

Manual de instruções | Durômetro de bancada Rockwell Normal e Rockwell Superficial - 400.001

Leia cuidadosamente as instruções antes de utilizar o equipamento.

(V-06-2023)

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	04
1.	Introdução	05
2.	Especificações técnicas	06
3.	Retirando o equipamento da caixa	07
4.	Montagem	08
4.1	Bancada	08
4.2	Durômetro	08
5.	Preparação e ajustes	10
5.1	Relógio	10
5.2	Chave de seleção da pré-carga	10
5.3	Chave de seleção de cargas	10
5.4	Aplicação e liberação da carga	10
5.5	Penetradores	11
5.6	Mesas de medição	11
5.7	Borracha sanfonada	11
5.8	Fuso e rolamentos	11
5.9	Padrões	12
5.10	Chaves de serviço	12
6.	Medição	13
7.	Possíveis causas para erros no durômetro	15
8.	Características do amortecedor hidráulico	16
9.	Dispositivo para fixação de peças pesadas	17
10.	Posicionamento do encosto do relógio	18
11.	Garantia	19

12.	Escala comparativa de dureza (aço)	20
13.	Escala comparativa de dureza (outros)	22
14.	Tabelas de correções para peças cilíndricas (Rockwell Normal)	25
15.	Tabelas de correções para peças cilíndricas (Rockwell Superficial)	26
16.	Tabelas de espessura mínima (Rockwell Normal)	27
17.	Tabelas de espessura mínima (Rockwell Superficial)	28
18.	Tabela de escalas, faixa de medição e aplicações (Rockwell Normal)	29
19.	Tabela de escalas, faixa de medição e aplicações (Rockwell Superficial)	30

Relação de itens na embalagem

No.	Item	Quantidade	Embalado
1.	Durômetro	1 peça	Caixa principal
2.	Conjunto de pesos	15 kg, 30 kg, 45 kg, 60 kg, 100 kg, 150 kg	Acoplado no equipamento
3.	Relógio indicador	1 peça	Acoplado no equipamento
4.	Mesa plana - Ø50 mm	1 peça	Caixa de acessórios
5.	Mesa prismática (V) - 40 mm / 120° (para cilindros com Ø6~45 mm)	1 peça	Caixa de acessórios
6.	Prensa p/ fixação de peças pesadas	1 peça	Acoplada no equipamento
7.	Penetrador de diamante Ângulo 120° - R0,2 mm	1 peça	Caixa de acessórios
8.	Penetrador com esfera de aço Ø1/16" (1,5875 mm)	1 peça	Caixa de acessórios
9.	Esfera de aço reserva	5 peças	Caixa de acessórios
10.	Padrão de dureza (60 ±5 HRC)	1 peça	Caixa de acessórios
11.	Padrão de dureza (90 ±5 HRB)	1 peça	Caixa de acessórios
12.	Padrão de dureza (75 ±5 HRN)	1 peça	Caixa de acessórios
13.	Chaves hexagonais 2,5 - 3 - 4 - 5 mm	4 peças	Caixa de acessórios
14.	Pêndulo	1 peça	Amarrado no fuso
15.	Contra peso	1 peça	Acoplado no equipamento
16.	Alavanca de acionamento	1 peça	Caixa de acessórios
17.	Protetor de borracha do fuso	1 peça	Acoplado no equipamento
18.	Capa de proteção do equipamento	1 peça	Caixa principal
19.	Manual de instruções	1 peça	Caixa principal

1. Introdução

- › Os durômetros são projetados para medir a dureza de metais e ligas de todos os tipos, duros ou macios, sejam planos, cilíndricos ou de formatos irregulares.
- › Os durômetros são disponíveis em diferentes modelos para adequar às exigências individuais. Este modelo em especial tem a possibilidade de leitura nas escalas Rockwell Normal e Rockwell Superficial.
- › São ideais para laboratórios, ferramentarias, departamentos de inspeção, fundições e instituições educacionais.
- › Este equipamento está de acordo com normas nacionais (ABNT) e internacionais (ISO 6508).

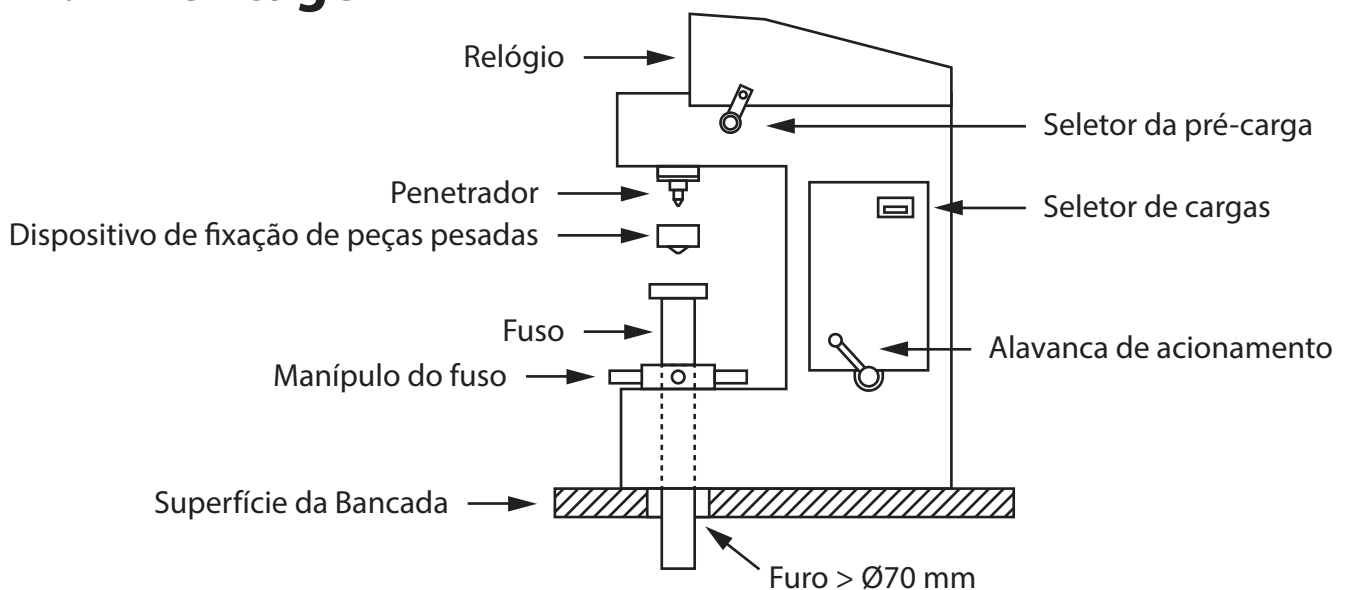
2. Especificações técnicas

›	Modelo	400.001
›	Pré-carga	3 kgf (29,42 N) $\pm 2\%$ 10 kgf (98,07 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	1 HR
›	Capacidade vertical	290 mm
›	Capacidade horizontal	148 mm
›	Dimensões da base do equipamento	470 x 210 mm
›	Altura	860 mm
›	Peso líquido	114 kg (aproximadamente)
›	Exatidão	20 ~ 88 HRA: $\pm 1,5$ HRA 20 ~ 100 HRB: ± 3 HRB 20 ~ 70 HRC: $\pm 1,5$ HRC 20 ~ 94 HRN: ± 3 HRN 01 ~ 93 HRT: ± 3 HRT

3. 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 pequena caixa de madeira contendo os acessórios, o pêndulo amarrado ao fuso e a capa plástica de proteção do equipamento.
- › **1)** Remova as quatro porcas na parte inferior da caixa de madeira utilizando uma chave fixa 15mm.
- › **2)** Retire toda a parte superior da caixa de madeira, restando apenas a base (com o durômetro e os acessórios fixos a ela).
- › **3)** Remova as quatro porcas nas abas laterais do durômetro com uma chave fixa 15 mm liberando-o da base de madeira.
- › **4)** Solte a caixa de acessórios, o pêndulo e a capa de proteção que estão presos ao durômetro cortando as abraçadeiras plásticas.

4. Montagem

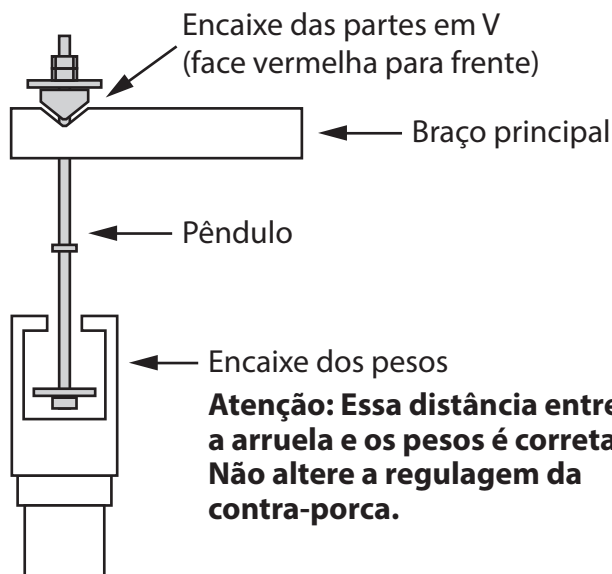


4.1 Bancada

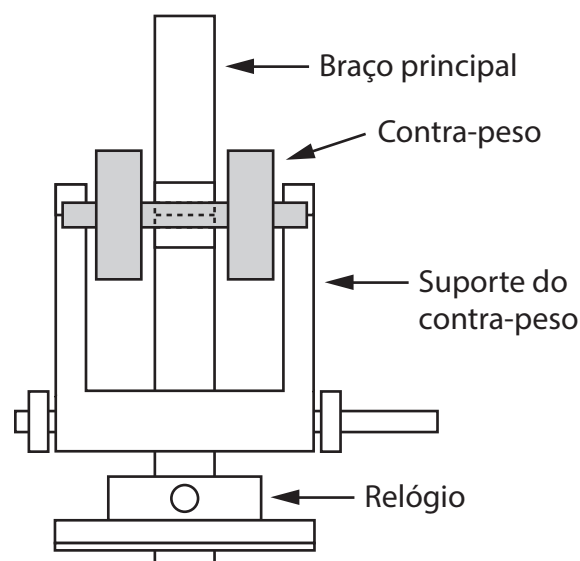
- › Primeiramente deve-se providenciar a bancada para uso do durômetro. Deve ser robusta. **É muito importante que tenha ajuste para nivelamento na parte inferior (nos quatro pés).** A altura da mesa deve ser calculada para que o mostrador do relógio esteja de frente para a visão do operador, normalmente terá aproximadamente 770 mm. Deve ser feito um furo com no mínimo Ø70 mm em sua superfície para descida do fuso (rosca preta protegida pela borracha). Por fim, coloca-se o durômetro sobre a bancada fazendo seu nivelamento.
- › O local onde será montado deverá estar livre de trepidações decorrentes de máquinas próximas.

4.2 Durômetro

- › Corte a abraçadeira plástica que está amarrada em um parafuso hexagonal no encaixe cromado na lateral direita do durômetro. Remova este parafuso também.
- › Desça o fuso pelo manípulo e retire todas as proteções plásticas/madeira que o estavam travando. Desmonte o dispositivo de fixação de peças pesadas desrosqueando todo o conjunto.
- › Desmonte a tampa superior azul (através dos quatro parafusos fenda) e a tampa lisa na lateral esquerda (através dos quatro parafusos hexagonais - allen).
- › Retire pela abertura superior dois parafusos grandes hexagonais (que travam os pesos) utilizando uma chave tipo biela 19 mm e uma chapa transversal azul, soltando os dois parafusos prateados fenda em suas extremidades, junto com a proteção de plástico. **Atenção!** É necessário retirar toda a chapa transversal azul, e não apenas soltar o parafuso central.



Montagem do pêndulo
(vista lateral)



Montagem do contra-peso
(vista superior)

- › Corte a abraçadeira plástica que está fixando o contra-peso no braço principal do durômetro e faça sua montagem posicionado no suporte como no desenho acima.
- › Monte o pêndulo (que estava amarrado no fuso do durômetro) na extremidade do braço principal, de modo que as duas partes em V se encaixem e a arruela inferior fique interna no encaixe dos pesos. Posicione a face do pêndulo pintada em vermelho para frente. **Atenção! A arruela inferior ficará mesmo solta.** Não deve ser modificado nem o ajuste do pêndulo e nem o ajuste dos pesos para travar essa arruela. Os pesos serão despejados, ficando pendurados nessa arruela, apenas durante a medição da dureza.
- › Repare se o relógio está corretamente posicionado e fixo. Uma arruela prateada determina a altura exata entre ele e o suporte.
- › Parafuse a alavanca de acionamento (está guardada na caixa de madeira de acessórios) na rosca do encaixe cromado na lateral direita do durômetro. Verifique se a alavanca está na posição <A>. Caso não estiver, puxe-a para a posição <A>. **Observação!** Esta alavanca só sairá da posição <A> durante a medição.
- › Retire pela abertura da lateral esquerda duas proteções de plástico que restaram após a retirada dos dois parafusos grandes que travavam os pesos. **Atenção!** Ao lado do furo de entrada de óleo do hidráulico estará um parafuso regulável. Este servirá para regular a velocidade de descida dos pesos, e consequentemente, do retorno do ponteiro do relógio, podendo ser ajustado se o movimento estiver muito rápido ou lento.
- › Feche a tampa superior e a lateral esquerda depois de algumas medições, caso não sejam necessários ajustes.

5. Preparação e ajustes

5.1 Relógio

- › Em estado inicial o ponteiro grande sempre estará aproximadamente a -90° (apontando para baixo). O ponteiro pequeno estará no início de sua escala, também a -90° .
- › **Observação!** Este relógio conta com sistema de zeragem automática, que também funciona como um sistema anti-choque. Se os ponteiros não estiverem na posição inicial pode ser devido ao acionamento deste sistema por algum impacto. Então deve-se avançar o curso do relógio até o fim e retornar suavemente para ele se auto ajustar.

5.2 Chave de seleção da pré-carga

- › Está na lateral direita da tampa superior. Seleciona a pré-carga do durômetro para 3 kgf (para medição da dureza Rockwell Superficial de 15 kgf, 30 kgf e 45 kgf) ou pré-carga de 10 kgf (para medição da dureza Rockwell Normal de 60 kgf, 100 kgf ou 150 kgf).

5.3 Chave de seleção de cargas

- › Neste modelo esta chave 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 no fim deste manual.

5.4 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 no ponteiro do relógio.**

5.5 Penetradores

- › Os penetradores são colocados no encaixe acima da mesa de medição do durômetro e fixos por um parafuso hexagonal (allen) 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 aço 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 no fim deste manual.
- › **Atenção! Os penetradores com esfera de aço 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.**

5.6 Mesas de medição

- › Este durômetro possui dois tipos de mesa: Uma mesa plana com diâmetro de 50 mm (para medição de peças retas e planas) e uma mesa prismática em V (para medição de peças cilíndricas, indicada para diâmetros de 6~45 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, sem folga.

5.7 Borracha sanfonada

- › Esta borracha 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.

5.8 Fuso e rolamentos

- › O fuso e os rolamentos podem ser limpos e lubrificados 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).

5.9 Padrões

- › Este modelo de durômetro acompanha três padrões para conferência de medições e calibração: Um na escala Superficial (podendo o durômetro variar em ± 3 pontos em relação ao padrão), um na escala HRC (podendo o durômetro variar em $\pm 1,5$ ponto em relação ao padrão), e outro em HRB (podendo o durômetro variar em ± 3 pontos em relação ao padrão).
- › **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 relógio. Movimenta-se todo o conjunto do relógio para frente ou para trás, soltando os dois parafusos hexagonais (allen) do lado esquerdo. Para frente aumenta o valor da dureza. Para trás diminui o valor da dureza. No caso de ainda assim não ser possível chegar ao valor correto o cliente deve entrar em contato com a Digimess.
- › **Atenção! Sempre limpe completamente o óleo lubrificante do padrão antes do uso. Nunca faça testes na face inferior do padrão, só utilize a face superior espelhada.**

5.10 Chaves de serviço

- › O instrumento é fornecido com um jogo de chaves hexagonais (allen) para fixação do penetrador, abertura das tampas e ajustes na posição do relógio.

6. Medição

- › Selecione a pré-carga e 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 no penetrador. Acomode a peça sobre a mesa de 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 o fim de sua escala, parando precisamente alinhado ao traço fino preto. Note que não precisa dar atenção ao ponteiro maior, pois ele tem zeragem automática e sempre vai parar no <SET>. **Observação!** No caso do ponteiro grande não ficar exatamente em cima da marcação <SET>, deve-se abrir a tampa superior e girar o mostrador manualmente para alinhá-lo.
- › 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 ou Normal).
- › Agora libere a alavanca da lateral direita para o ponto para a aplicação total da carga na peça (15 kgf, 30 kgf, 45 kgf, 60 kgf, 100 kgf ou 150 kgf) e a penetração será realizada. Quanto mais o durômetro conseguir penetrar, mais macio será o material. Quanto menos ele penetrar, mais duro será.
- › Quando o ponteiro grande parar e estabilizar, espere 3 a 5 segundos e puxe a alavanca novamente 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.**
- › O valor da dureza é lido diretamente no relógio, sendo que a escala preta externa (em meia-lua) será usada em todas as medições de dureza Rockwell Superficial, tanto quando estiver utilizando o penetrador de diamante ou esfera.
- › Já para as medições de dureza Rockwell Normal, será usada a graduação interna, com a escala preta sempre que estiver utilizando o penetrador de diamante (Ex.: para medição de HRC), e com a escala 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 (presente nas páginas 27/28). 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 tabela das páginas 25/26.

7. 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 Normal/Superficial ou deslocamento de posição do contra-peso (por exemplo sua queda do suporte de apoio).
- › Borracha 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 do pêndulo ao mudar o durômetro de local.

8. Características do amortecedor hidráulico

- › O equipamento possui um amortecedor hidráulico garantindo suavidade na aplicação e retirada da carga. Para acessá-lo deve-se abrir a tampa lisa na lateral esquerda do durômetro.
- › O amortecedor 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.
- › **Observação!** Não é recomendada a desmontagem do amortecedor sem conhecimento da Digimess, podendo-se perder a garantia. Apenas é permitido o ajuste no parafuso de controle da velocidade.
- › **É expressamente proibido deitar o durômetro na horizontal, correndo o risco de vazamento do óleo do sistema de amortecedor hidráulico.**

9. Dispositivo para fixação de peças pesadas

- › Em casos de medição em peças muito robustas e pesadas, que não acomodam corretamente sobre a mesa do durômetro, pode ser necessário o uso deste acessório, muitas vezes chamado simplesmente de "prensa-peça". O dispositivo para fixação de peças pesadas é a capa cromada que está rosqueada em torno do encaixe no penetrador.
- › O dispositivo é fixado na rosca em torno do encaixe do penetrador do durômetro, ajustando a altura correta para fixação da peça a ser medida e travando a contra-porca.
- › **Atenção!** É preciso um ajuste perfeito de altura, pois o penetrador tem que ser capaz de efetuar todo o seu deslocamento até a zeragem do relógio ao mesmo tempo em que o dispositivo seja capaz de travar a peça contra a mesa de medição.

10. Posicionamento do encosto do relógio

- › Este ajuste se encontra no suporte que sustenta o relógio indicador pela abertura superior do durômetro. 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 hexagonais/allen do lado esquerdo do relógio) para frente ou para trás. Para frente (em direção ao usuário) aumenta o valor indicado da dureza. Para trás (em direção ao mecanismo dos pesos) diminui o valor indicado da dureza.
- › **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.**
- › 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.

11. Garantia

- › O durômetro modelo 400.001 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.

12. 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 - 12. 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

13. 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 - 13. 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 - 13. 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	91,8	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	-

14. 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.

15. 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

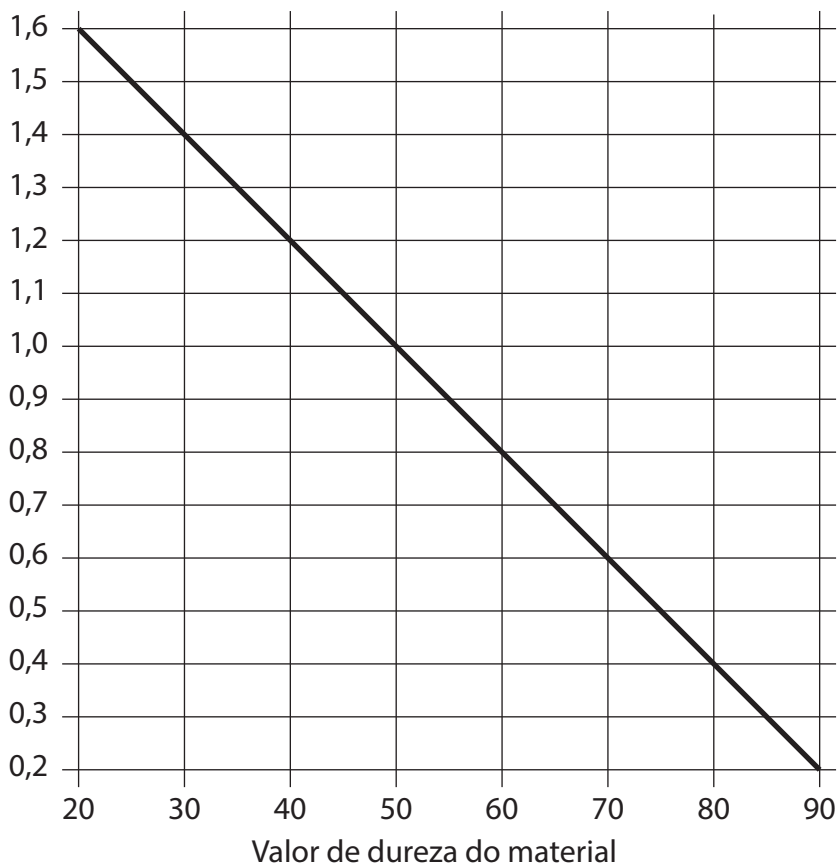
Correções superiores a 3 pontos só devem ser utilizadas em comum acordo em as partes.

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

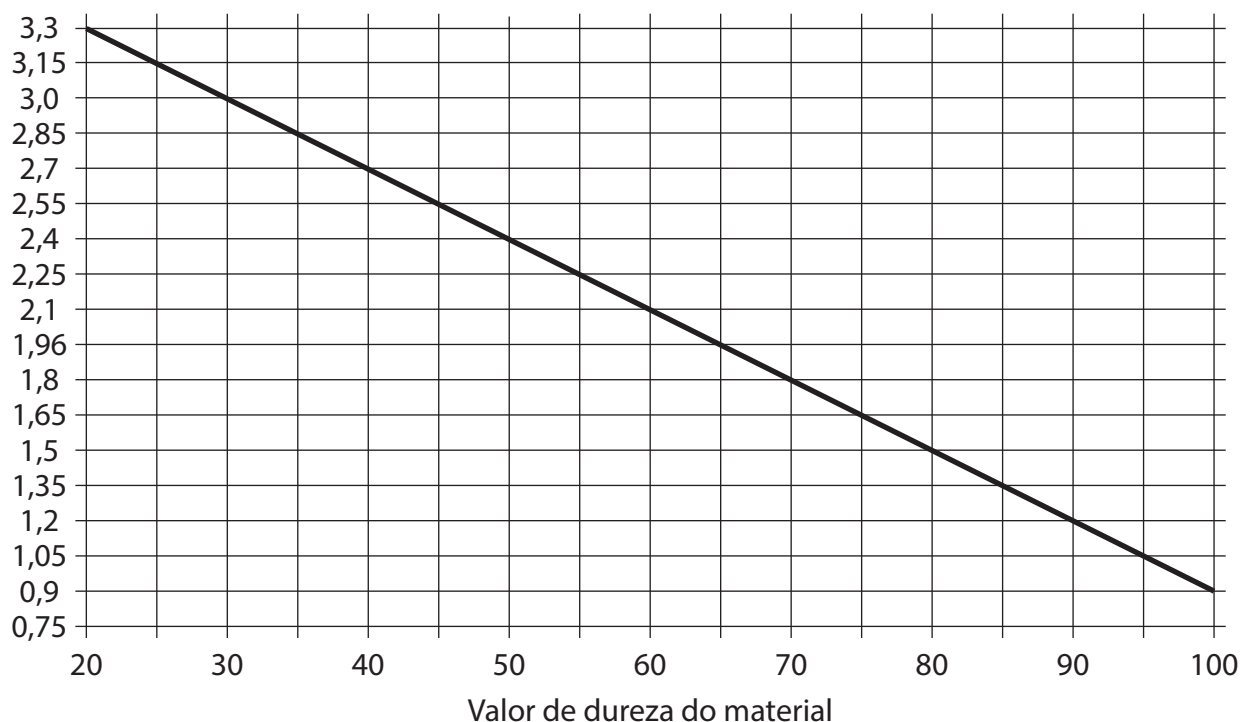
Correções superiores a 3 pontos só devem ser utilizadas em comum acordo em as partes.

16. Tabelas de espessura mínima (Rockwell Normal)

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

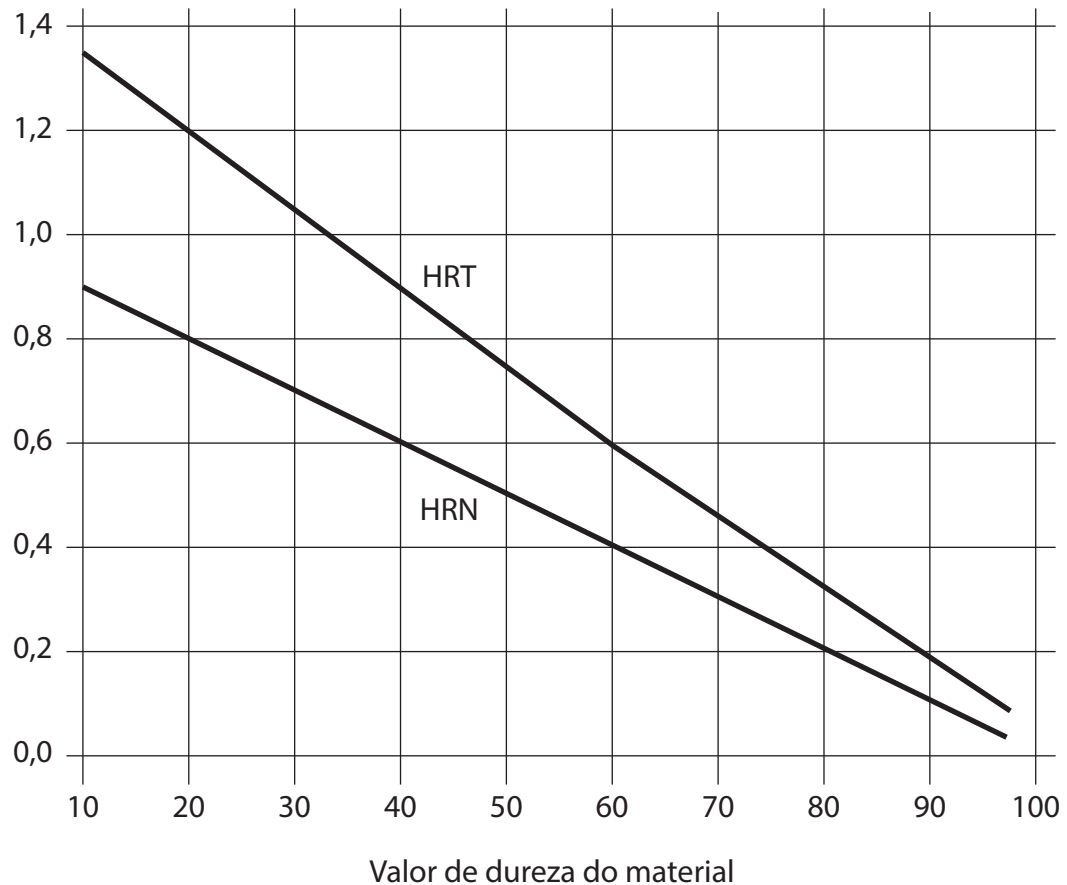


Espessura mínima para a peça testada nas escalas B, E, F, G, H e K (mm)



17. Tabelas de espessura mínima (Rockwell Superficial)

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



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

Escalas de dureza Rockwell					
Escala de dureza	Tipo do penetrador	Carga (kgf)	Leitura no mostrador	Aplicação	Faixa de medição
A	DIAMANTE	60	Preto	Metal duro, aço temperado, superfície carbonizada, aço de espessura menor.	20-88HRA
B	ESFERA 1/16"	100	Vermelho	Ligas de alumínio, ligas de cobre, aço com dureza baixa, materiais com dureza < 20HRC.	20-100HRB
C	DIAMANTE	150	Preto	Aço temperado, aço cementado, titânio, materiais com dureza > 100HRB.	20-70HRC
D	DIAMANTE	100	Preto	Aço temperado, aço fundido, aço de espessura menor.	40-77HRD
E	ESFERA 1/8"	100	Vermelho	Ferro fundido, ligas de alumínio e magnésio, rolamentos metálicos.	70-100HRE
F	ESFERA 1/16"	60	Vermelho	Chapas de metal maleável, ligas de cobre recozido.	60-100HRF
G	ESFERA 1/16"	150	Vermelho	Ligas de cobre-níquel-zinco e de cromo-níquel, ferros maleáveis.	30-94HRG
H	ESFERA 1/8"	60	Vermelho	Chumbo, zinco, alumínio, ligas de magnésio.	80-100HRH
K	ESFERA 1/8"	150	Vermelho	Rolamentos metálicos, muito maleáveis ou materiais finos.	40-100HRK
L	ESFERA 1/4"	60	Vermelho	Materiais plásticos, baquelite, fibras vulcanizadas, nylon, poliestireno, flexiglass.	---
M	ESFERA 1/4"	100	Vermelho		---
P	ESFERA 1/4"	150	Vermelho		---
R	ESFERA 1/2"	60	Vermelho		---
S	ESFERA 1/2"	100	Vermelho		---
V	ESFERA 1/2"	150	Vermelho		---

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

Escalas de dureza Rockwell Superficial					
Escala de dureza	Tipo do penetrador	Carga (kgf)	Leitura no mostrador	Aplicação	Faixa de medição
15N	DIAMANTE	15	Preto Externo	Aço ferramenta temperado, aço temperado, mola de aço com tratamento térmico.	70-94 HR15N
30N	DIAMANTE	30			42-86 HR30N
45N	DIAMANTE	45			20-77 HR45N
15T	ESFERA 1/16"	15		Aço maleável fundido, bronze, ligas de cobre e zinco, latão.	67-93 HR15T
30T	ESFERA 1/16"	30			29-82 HR30T
45T	ESFERA 1/16"	45			1-72 HR45T