

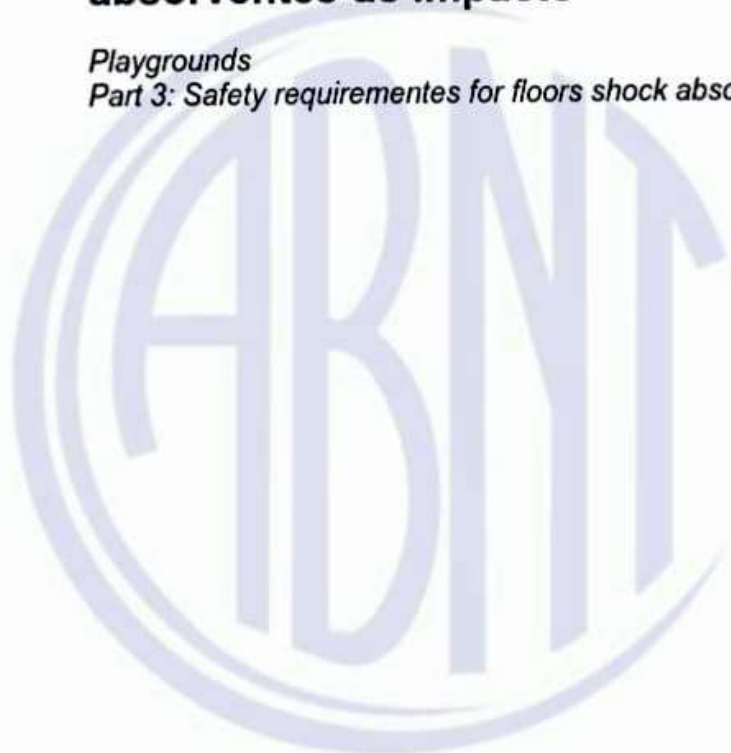
NORMA
BRASILEIRA

Tempo restante de
visualização:
00:02:25
**ABNT NBR
16071-3**

Segunda edição
30.06.2021

Playgrounds
**Parte 3: Requisitos de segurança para pisos
absorventes de impacto**

Playgrounds
Part 3: Safety requirements for floors shock absorbers



ICS 97.190; 97.200.40

ISBN 978-85-07-08487-7



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 16071-3:2021
11 páginas

© ABNT 2021



© ABNT 2021

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio	iv
1 Escopo	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições	1
4 Requisitos de segurança	1
4.1 Geral	1
4.2 Atenuação do impacto	2
5 Método do ensaio	2
5.1 Princípio	2
5.2 Aparelhagem	2
5.2.1 Equipamento de ensaio	2
5.2.2 Cabeça de ensaio	3
5.2.3 Amplificador da carga (opcional)	3
5.2.4 Sistema de orientação	3
5.2.5 Equipamento de medição de impacto	3
5.2.6 Quadro de ensaio	3
5.2.7 Base plana rígida	4
5.3 Preparação dos corpos de prova	4
5.4 Procedimento	4
5.4.1 Geral	4
5.4.2 Gráfico do tempo ou aceleração	4
5.4.3 Seleção e definição da posição de ensaio	5
5.4.4 Procedimentos específicos	5
5.4.5 Seleção dos dados para a determinação da altura crítica de queda	6
6 Expressão dos resultados	6
7 Relatório de ensaio	7
8 Informações a serem fornecidas pelo fabricante ou pelo fornecedor	7
Anexo A (informativo) Exemplos de materiais comumente usados para atenuação do impacto e alturas críticas de queda correspondentes	8
Anexo B (informativo) Equipamento de ensaio para a determinação da altura crítica de queda	9
Anexo C (informativo) Exemplos comuns de curva de aceleração em função do tempo e de curva de valores de HIC em função da altura de queda	10

Figuras

Figura B.1 – Equipamento de ensaio para a determinação da altura crítica de queda	9
Figura C.1 – Curva comum de aceleração em função do tempo	10
Figura C.2 – Curva comum de valores de HIC em função da altura de queda	11

Tabela

Tabela A.1 – Exemplos de materiais comumente usados para atenuação do impacto e alturas críticas de queda correspondentes	8
--	----------

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da ABNT Diretiva 2.

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Os Documentos Técnicos ABNT, assim como as Normas Internacionais (ISO e IEC), são voluntários e não incluem requisitos contratuais, legais ou estatutários. Os Documentos Técnicos ABNT não substituem Leis, Decretos ou Regulamentos, aos quais os usuários devem atender, tendo precedência sobre qualquer Documento Técnico ABNT.

Ressalta-se que os Documentos Técnicos ABNT podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar as datas para exigência dos requisitos de quaisquer Documentos Técnicos ABNT.

A ABNT NBR 16071-3 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Brinquedos (ABNT/CB-198), pela Comissão de Estudo de Brinquedos de *Playground* (CE-198:003.001). O Projeto de Revisão circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 02, de 05.02.2021 a 08.03.2021.

A ABNT NBR 16071-3:2021 cancela e substitui a ABNT NBR 16071-3:1012, a qual foi tecnicamente revisada.

A ABNT NBR 16071, sob título geral "*Playgrounds*", tem previsão de conter as seguintes partes:

- Parte 1: Terminologia;
- Parte 2: Requisitos de segurança;
- Parte 3: Requisitos de segurança para pisos absorventes de impacto;
- Parte 4: Métodos de ensaio;
- Parte 5: Projeto da área de lazer;
- Parte 6: Instalação;
- Parte 7: Inspeção, manutenção e utilização;
- Parte 8: Requisitos para *playground* inclusivo.

O Escopo em inglês da ABNT NBR 16071-3 é o seguinte:

Scope

This Part of ABNT NBR 16071 specifies the security requirements for floors to be used in playgrounds and in areas where it is necessary to mitigate the impact.

This Part of ABNT NBR 16071 also specifies the factors to be considered when selecting the floor of the playground, and the test method by which the impact mitigate can be determined.

NOTE This test establishes the critical fall height for the floor, which represents the upper limit of its effectiveness in reducing head injury when using playground equipment that complies with the ABNT NBR 16071.





Playgrounds

Parte 3: Requisitos de segurança para pisos absorventes de impacto

1 Escopo

Esta Parte da ABNT NBR 16071 especifica os requisitos de segurança para pisos a serem utilizados em *playgrounds* e em áreas onde é necessária a atenuação do impacto.

Esta Parte da ABNT NBR 16071 também especifica os fatores que devem ser considerados ao ser selecionado o piso do *playground*, bem como o método de ensaio pelo qual a atenuação do impacto pode ser determinada.

NOTA Este ensaio estabelece a altura crítica de queda para o piso, que representa o limite superior de sua eficácia em reduzir a lesão na cabeça ao usar o equipamento do *playground* que está de acordo com a ABNT NBR 16071.

2 Referências normativas

Os documentos a seguir são citados no texto de tal forma que seus conteúdos, totais ou parciais, constituem requisitos para este Documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 16071-1, *Playgrounds – Parte 1: Terminologia*

ABNT NBR 16071-2, *Playgrounds – Parte 2: Requisitos de segurança*

ABNT NBR 16071-7, *Playgrounds – Parte 7: Inspeção, manutenção e utilização*

ABNT NBR ISO/IEC 17025, *Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração*

ISO 1302, *Geometrical Product Specifications (GPS) – Indication of surface texture in technical product documentation*

ISO 6487, *Road vehicles – Measurement techniques in impact tests – Instrumentation*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições da ABNT NBR 16071-1.

4 Requisitos de segurança

4.1 Geral

O piso deve estar livre de quaisquer pontas afiadas ou de quaisquer projeções perigosas.

ABNT NBR 16071-3:2021

O piso deve estar instalado sem criar qualquer ponto de aprisionamento (ver ABNT NBR 16071-2) e a uma espessura de camada de 200 mm a mais do que aquela considerada necessária pelo ensaio de queda crítica, caso seja usado material solto.

NOTA Isso permite o deslocamento com o uso.

4.2 Atenuação do impacto

4.2.1 Os materiais sem propriedades de atenuação de impacto significativa podem ser usados somente fora da área do impacto.

NOTA Tais materiais incluem tijolos, pedras, concreto, material betuminoso, macadame ou madeira.

4.2.2 Abaixo de todo equipamento de *playground* com altura de queda livre maior que 600 mm, deve haver piso de atenuação de impacto sobre a área inteira de impacto.

Abaixo do equipamento de *playground* com altura de queda livre menor que 600 mm, o piso usado deve ter algumas propriedades de atenuação de impacto, mas em tais situações não é requerido o ensaio de altura crítica (ver item 5).

A extensão desta área é a dada na ABNT NBR 16071-2.

NOTA 1 Materiais como a parte superior do solo e a turfa têm algumas propriedades de atenuação de impacto limitadas, e a experiência mostrou que, se bem mantidos, são eficazes para alturas de queda de até 1 m e podem ser usados sem a necessidade de realização de ensaio. Se não forem mantidos adequadamente, sua atenuação de impacto é significativamente reduzida.

Quando ensaiada de acordo com a Seção 6, a altura crítica do piso deve ser igual ou maior que a altura da queda livre do equipamento

NOTA 2 Exemplos de materiais de atenuação de impacto de uso geral e alturas críticas de queda são dados no Anexo A.

5 Método do ensaio

5.1 Princípio

Os corpos de prova ou as áreas instaladas dos materiais absorventes de impacto são golpeados por uma cabeça de ensaio instrumentada, em uma série estabelecida de impactos, de alturas diferentes de queda. O sinal emitido pelo acelerômetro da cabeça de ensaio (ver Figura C.1), durante cada impacto, é processado para dar uma gravidade da energia medida do impacto, especificada como o critério de lesão de cabeça (HIC). O valor do HIC de cada impacto é colocado em gráfico, e a altura crítica de queda é calculada (ver Figura C.2).

NOTA Este ensaio pode ser realizado no local do *playground*.

5.2 Aparelhagem

5.2.1 Equipamento de ensaio

O equipamento de ensaio compreende:

- a) cabeça de ensaio com acelerômetro (ver 5.2.2);

- b) opcionalmente, se for utilizado acelerômetro uniaxial, amplificador de carga (ver 5.2.3);
- c) sistema de orientação (ver 5.2.4); e
- d) equipamento de medição do impacto (ver 5.2.5), como mostrado no Anexo B.1.

5.2.2 Cabeça de ensaio

A cabeça de ensaio deve consistir em:

- a) uma esfera de alumínio; ou
- b) um projétil hemisférico com diâmetro de (160 ± 5) mm, massa de $(4,6 \pm 0,05)$ kg e aspereza de superfície menor que a classe N11, de acordo com a ISO 1302, incorporando um acelerômetro como a seguir:
 - acelerômetro triaxial para a cabeça de ensaio de queda livre, montado no centro de gravidade da cabeça de ensaio, ou
 - acelerômetro uniaxial para cabeça de ensaio guiada, alinhado para medição na linha central vertical;

e sendo tal que a parte de impacto da cabeça de ensaio entre o limite inferior e o acelerômetro seja homogênea e livre de vácuos.

5.2.3 Amplificador da carga (opcional)

Dependendo da tecnologia de acelerômetro empregada, diferentes métodos de condicionamento de sinal podem ser necessários. Os exemplos incluem: um amplificador de carga, uma ponte de wheatstone e amplificador, ou um condicionador eletrônico integrado.

5.2.4 Sistema de orientação

Sistema de orientação para guiar a cabeça de ensaio ao usar um acelerômetro uniaxial, incluindo meios de medir a velocidade da cabeça de ensaio, imediatamente antes do impacto.

NOTA Para considerar as perdas por atrito, a velocidade da cabeça de ensaio, imediatamente antes do impacto, é registrada para calcular a altura equivalente de queda, como se a cabeça de ensaio estivesse em queda livre.

5.2.5 Equipamento de medição de impacto

Equipamento de medição de impacto, incluindo um filtro, de acordo com a frequência de canal de classe 1 000 da ISO 6487, capaz de medir, registrar e indicar a aceleração e a duração do tempo de cada impacto completo, e de calcular o valor de HIC, utilizando a Equação apresentada em 6.1.

5.2.6 Quadro de ensaio

Quadro de ensaio com dimensões internas maiores que $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$, capaz de conter o material particulado à profundidade especificada pelo fabricante.

NOTA Geralmente as dimensões apresentadas neste item reduzem a influência da retenção em materiais particulados.

5.2.7 Base plana rígida

Base plana rígida com massa e espessura suficientes, que não façam qualquer contribuição significativa no resultado do ensaio.

NOTA Recomenda-se a espessura apropriada de 200 mm de concreto.

5.3 Preparação dos corpos de prova

5.3.1 Materiais particulados em um quadro de ensaio (ver 5.2.6) devem ser contidos na base plana rígida (ver 5.2.7), a uma profundidade de 200 mm, quando nenhuma profundidade mínima for especificada pelo fornecedor, ou na profundidade especificada pelo fornecedor.

5.3.2 Pelo menos quatro placas devem ser instaladas como indicado pelo fabricante, incluindo todos os elementos de conexão e fixação no local de instalação no *playground*, em uma base plana rígida (ver 5.2.7).

5.3.3 Para o piso pretendido para a manufatura no local sem emendas ou junções, deve ser preparado um dos seguintes corpos de prova:

- a) ao menos um corpo de prova com 1 m × 1 m em uma base plana rígida (ver 5.2.7), de acordo com as instruções do fabricante; ou
- b) um corpo de prova menor, mas equivalente em uma base plana rígida (ver 5.2.7), de acordo com as instruções do fabricante.

5.4 Procedimento

5.4.1 Geral

5.4.1.1 Os ensaios devem ocorrer à temperatura de $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

5.4.1.2 Se a atenuação de impacto for influenciada pelo índice de umidade, este deve ser medido e registrado. O método de ensaio para determinação do índice de umidade deve ser registrado.

NOTA A atenuação de impacto de alguns materiais particulados soltos pode ser influenciada significativamente pelo índice de umidade.

5.4.2 Gráfico do tempo ou aceleração

Indicar o gráfico do tempo ou aceleração para cada impacto e examiná-lo para todas as anomalias antes de ser processado e avaliado.

Se os componentes de alta frequência aparecerem no sinal obtido no ensaio de queda, utilizando a cabeça de ensaio descrita nesta Parte da ABNT NBR 16071, provavelmente há alguma falha mecânica no instrumento. Realizar verificações para assegurar-se de que nenhum componente da cabeça de ensaio esteja frouxo, em particular o acelerômetro.

Se os componentes de alta frequência aparecerem em consequência das vibrações da cabeça de ensaio, deve ser feita uma filtragem dos sinais com um filtro normalizado. Realizar a medição com e sem o filtro, e comparar os valores do HIC.

5.4.3 Seleção e definição da posição de ensaio

5.4.3.1 Para cada altura de queda selecionada, realizar a medição do impacto em todas as posições pertinentes das partes de ensaio ou do material de ensaio, para determinar a posição de ensaio da altura crítica de queda, até onde for prático.

5.4.3.2 Assegurar que a posição do ensaio, onde a altura crítica de queda for encontrada, esteja relacionada à estrutura ou à geometria das partes ou do material do ensaio, ou relacionada aos lugares característicos no *playground*, quando os ensaios no local forem realizados, e indicar esta posição no relatório de ensaio.

5.4.3.3 Para materiais particulados soltos e piso natural, encontrar a posição de ensaio para cada altura de queda, em uma nova posição de chão. Assegurar que a distância entre as diferentes posições de ensaio não seja menor que 500 mm.

NOTA Os materiais particulados soltos e o piso natural incluem a camada superior do solo e areia.

5.4.3.4 Não ensaiar áreas de queda inclinadas com mais de 10° em relação à horizontal.

5.4.3.5 Se tipos diferentes de terra e/ou piso forem utilizados nas áreas de impacto, ensaiar cada tipo separadamente.

5.4.4 Procedimentos específicos

5.4.4.1 Produtos fabricados de piso

Para placas, lajes ou produtos fabricados de piso, realizar sobre os corpos de prova pelo menos nove ensaios de queda, sendo cada um em uma posição diferente de ensaio (ver 5.3.2).

Para placas, realizar ensaios de queda nas seguintes posições:

- a) no centro das placas;
- b) no centro de uma junta de duas placas adjacentes;
- c) na junção onde muitas placas se encontram;
- d) em algum outro ponto de não homogeneidade ou descontinuidade, para obter o valor mais baixo para a altura crítica da queda em qualquer lugar do conjunto. Assegurar que cada ensaio de queda termine dentro de 15 min.

5.4.4.2 Materiais particulados soltos e superfície natural

Para materiais particulados soltos e superfície natural, realizar pelo menos um ensaio de queda conforme a seguir:

- a) realizar três impactos consecutivos com a cabeça de ensaio, na mesma altura de queda e na mesma posição de ensaio, sem redistribuição do material;

NOTA Este procedimento considera possíveis efeitos da compactação do material.

- b) repetir o procedimento anterior no mínimo em outras três posições de ensaio (ver 5.4.3.3), usando uma posição separada para cada altura de queda;

ABNT NBR 16071-3:2021

- c) no local, realizar cada ensaio de queda em partes diferentes da área de impacto, em uma distância mínima de 500 mm entre todas as posições de ensaio, até onde for praticável;
- d) no laboratório, realizar cada ensaio novo de queda em corpo de prova não ensaiado e redistribuir o material após cada conjunto de três impactos.

5.4.5 Seleção dos dados para a determinação da altura crítica de queda

Para a determinação da altura crítica de queda, selecionar, de alguns dos ensaios de queda realizados conforme 5.4.4, as mais baixas alturas de queda equivalentes a $HIC = 1\ 000$, utilizando medições de impacto com no mínimo um valor de HIC abaixo de 1 000 e um valor de HIC acima de 1 000.

6 Expressão dos resultados

6.1 Calcular o valor do critério para lesões na cabeça (HIC) para cada curva tempo-aceleração pela seguinte equação:

$$HIC = \left[\left(\frac{\int_{t_1}^{t_2} a \times dt}{t_2 - t_1} \right)^{2.5} \times (t_2 - t_1) \right]$$

para todos os intervalos de tempo (t_1 , t_2), com uma frequência de amostragem mínima de 8 000 Hz, de acordo com a ISO 6487, entre t_1 e t_2 .

onde

- t_1 é o tempo no início do impacto, quando a aceleração da cabeça de ensaio iguala ou excede zero;
- t_2 é o tempo no fim do impacto, quando a aceleração da cabeça de ensaio primeiramente iguala ou cai abaixo de zero;
- a é a aceleração medida pela cabeça de ensaio e expressa em g (aceleração devido à gravidade);
- dt , t_1 , t_2 são quaisquer dos valores intermediários de t entre t_1 e t_2 (t é o tempo, expresso em segundos).

NOTA Este procedimento é somente válido para os eventos de impacto com uma duração total de mais de 3 ms, isto é:

$$(t_2 - t_1) \geq 3 \text{ ms}$$

6.2 Para o cálculo da altura crítica de queda, produzir uma curva para cada ensaio de queda, em que os valores de HIC sejam traçados em função das alturas correspondentes de queda obtidas e a curva interpolada para obter a altura de queda equivalente a $HIC = 1\ 000$.

Todos os ensaios de queda que apresentarem um resultado discrepante devem ser refeitos.

6.3 Determinar a altura crítica da queda como a mais baixa altura de queda produzindo $HIC = 1\ 000$, obtidos de qualquer dos ensaios de queda.

NOTA O valor máximo de HIC para um nível aceitável de prevenção de lesão é tomado como 1 000.

7 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve ser preparado conforme a ABNT NBR ISO 17025 e deve, além disso, incluir o seguinte:

- a) número e data desta Norma;
- b) local do ensaio (laboratório ou no local) e, se pertinente, da base em que o piso foi ensaiado;
- c) método de fixação utilizado para reter as amostras ou a dimensão interna do recipiente do ensaio usado e a espessura da camada para o material particulado solto;
- d) diagrama que mostre todas as posições de ensaio;
- e) condição do piso no tempo do ensaio, incluindo a temperatura, em graus Celsius, o índice de umidade, se relevante (incluindo o método de ensaio utilizado), e as condições de tempo, caso o ensaio tenha sido realizado no local;
- f) resultados de cada ensaio de queda, apresentando todas as alturas de queda utilizadas e o valor correspondente do HIC para cada um;
- g) altura crítica de queda para o piso ensaiado, expressa em metros, com uma casa decimal, sem arredondamento;
- h) curva de HIC ou altura da qual a altura crítica de queda do piso foi determinada (ver anexo C Figura C.1); e
- i) curva de tempo ou aceleração do impacto (ver Figura C.1).

8 Informações a serem fornecidas pelo fabricante ou pelo fornecedor

O fornecedor do piso de *playground* deve fornecer informações sobre o seguinte:

- a) instalação correta;
- b) manutenção;
- c) procedimentos de inspeção; e
- d) descrição do piso e seu desempenho.

Os pisos industrializados devem ser facilmente identificados para fins de manutenção e reposição.

Anexo A (informativo)

Exemplos de materiais comumente usados para atenuação do impacto e alturas críticas de queda correspondentes

A Tabela A.1 apresenta alguns materiais com as alturas críticas de queda relacionadas, ensaiados e medidos em parte no local e em parte em laboratório, com condições diferentes de ensaio.

Devido à composição e às definições imprecisas do material ensaiado, a Tabela A.1 pode somente dar uma estimativa do piso do *playground*. Material em condição congelada não é incluído.

**Tabela A.1 – Exemplos de materiais comumente usados para atenuação do impacto
e alturas críticas de queda correspondentes**

Materiais ^a	Descrição mm	Profundidade mínima ^c mm	Altura máxima de queda ^d mm
Gramado	–	–	≤ 1 000
Gramado técnico	Gramado natural em composição com base não compactável	–	Altura crítica de queda conforme ensaiado
Casca	Com tamanho de grão de 20 a 80	300	≤ 1 500 ou altura crítica de queda conforme ensaiado
Lasca de madeira	Com tamanho de grão de 5 a 30		
Areia ^b	Com tamanho de grão de 0,2 a 2		
Cascalho ^b	Com tamanho de grão de 2 a 8		
Outros materiais	Conforme o ensaio de HIC (ver ABNT NBR 16071-3)		Altura crítica de queda conforme ensaiado

^a Materiais preparados propriamente para uso em *playgrounds*.

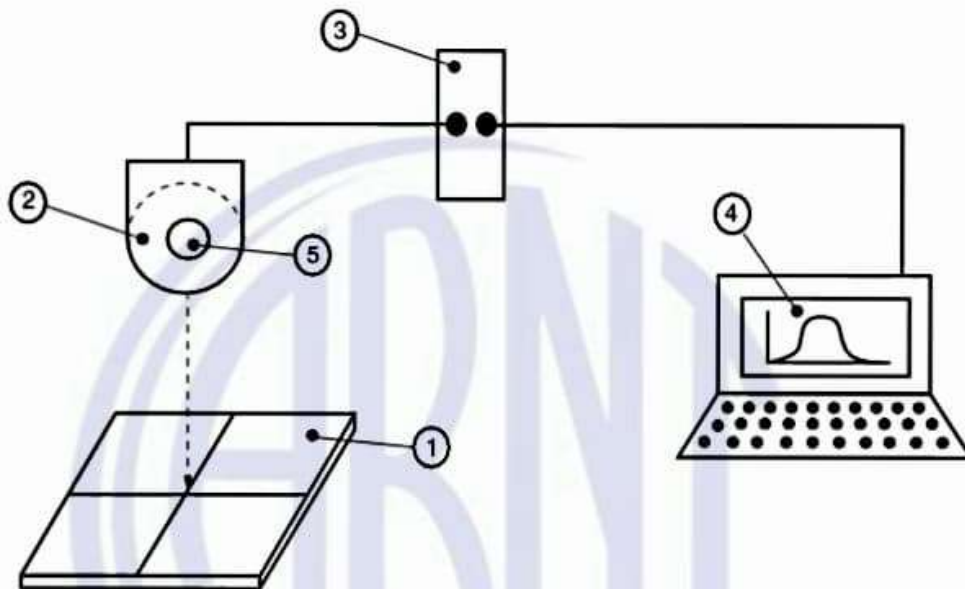
^b Sem partículas de lama ou argila.

^c Acrescentar 200 mm de material solto.

^d É absolutamente necessário seguir a manutenção conforme a ABNT NBR 16071-7

Anexo B (informativo)

Equipamento de ensaio para a determinação da altura crítica de queda



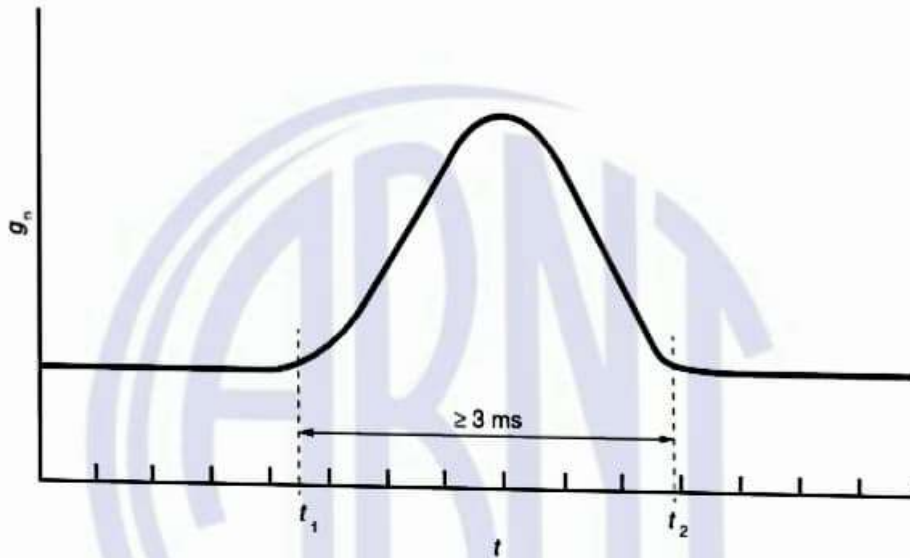
Legenda

- 1 Corpo de prova
- 2 Cabeça de ensaio
- 3 Amplificador de carga (opcional)
- 4 Computador
- 5 Acelerômetro

Figura B.1 – Equipamento de ensaio para a determinação da altura crítica de queda

Anexo C (informativo)

Exemplos comuns de curva de aceleração em função do tempo e de curva de valores de HIC em função da altura de queda

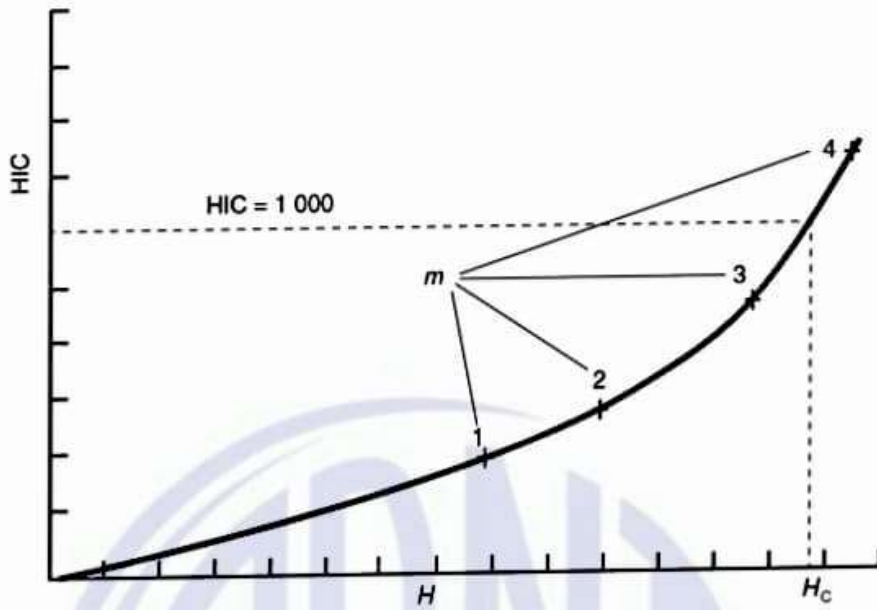


Legenda

g_n aceleração

t tempo

Figura C.1 – Curva comum de aceleração em função do tempo



Legenda

- m* medições de impacto
- H* Altura de queda
- H_c* Altura crítica de queda

Figura C.2 – Curva comum de valores de HIC em função da altura de queda