	2,0	2,5	1,5	1,0	1,0	0,5
	90	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5

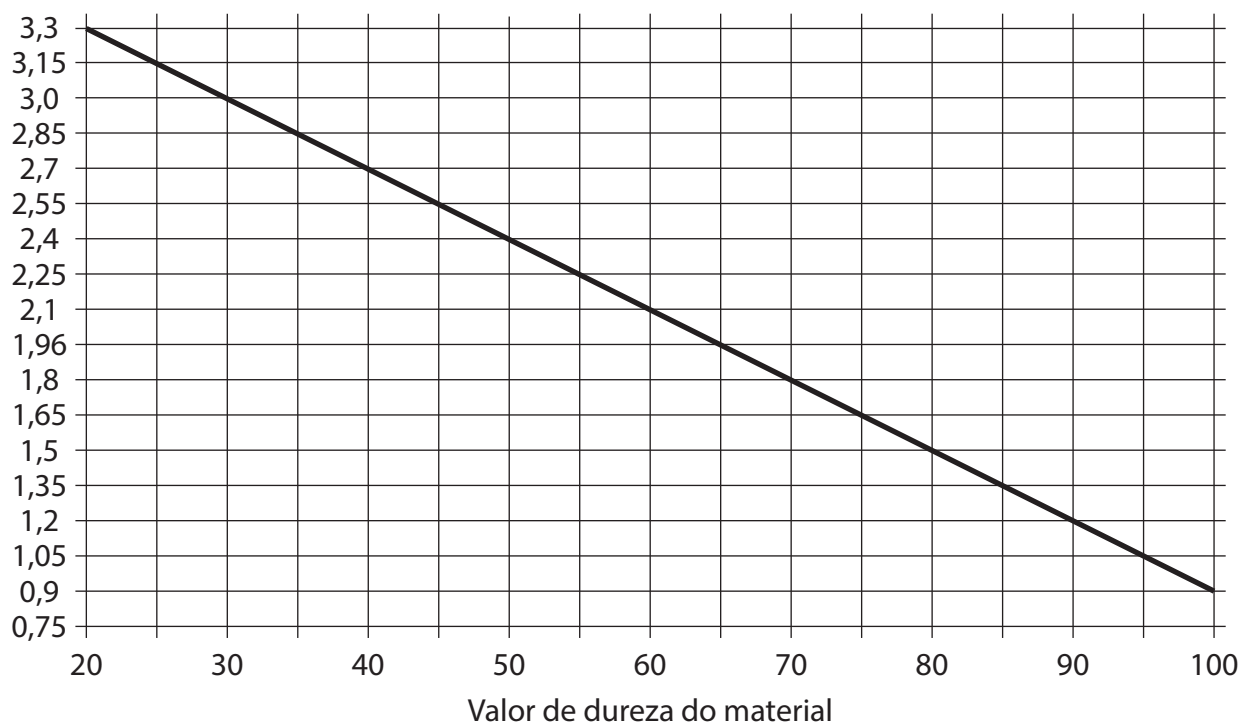
Correções superiores a 3 pontos só devem ser utilizadas em comum acordo em as partes.

12 Tabelas de espessura mínima (Rockwell Normal)

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

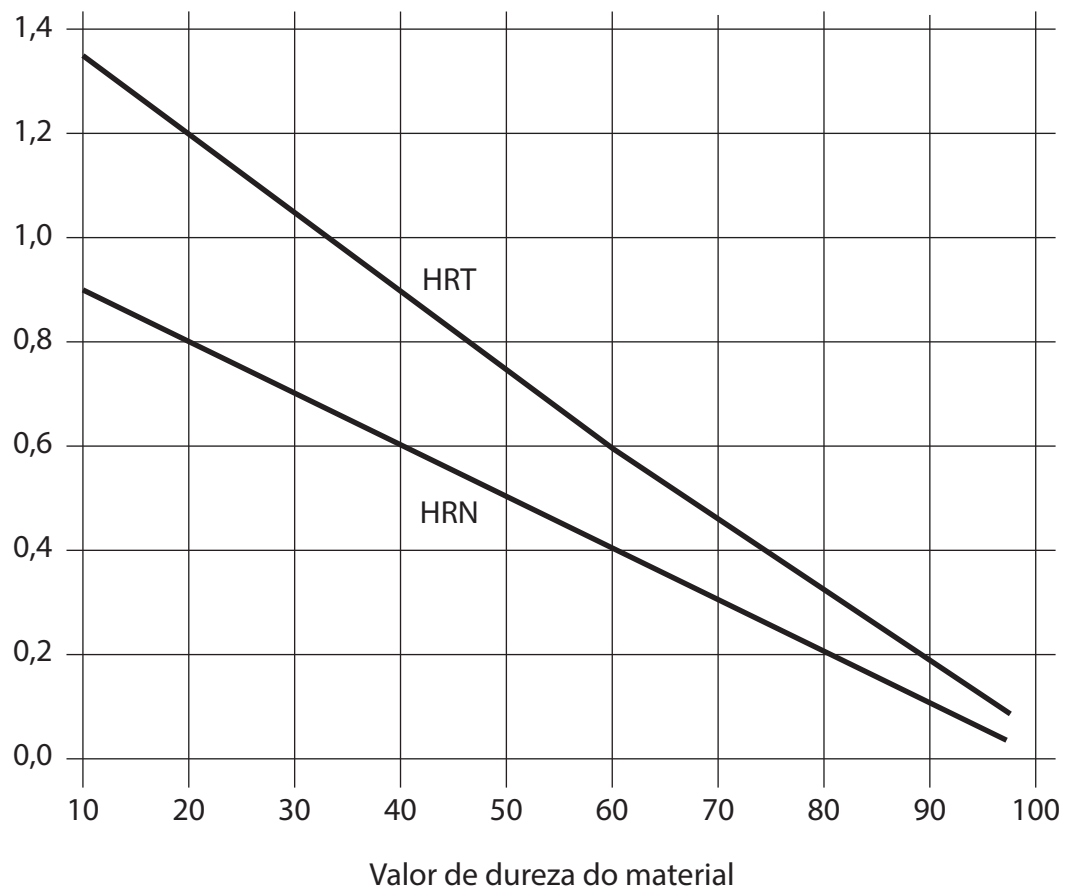


Espessura mínima para a peça testada nas escalas B, E, F, G, H e K (mm)



13 Tabela de espessura mínima (Rockwell Superficial)

Espessura mínima para a peça testada nas escalas HRN e HRT (mm)



14 Tabela de escalas, faixas de medição e aplicações (Rockwell)

Escalas de dureza Rockwell					
Escala	Tipo do penetrador	Carga (kgf)	Leitura na graduação	Aplicação	Faixa de medição
A	DIAMANTE	60	Preta	Metal duro, aço temperado, superfície carbonizada, aço com pouca espessura	20-88 HRA
B	ESFERA 1/16"	100	Vermelha	Ligas de alumínio, ligas de cobre, aço com baixa dureza, materiais com dureza < 20 HRC	20-100 HRB
C	DIAMANTE	150	Preta	Aço temperado, aço cementado, titânio, materiais com dureza > 100 HRB	20-70 HRC
D	DIAMANTE	100	Preta	Aço temperado, aço fundido, aço com pouca espessura	40-77 HRD
E	ESFERA 1/8"	100	Vermelha	Ferro fundido, ligas de alumínio e magnésio, rolamentos metálicos	70-100 HRE
F	ESFERA 1/16"	60	Vermelha	Chapas de metal maleável, ligas de cobre recozido	60-100 HRF
G	ESFERA 1/16"	150	Vermelha	Ligas de cobre-níquel-zinco e de cromo-níquel, ferros maleáveis	30-94 HRG
H	ESFERA 1/8"	60	Vermelha	Chumbo, zinco, alumínio, ligas de magnésio	80-100 HRH
K	ESFERA 1/8"	150	Vermelha	Rolamentos metálicos, muito maleáveis ou materiais finos	40-100 HRK
L	ESFERA 1/4"	60	Vermelha	Materiais plásticos, baquelite, fibras vulcanizadas, nylon, poliestireno, flexiglass	---
M	ESFERA 1/4"	100	Vermelha		---
P	ESFERA 1/4"	150	Vermelha		---
R	ESFERA 1/2"	60	Vermelha		---
S	ESFERA 1/2"	100	Vermelha		---
V	ESFERA 1/2"	150	Vermelha		---

15 Tabela de escalas, faixas de medição e aplicações (Rockwell Superficial)

Escalas de dureza Rockwell Superficial					
Escala de dureza	Tipo do penetrador	Carga (kgf)	Leitura na graduação	Aplicação	Faixa de medição
15N	DIAMANTE	15	Meia Lua	Materiais respectivos as escalas HRA, HRC e HRD, porém com pouca espessura da amostra ou da camada da dureza	70-94 HR15N
30N	DIAMANTE	30			42-86 HR30N
45N	DIAMANTE	45			20-77 HR45N
15T	ESFERA 1/16"	15		Materiais respectivos as escalas HRB, HRF e HRG, porém com pouca espessura da amostra ou da camada da dureza	67-93 HR15T
30T	ESFERA 1/16"	30			29-82 HR30T
45T	ESFERA 1/16"	45			1-72 HR45T