

# MANUAL de instruções

Leia atentamente este manual antes de utilizar o produto

**Esclerômetro - Durômetro  
Portátil para Concreto**

**Código: MTK-1015**



Este equipamento possui 1 ano de garantia contra defeitos de fabricação, condicionada a utilização correta conforme as indicações deste manual. (ver página 12).

## 1. Descrição geral do produto

- Este esclerômetro é projetado com tecnologia de ponta de acordo com reconhecida regulamentação de segurança. Por favor, leia cuidadosamente este manual de instruções antes de começar a utilização. Ele contém importantes informações sobre sua utilização, manutenção e segurança.
- Este esclerômetro é um equipamento mecânico utilizado para teste rápido e não destrutivo da qualidade de materiais (na maioria dos casos o concreto) de acordo com as especificações do usuário.
- Normas atendidas e regulamentações vigentes: ISO/DIS 8045 (Internacional); EN 12 504-2 (Europa); ENV 206 (Europa); BS 1881, part 202 (Reino Unido); DIN 1048, part2 (Alemanha); ASTM C 805 (Estados Unidos); NFP 18-417 (França); B 15-225 (Bélgica); JGJ/T 23-2001 (China); JJG 817-1993 (China); NBR 7584 (Brasil); NBR 14050 (Brasil); NBM NM 78 (Brasil).

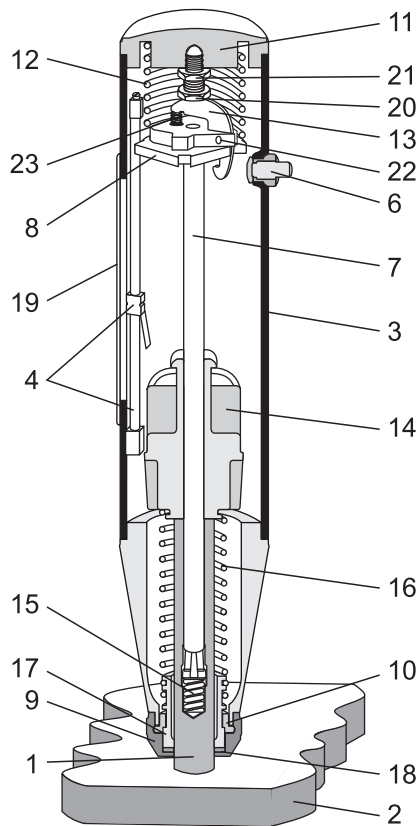
## 2. Informações técnicas

- Para medição da resistência à compressão do concreto de forma portátil e não-destrutiva
- Modelo Tipo N - Energia de impacto de 2,207 Nm (ou 2,207 J)
- Capacidade: Resistência à compressão de 10 a 70 N/mm<sup>2</sup> (ou Mpa); 1450 a 10152 psi
- Raio do êmbolo de impacto de R25±1mm
- Espessura mínima do concreto: 100mm
- Temperatura de utilização: 0°C a +40°C
- Dimensões: 280 x 65 x 54 mm (com êmbolo retraído); 353 x 60 x 54 mm (com êmbolo para fora)
- Peso: 1 kg

### Composição padrão:

- Maleta para transporte e armazenagem
- Unidade de medição e leitura
- Pedra abrasiva
- Chave de fenda grande
- Chave de fenda cruzada pequena
- Mola de impacto e mola de contenção reservas
- Feltro do anel do êmbolo reserva
- Manual de instruções em português

### 3. Nomenclatura



- |                                      |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| <b>1</b> Êmbolo de impacto           | <b>13</b> Lingueta            |
| <b>2</b> Superfície de teste         | <b>14</b> Massa do martelo    |
| <b>3</b> Corpo                       | <b>15</b> Mola de contenção   |
| <b>4</b> Escala e ponteiro indicador | <b>16</b> Mola de impacto     |
| <b>5</b> Não presente neste modelo   | <b>17</b> Bainha              |
| <b>6</b> Botão de acionamento        | <b>18</b> Anel de feltro      |
| <b>7</b> Haste guia de martelo       | <b>19</b> Visor               |
| <b>8</b> Disco guia                  | <b>20</b> Parafuso de disparo |
| <b>9</b> Anel do êmbolo              | <b>21</b> Contra-porca        |
| <b>10</b> Anel partido               | <b>22</b> Pino                |
| <b>11</b> Tampa superior             | <b>23</b> Mola da lingueta    |
| <b>12</b> Mola de compressão         |                               |

## 4. Medição

### 4.1 Princípios de medição

- O equipamento mede o valor de rebote R após o impacto do êmbolo contra a superfície de teste. Há uma relação específica entre este valor e a dureza e resistência à compressão do concreto. Os seguintes fatores precisam ser considerados para uma relação correta da dureza do concreto com o valor de rebote:
  - Direção de impacto: Deverá ser sempre perpendicular à superfície de teste. Considerar se a medição será realizada na horizontal (0°), vertical (+90°), ou vertical (-90°).
  - Idade do concreto.
  - Forma geométrica do material (plano ou cilíndrico).
  - O esclerômetro modelo N (força de impacto de 2,207 Nm) pode ser utilizado para testar:
    - Concreto com espessura maior que 100mm.
    - Partículas de concreto com tamanho menores que 32mm.
  - Utilizar uma pedra abrasiva para lixar a superfície de teste tornando-a mais lisa antes do ensaio.

**Importante!** • Caso necessário, fixe bem o material a ser testado prevenindo desvios por deflexão.

**Importante!** • Em produtos fabricados com pedras artificiais (mais sensíveis ao impacto), apenas realize os testes com temperaturas entre 10°C a 50°C.

### 4.2 Procedimento de medição

- Caso o êmbolo estiver retraído: Empurre o esclerômetro levemente contra a superfície de teste até ouvir um “click” e o botão de acionamento pular para fora. Neste momento, vá soltando o esclerômetro e o êmbolo vai descarregar para fora.
  - Faça a atuação do êmbolo empurrando o esclerômetro em velocidade moderada contra a superfície de teste até acontecer o disparo.
- Atenção!** • O êmbolo retorna um recuo após sua atuação. Para sua segurança, sempre segure o esclerômetro com ambas as mãos durante o ensaio.
- Não solte o esclerômetro. Mantenha-o pressionado contra a superfície de teste. Neste momento a leitura poderá ser observada em sua escala. Pressione então o botão de acionamento retornando-o para dentro do esclerômetro, travando o êmbolo e fixando a medição obtida na escala.
  - Realize então a leitura do resultado do teste.

**Importante:** • Cada material deve ser testado com pelo menos 9 impactos. Cada impacto deve ser realizado com pelo menos 20mm de distância do anterior.

• Para guardar o esclerômetro na maleta, empurre o esclerômetro levemente contra a superfície de teste até ele oferecer resistência, antes do disparo acontecer. Pressione o botão de acionamento neste momento, travando o êmbolo retraído.

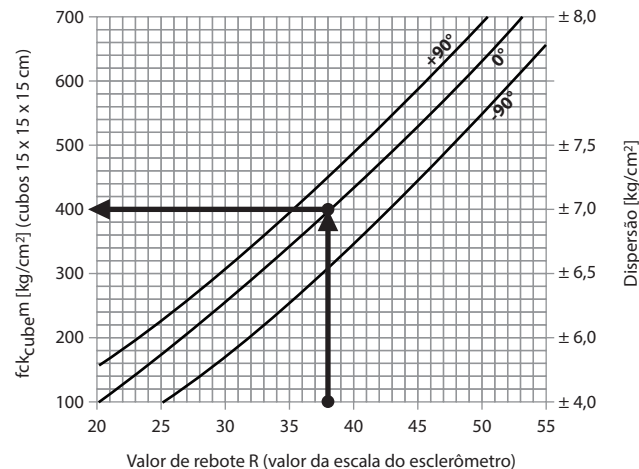
### 4.3 Avaliando os resultados

- Faça o cálculo da média de todas as medições de rebote R realizadas (por exemplo, 9 medições).

**Importante:** • Não inclua no cálculo da média valores muito altos ou muito baixos (normalmente 10% acima ou abaixo da média), pois podem ser decorrentes de erros no ensaio ou falhas localizadas no material testado. Caso seja necessário excluir algum valor, recalcule a média.

- Determine qual curva de conversão é a mais apropriada para o material e formato que está sendo testado (páginas 06 e 07). Faça então a relação da média de rebote R calculada com a curva do gráfico para achar a resistência à compressão do concreto.

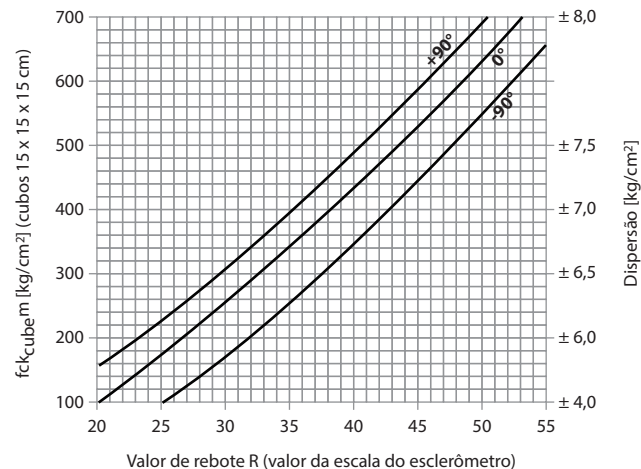
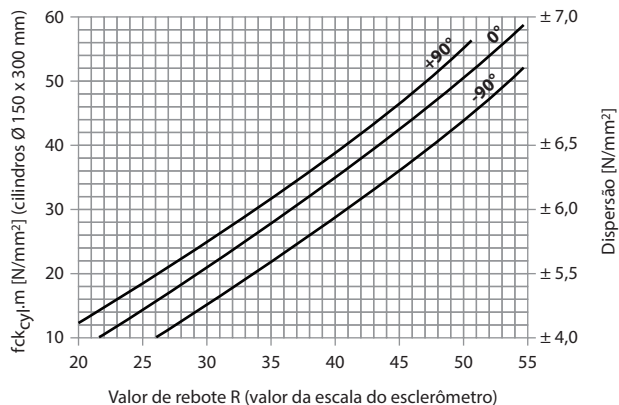
**Exemplo:** • Será realizado o teste em uma superfície plana, com o esclerômetro na horizontal (em um pilar, por exemplo). Utilizaremos a tabela B da página 6 (curva para cubos). Iremos comparar com a curva central (referente a posição horizontal 0°). Após as 9 medições obtivemos a média de 38 R. Procuramos na tabela o valor de 38 na parte inferior. Seguimos em uma linha acima até encontrar a curva de 0°. Caminhamos agora para a esquerda até achar a resistência à compressão que será de 400 kg/cm<sup>2</sup>. Puxando a linha para a direita encontraremos a dispersão do ensaio, neste exemplo  $\pm 7$  kg/cm<sup>2</sup>. Então a resistência será de  $400 \pm 7$  kg/cm<sup>2</sup>.



### 4.4 Curvas de conversão

- De onde as curvas foram derivadas?
- As curvas de conversão são baseadas em medições testadas em muitos tipos de amostras de concreto. Os valores de rebote R verificados no esclerômetro foram comparados com uma máquina de teste de pressão e compressão.

- Validade das curvas de conversão
- As curvas são válidas para concreto normalizado "Portland" ou fabricado em alto forno, com cimento com cascalho e areia (tamanho máximo da partícula menor que 32mm). A superfície deve ser lisa e seca. A idade do concreto deve ser entre 14 a 56 dias.



### A) Curva de conversão, Esclerômetro modelo TIPO N

Resistência à compressão de um **CILINDRO** de concreto após 14 a 56 dias.

$f_{ck}$ : Feature Compression Know (Resistência característica do concreto à compressão).

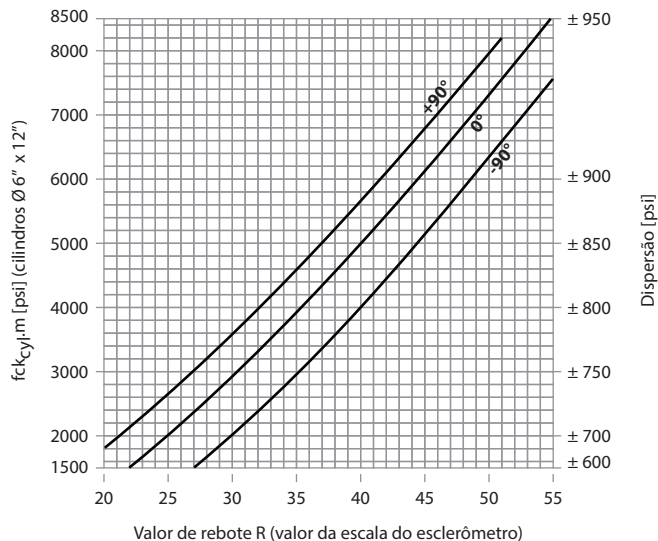
$f_{ck_{cyl.m}}$ : Média provável da resistência de compressão de um cilindro.

### B) Curva de conversão, Esclerômetro modelo TIPO N

Resistência à compressão de um **CUBO** de concreto após 14 a 56 dias.

$f_{ck}$ : Feature Compression Know (Resistência característica do concreto à compressão).

$f_{ck_{cube.m}}$ : Média provável da resistência de compressão de um cubo.



### C) Curva de conversão, Esclerômetro modelo TIPO N

Resistência à compressão de um **CILINDRO** de concreto após 14 a 56 dias.

$f_{ck}$ : Feature Compression Know (Resistência característica do concreto à compressão).

$f_{ck_{cyl,m}}$ : Média provável da resistência de compressão de um cilindro.

### 4.5 Coeficiente de forma

- O teste de resistência à compressão realizado em máquinas de ensaio de compressão normalmente utiliza corpos de prova com forma de cubo ou cilindro.
- Nas curvas de conversão das páginas 06 até 07, os valores da resistência à compressão são considerados para cilindros (com Ø150mmx300mm, ou Ø6"x12") e para cubos (com lados de 150mm).
- A tabela abaixo mostra alguns coeficientes comuns, para comparação de resultados medidos em máquinas de compressão, conforme diferentes formatos e tamanhos de amostras:

Cubo	150mm	200mm	300mm
Coefficiente de Forma	1,0	0,95	0,85
Cilindro	Ø150 x 300mm	Ø100 x 200mm	Ø200 x 200mm
Coefficiente de Forma	1,0	1,06	1,19

#### 4.6 Coeficiente de tempo

- A idade do concreto e a carbonatação superficial podem acarretar em um considerável aumento do valor de rebote R durante a medição com o esclerômetro.
- Essa camada carbonatada pode ser removida antes de todo teste de impacto, usando um esmeril numa superfície de aproximadamente Ø120mm, e assim será medido o valor correto.
- Outra possibilidade é descobrir o fator de correção, chamado de "coeficiente de tempo".
- Assim, o teste de impacto deve ser realizado antes e depois da remoção da camada carbonatada em uma amostra que será considerada como o seu padrão para o teste.
- Aplicam-se então os resultados na fórmula:

$$\text{Coeficiente de tempo "Zf"} = \frac{\text{Medição do rebote "R" sobre a superfície carbonatada}}{\text{Medição do rebote "R" sobre a superfície NÃO carbonatada}}$$

- Assim, o fator de correção obtido "Zf" pode ser usado para compensar o resultado obtido em outras áreas sujeitas as mesmas condições de exposição, sem necessidade de remover a camada carbonatada, apenas aplicando a fórmula:

$$\text{Medição do rebote "R" sobre a superfície NÃO carbonatada} = \frac{\text{Medição do rebote "R" sobre a superfície carbonatada}}{\text{Coeficiente de tempo "Zf"}}$$

#### 4.7 Casos especiais

- Pode ocorrer diferença de resultados com os valores obtidos nas curvas de conversão sob as seguintes circunstâncias:
- Produtos constituídos por pedras artificiais com composição do concreto fora de padrão e pequenas dimensões necessitam uma série de testes para determinar a melhor relação entre o valor de rebote R e a resistência à compressão.
- Produtos agregados e leves, resultam em valores de resistência à compressão menores que os indicados nas curvas das tabelas.
- Cascalho ou pedras com superfície extremamente lisa, polida e forma esférica, resultam em valores de resistência à compressão menores que os indicados nas curvas das tabelas.
- Misturas secas e fortes de concreto, com pouca composição de areia, que não tenham sido aplicadas adequadamente podem conter pedaços de cascalho que não são visíveis na superfície. Isto pode afetar a resistência à compressão do concreto sem ser acusado pelo método de medição por rebote R.
- O esclerômetro apresenta resultado de medição do rebote R errado em concreto recém removida da forma, que esteja ainda úmido ou que tenha sofrido processo de endurecimento em água. É necessário esperar o concreto secar para realizar o teste.
- Resultados muito altos para resistência à compressão (maiores que 70 N/mm<sup>2</sup>) podem ser obtidos adicionando-se cinzas de combustível pulverizadas ou sílica ativa. Entretanto, estes altos resultados não podem ser lidos pelo método de rebote R.



#### 4.8 Curvas de conversão para os casos especiais

- Em casos especiais é recomendada a preparação de curvas de conversão especiais.
- Fixe uma amostra em uma máquina de ensaio de compressão. Aplique uma pré-carga de aproximadamente 40 kN verticalmente na direção a qual o concreto foi despejado.
- Faça quantas medições forem possíveis pelo método de rebote R em todos os lados e em várias amostras.
- O concreto não é um material homogêneo. Amostras produzidas pela mesma matéria prima e armazenadas juntas podem sofrer diferenças de resistência à compressão de  $\pm 15\%$  quando testadas em máquinas de ensaio de compressão.
- Descarte os maiores e os menores valores obtidos nos testes e calcule o valor médio de rebote  $R_m$ .
- Determine a resistência à compressão da amostra usando uma máquina de ensaio de compressão para realizar alguns testes e calcule o valor médio  $f_{ckm}$ .
- Os dois valores médios  $R_m$  e  $f_{ckm}$  se aplicaram a um certo intervalo do valor da medição de rebote R.
- Será necessário testar amostras com diferentes qualidades e idades de concreto para conseguir formular uma curva de conversão própria, abrangendo valores de rebote R de 20 até 55.

## 5. Manutenção

### 5.1 Teste de funcionamento

- Caso seja possível, realize um teste de funcionamento sempre antes de utilizar o equipamento. Caso não seja possível, realize o teste a cada 1000 impactos testados, ou a cada 3 meses.
- Posicione o padrão (bigorna de teste) sobre uma superfície firme, dura e lisa.
- **Atenção:** A bigorna de teste não acompanha o equipamento.
- Limpe bem as superfícies de contato da bigorna de teste e do êmbolo.
- Realize 10 ensaios de impacto com o esclerômetro contra a bigorna de teste e verifique se os resultados conferem com o especificado na bigorna de teste.
- Caso os valores não estejam de acordo, ou caso os valores não apresentem repetibilidade, verifique nas páginas 10 e 11 como desmontar, fazer a limpeza e substituir componentes do equipamento, como as molas de contenção e de impacto, por exemplo.

## 5.2 Limpeza básica após o uso

- Solte o êmbolo liberando sua saída para o exterior do corpo do esclerômetro após um ensaio de impacto. Limpe bem o êmbolo com um pano macio, retirando toda sujeira e oleosidade. Acione novamente o êmbolo para dentro do esclerômetro.
- **Atenção:** Não desmonte o êmbolo nesse procedimento de limpeza. Apenas libere-o para fora do corpo do esclerômetro, permanecendo sem a tensão da mola aplicada.
- **Cuidado:** Nunca mergulhe o esclerômetro durante a limpeza em compartimentos com água e nem o lave em água corrente. Não utilize também solventes para a limpeza.

## 5.3 Desmontagem

- **Atenção:** Nunca desmonte o ponteiro indicador, caso contrário a fricção do ponteiro pode ficar desajustada e ferramentas especiais são necessárias para realizar o ajuste.
- Posicione o esclerômetro perpendicular à superfície.
- Desacione a atuação da mola do êmbolo empurrando o esclerômetro contra uma superfície rígida até ocorrer o disparo e o botão de acionamento pular para fora.
- **Cuidado:** O êmbolo gera um recuo (coice) quando é acionado. Assim, sempre segure o equipamento com ambas as mãos. Sempre mantenha o êmbolo direcionado contra a superfície rígida.

- Desparafuse o anel do êmbolo na parte inferior, soltando o anel bipartidos.
- Desparafuse a tampa superior e retire a mola de compressão.
- Pressione a lingueta puxando o sistema verticalmente para cima e para fora do corpo.
- Bata levemente o êmbolo com a massa do martelo para soltar o êmbolo da haste guia do martelo. A mola de contenção estará liberada.
- Puxe a massa do martelo para fora da haste guia do martelo juntamente com a mola de impacto e a bainha.
- Remova o anel de feltro do anel do êmbolo.

## 5.4 Limpeza

- Mergulhe todas as partes desmontadas (exceto o corpo) em querosene e faça a limpeza de todas utilizando um pincel.
- Use uma escova pequena cilíndrica para realizar a limpeza dentro dos furos do êmbolo e da massa do martelo.
- Faça a secagem de todas as peças com um pano limpo e macio.
- Use o mesmo pano para fazer a limpeza interna e externa no corpo nas partes onde for possível alcançar. Não mergulhe o corpo na querosene.

## 5.5 Montagem

• Antes de fazer a montagem da haste guia do martelo, faça sua lubrificação com um pouco de óleo fino (Singer®, por exemplo). Não coloque óleo em excesso. Duas gotas é o bastante.

- Instale um novo anel de feltro no anel do êmbolo.
- Aplique uma pequena quantidade de graxa na cabeça do parafuso de disparo.
- Instale a haste guia do martelo na massa do martelo.
- Instale a mola de contenção no furo do êmbolo.
- Instale a haste guia do martelo no furo do êmbolo e empurre-a até encontrar resistência perceptível.
- Antes e durante a instalação de todo o sistema montado no corpo, certifique-se que o martelo não esteja com a lingueta presa. Para isso, pressione a lingueta antes de iniciar a montagem.
- Instale todo o sistema verticalmente para baixo no corpo.
- Insira a mola de compressão e parafuse a tampa superior de volta ao corpo.
- Monte o anel bipartido no canal da bainha e parafuse de volta o anel do êmbolo.
- Realize um impacto de teste garantindo o perfeito funcionamento.

• **Cuidado:** O êmbolo gera um recuo (coice) quando é acionado. Assim, sempre segure o equipamento com ambas as mãos. Sempre mantenha o êmbolo direcionado contra a superfície rígida.

- Desparafuse o anel do êmbolo na parte inferior, soltando o anel bipartidos.
- Desparafuse a tampa superior e retire a mola de compressão.
- Pressione a lingueta puxando o sistema verticalmente para cima e para fora do corpo.
- Bata levemente o êmbolo com a massa do martelo para soltar o êmbolo da haste guia do martelo. A mola de contenção estará liberada.
- Puxe a massa do martelo para fora da haste guia do martelo juntamente com a mola de impacto e a bainha.
- Remova o anel de feltro do anel do êmbolo.

## 6. Garantia

**6.1** Este equipamento possui 1 ano de garantia contra defeitos de fabricação, desde que utilizado de acordo com o indicado neste manual.

**6.2** A garantia não cobre:

- Desgaste natural no êmbolo de impacto e nas molas de contenção e impacto.
- Partes danificadas no equipamento, como visor quebrado ou corpo amassado.
- Mecanismo desajustado ao desmontar para manutenção e troca de peças.