

GUARDA CORPOS PROVISÓRIOS

NBR 17164
(baseada na EN 13374)

1 – OBJETIVOS:

- Estabelecer requisitos
- Procedimentos de cálculo estrutural
- Métodos de ensaios

2 - APLICAÇÕES

- PROTEÇÃO PARA SUPERFÍCIES HORIZONTAIS
- PROTEÇÃO PARA SUPERFÍCIES INCLINADAS

3 - RESTRIÇÕES

- Proteção contra impactos de veículos ou equipamentos móveis, exceto equipamentos móveis manuais;
- Proteção contra deslizamentos de materiais armazenados;
- Proteção contra queda de público em geral;
- Guarda corpos conforme ABNT NBR 14718;

4 - CLASSIFICAÇÃO

- **Classe A** – Resistência somente para cargas estáticas em superfícies horizontais ou inclinadas no máximo 10° em relação a horizontal;
- **Classe B** – Resistência para cargas estáticas e forças dinâmicas de pouca intensidade em superfícies com inclinação $\leq 30^\circ$ em relação a horizontal, sem limite de altura de queda, ou $\leq 60^\circ$ com altura de queda limitada a 2 m;
- **Classe C** – Resistência para forças dinâmicas elevadas em uma superfície com inclinação entre 30° e 45° em relação a horizontal, sem limite da altura de queda ou entre 45° e 60° e com altura de queda $\leq 4,33$ m;

5 - REQUISITOS

- A estrutura onde for instalada a proteção deve suportar as cargas para as quais a proteção foi projetada;
- Devem evitar a remoção ou deslocamento acidental de qualquer componente;
- Devem evitar a possibilidade de lesões corporais;
- Podem ser fabricados como uma unidade integrada ou em partes e montada;

5.1 - COMPOSIÇÃO

- MONTANTE
 - TRAVESSÃO SUPERIOR
 - TRAVESSÃO INTERMEDIÁRIO
 - PROTEÇÃO INTERMEDIÁRIA
 - RODAPÉ

5.2 - MATERIAIS

- **Aço:** Atender as Normas técnicas brasileiras e possuir tratamento contra corrosão conforme norma técnica específica;
- **Madeira:** Atender a NBR 7190 com classificação mínima C16. O uso de revestimento não pode impedir a visualização da peça;
- **Redes:** Atender a NBR 17152 e atender ao requisito de carga à classe a que se destina;
- **Contrapesos:** Materiais sólidos, travados contra deslizamentos e marcação de peso;

5.3 – DIMENSÕES E VÃOS

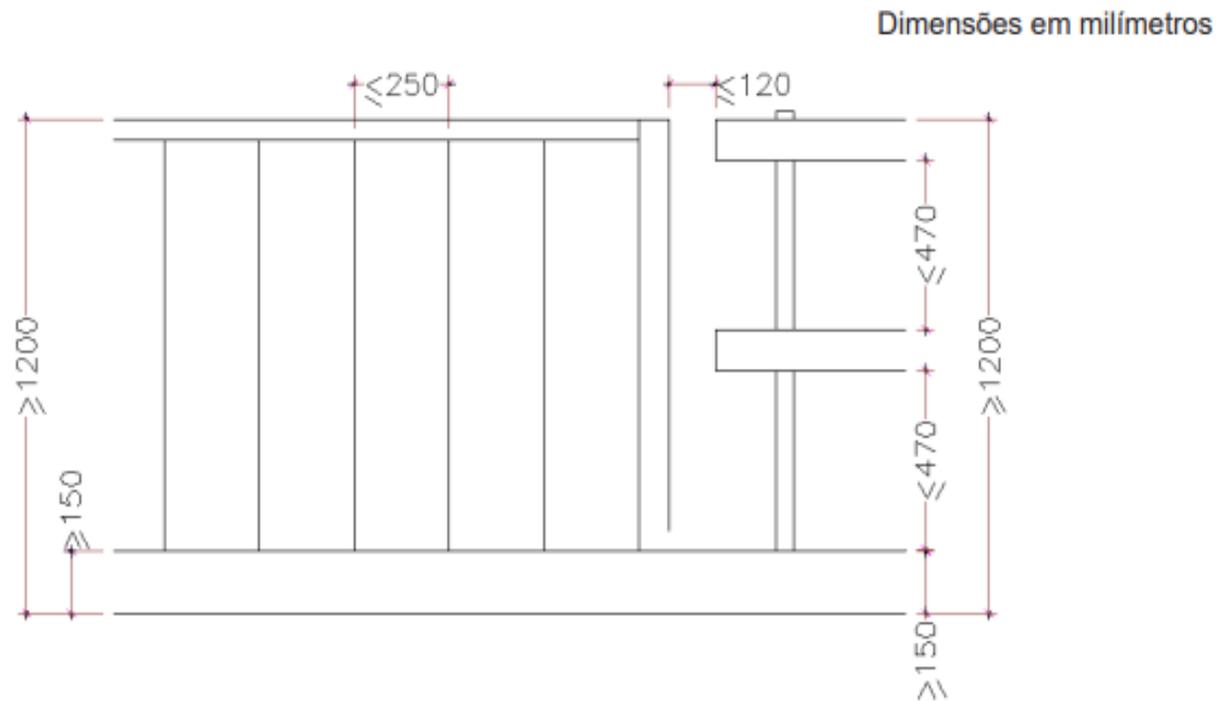


Figura 4 – Dimensões de alturas e vãos dos componentes de uma proteção de periferia

5.4 – REQUISITOS DE CARGAS

- A) Tipos de cargas:

CLASSE	Tipo de carga	
	Estática	Dinâmica
A	X	-
B	X	X
C	-	X

B) Classe A e B - Cargas estáticas

Tabela 5 – Requisitos de carga estática

Critério	Seção	Tipo de carga	Designação	Carga pontual N	Carga distribuída q_1 N/m ²	γ_F	Requisitos
1	6.3.2	Estado limite de serviço nível rodapé	F_{T2}	200	-	1,0	Max flecha elástica do sistema de 55 mm
		Estado limite de serviço nível travessões	F_{T1}	300			
2	6.3.3	Estado limite último nível rodapé	F_{H2}	200	-	1,5	$S_d \leq R_d$
		Estado limite último nos demais componentes	F_{H1}	300			
3	6.3.4	Estado-limite último, vento máximo	Q_{MW}		1 090	1,5	$S_d \leq R_d$
4	6.3.5	Estado limite último combinação de cargas nível rodapé	$Q_{WW} + F_{H2}$	200	327	1,5	$S_d \leq R_d$
		Estado limite último combinação de cargas nos demais componentes	$Q_{WW} + F_{H1}$	300			
5	6.3.6	Estado limite último, paralelo	F_{P1}	200	-	1,5	$S_d \leq R_d$
6	6.3.7	Estado limite último com cargas acidentais	F_D	1250	-	1,0	$S_d \leq R_d$ Flecha máxima de 300 mm durante a aplicação da carga

NOTA 1 Os itens 1 a 5 especificam cargas características.

NOTA 2 Os valores considerados para os critérios 3 e 4 (carga de vento) foram obtidos considerando a velocidade do vento como 45 m/s, conforme o mapa das isoplefas da ABNT NBR 6123.

NOTA 3 O projetista pode adotar, para os critérios 3 e 4, o valor da carga distribuída de acordo com a isoplefa de cada região, conforme a ABNT NBR 6123.

C) Classes B e C – Cargas dinâmicas

CLASSE	Localização	
	Parte alta da proteção	Parte baixa da proteção
B	500 J	1100 J
C	500 J	3185 J

- Parte alta da proteção: em qualquer posição ao longo do travessão superior;

- Parte baixa da proteção: em qualquer posição a uma altura de 20 cm acima da superfície de trabalho;

6 – CÁLCULO ESTRUTURAL

- Método de cálculo: Estados limites;
- Critério de atendimento dos requisitos de cargas: Como conjunto e cada um dos componentes de forma independente e separadamente;
- Abrangência do cálculo: O conjunto em sua situação mais desfavorável, o sistema e seus componentes e o método de fixação;

6.1 - Estado limite de serviço

- 1 - Verificar se a deformação elástica é menor ou igual ao requisito de deformação (tabela 5);
- 2 – Verificar o atendimento aos requisitos de carga da tabela 5;

6.2 - Estado limite último

$$S_d \leq R_d$$

S_d = valor de cálculo do efeito das cargas e deve ser obtido a partir da carga e do coeficiente de majoração (ver tabela 5);

R_d = É o correspondente valor de cálculo da resistência, obtido a partir do valor de resistência do material e do coeficiente de minoração da resistência;

6.3 – COEFICIENTES PARCIAIS DE SEGURANÇA

Estado limite último	
Cargas variáveis	
Parâmetro	Coeficiente
Cargas favoráveis	$\gamma_f = 0,9$
Cargas variáveis	$\gamma_f = 1,5$
Materiais metálicos dúcteis	$\gamma_m = 1,1$
Materiais metálicos frágeis	$\gamma_m = 1,25$
Madeira (ver ABNT NBR 7190)	$\gamma_m = 1,3$

Estado limite último

Cargas acidentais

Parâmetro	Coeficiente
Cargas	$Y_f = 1,0$
Materiais	$Y_m = 1,0$

Estado limite de serviço

Parâmetro	Coeficiente
Cargas	$\gamma_f = 1,0$
Materiais	$\gamma_m = 1,0$

6.3.1 - ATUAÇÃO DAS CARGAS

- As cargas concentradas podem atuar em qualquer posição ao longo do sistema, podendo ser consideradas distribuídas numa superfície de 100 x 100 mm;
- As cargas concentradas sobre redes ou telas podem ser consideradas distribuídas numa superfície de 300 x 300 mm;
- As cargas devem atuar na posição mais desfavorável do sistema de proteção incluindo todos os seus componentes;

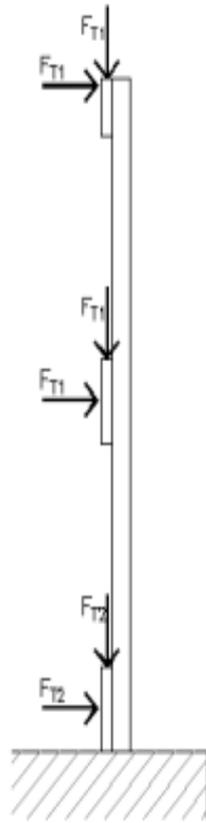


Figura 6 – Cargas de serviço – Alternativa 1, cargas atuando separadamente

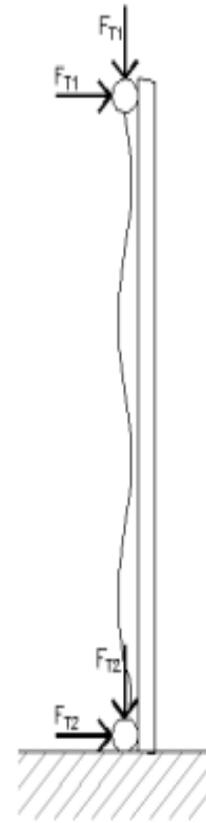


Figura 7 – Cargas de serviço – Alternativa 2, cargas atuando separadamente

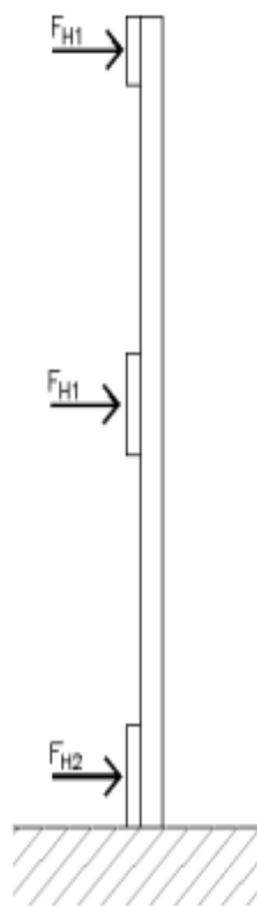


Figura 8 – Carga limite última – Alternativa 1, cargas agindo separadamente

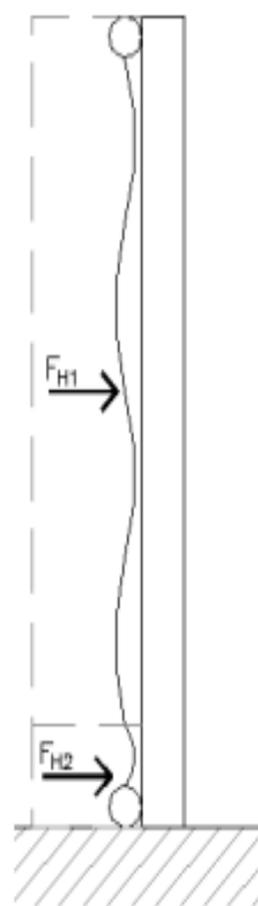


Figura 9 – Carga limite última – Alternativa 2, cargas agindo separadamente

6.4 - VENTO

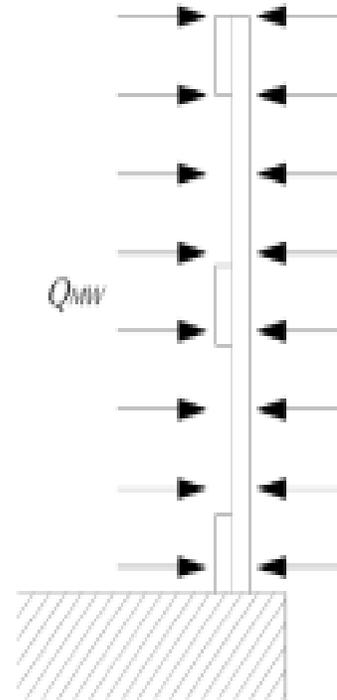


Figura 10 – Carga limite última e carga máxima de vento – para dentro e para fora atuando separadamente

6.4.1 – ATUAÇÃO DAS CARGAS DE VENTO

- A carga Q_w do vento deve ser considerado sobre a superfície efetiva do sistema, desconsiderando as áreas de vazio;
- Deve atuar de fora para dentro e de dentro para fora de forma separada;
- Deve ser considerada atuando perpendicularmente sobre o sistema de proteção provisória de periferia;

6.4.2 – PROCEDIMENTO DE CÁLCULO

- NBR 6123
- A carga de vento deve ser calculada pela expressão:
 $Q_w = c_f \cdot q \cdot A$, onde:
- Q_w é a resultante das cargas devido ao vento;
- C_f é o coeficiente de força aerodinâmico
- q é a pressão do vento e deve se adotar 1090 N/m^2 ;
- A é a área efetiva de atuação do vento;

6.5 - COMBINAÇÃO DE CARGAS - ELU

- As cargas Q_{ww} , F_{h1} e Q_{ww} , F_{h2} devem atuar para fora simultaneamente;
- Q_{ww} é igual a Q_w quando $q = 327 \text{ N/m}^2$
- $q = 327 \text{ N/m}^2$ refere-se a redução da carga secundária (vento) quando da aplicação da combinação de cargas;
- $F_{h2} = 200 \text{ N}$ – para o rodapé;
- $F_{h1} = 300 \text{ N}$ – para os demais componentes;

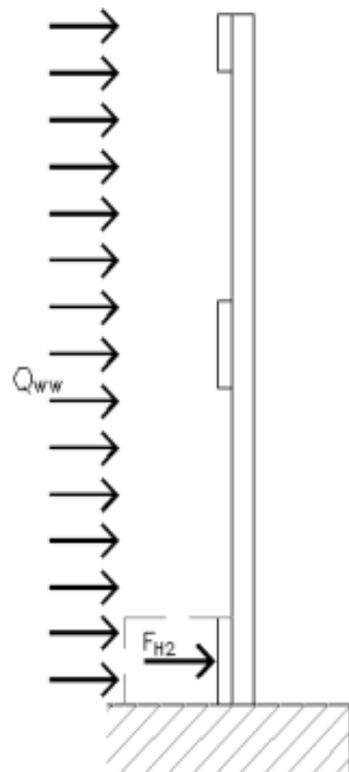


Figura 11 – Combinação de cargas: Rodapé

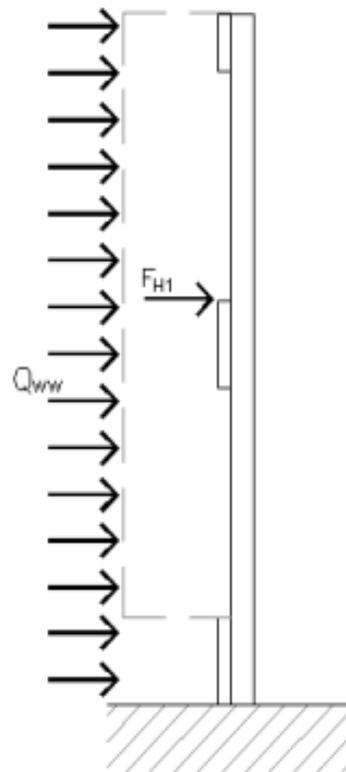


Figura 12 – Combinação de cargas:
Todas os demais componentes

6.6 - CARGA PARALELA AO SISTEMA

- Carga $F_{p1} = 200$ N aplicada paralelamente ao sistema de proteção com a finalidade de verificar a estabilidade do sistema longitudinalmente, ver tabela 5;



Figura 13 – Carga paralela

6.7 - CARGA ACIDENTAL

- $F_D = 1250$ N (tabela 5) e atua para baixo em todos os elementos do sistema de proteção de forma independente e representa uma pessoa que escala o guarda corpo;

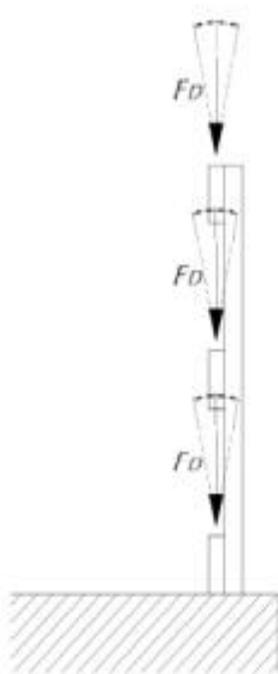


Figura 14 – Carga acidental – Cargas atuando separadamente

7 - ENSAIOS

Tabela 6 – Resumo dos requisitos de ensaio

Classe	Tipo de requisito de carga	Subseção (requisitos)	Ensaio mandatório	Subseção (ensaio)
A	Estático	6.3	Sim, caso o dimensionamento por cálculo não seja possível.	7.4
B	Estático			
B	Dinâmico	5.4.3	Sim	7.5.1
C	Dinâmico	5.4.4	Sim	7.5.1 e 7.5.2

7.1 – ENSAIOS DE CARGAS ESTÁTICAS

- A amostra deve compreender pelo menos um módulo com o comprimento e a configuração mais desfavoráveis do sistema;
- A configuração deve incluir a fixação ou método de fixação e material-base;
- a amostra deve ser montada reproduzindo a configuração de sua utilização na obra;
- Pelo menos 4 amostras devem ser ensaiadas para cada tipo de ensaio;

7.1.1 – ESTADO LIMITE DE SERVIÇO

- Aplicar carga inicial $\geq 30\%$ da carga de ensaio e manter por 1 min;
- Medir a deformação δ_1 e adotar esta posição como ponto de partida;
- Aplicar a carga máxima prevista na tabela 5 seção 6.3.2;
- Medir a deformação δ_2 ;
- O valor médio das deformações ($\delta_2 - \delta_1$) dos ensaios deve ser ≤ 55 mm e os valores individuais ≤ 60 mm;

7.1.2 – ESTADO LIMITE ÚLTIMO

- Carregar o sistema até a carga máxima de ensaio $F_{\text{máx}} = Y_m * Y_f * Q_k$ – (ver critérios 2 a 6 da tabela 5) e manter por 1 min;
- Neste período não pode haver deformações permanentes, rupturas ou desprendimentos de qualquer componente;
- Carregar o sistema até a carga última – R_u que provoque falha significativa no sistema ou em um dos componentes;
- Registrar a carga máxima atingida – R_u ;

7.2 – ENSAIO COM CARGA DINÂMICA

- Para classe B;

- Deve-se realizar tanto o ensaio de 500 J como o de 1.100 J;
- Devem ser realizados 2 tipos de ensaio;
- Tipo 1 - no montante, na parte mais alta 500J e na sequencia 1100J na parte mais baixa;
- Tipo 2 – no ponto central entre os montantes, na parte mais alta 500J e na sequencia 1100J na parte mais baixa da proteção;

DISPOSITIVO DE ENSAIO

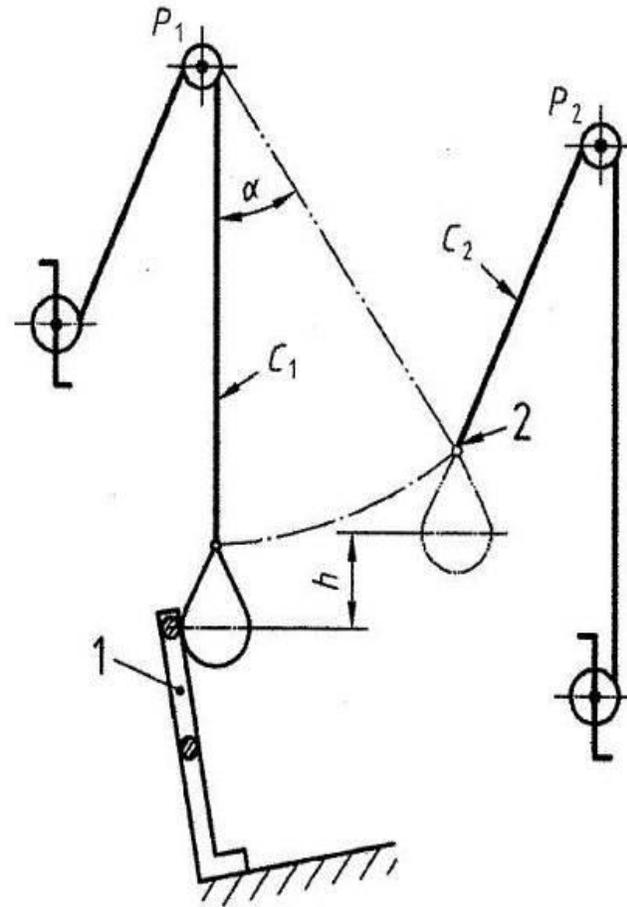


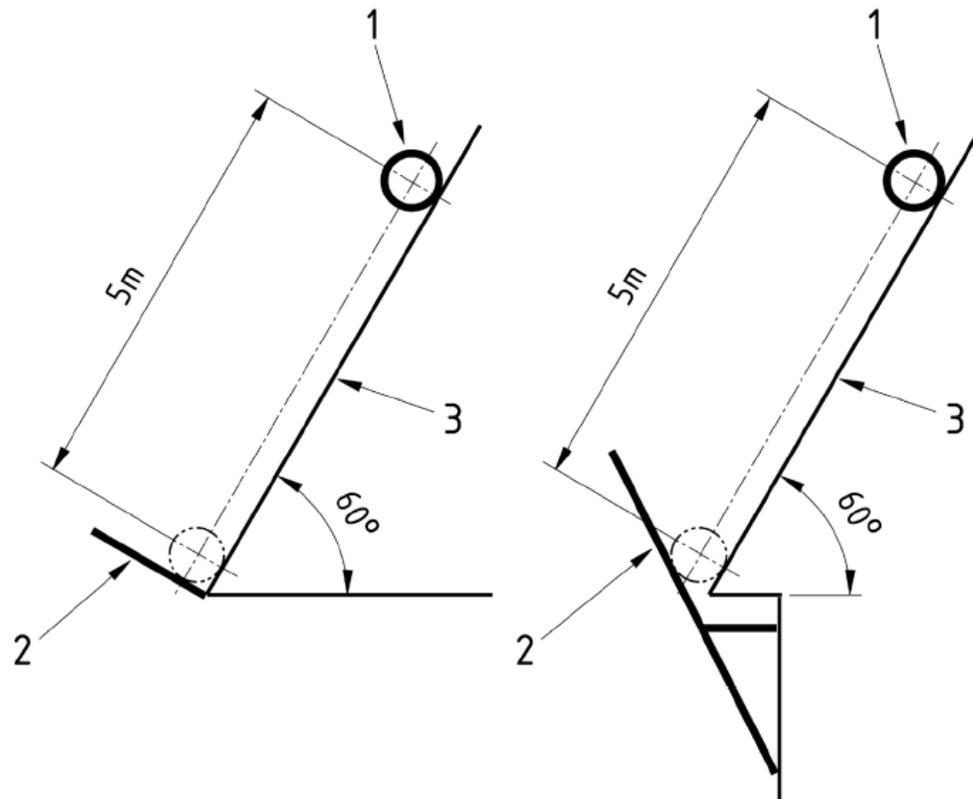
Figura 16 - Dispositivo para o ensaio dinâmico para uma proteção de periferia

CONDIÇÕES DE ENSAIO

- Estabelecer o ponto de referência para medição da flecha;
- Liberar a massa para choque na parte mais alta da proteção;
- Medir e registrar a flecha no ponto de impacto;
- Prosseguir com o impacto da massa no ponto mais baixo da proteção;
- Medir e registrar a flecha no ponto de impacto;
- A massa deve ser retida pelo sistema de proteção;
- A flecha mínima entre os montantes não deve ser inferior a 100 mm;

• CLASSE C:

- Com o dispositivo acima somente o ensaio de 500J na parte superior;
- Complementar o ensaio com o dispositivo abaixo em duas etapas:
 - a) sobre o montante;
 - B) entre os montantes;



Legenda

1 corpo de prova

2 proteção de periferia

3 rampa de ensaio

Figura 17 – Método de ensaio de resistência dinâmica para classe C

CONDIÇÕES DE ENSAIO

- O corpo cilíndrico deve rolar e colidir com a proteção nas posições críticos;
- Permanecer em contato por 3 min
- Medir a flecha instantânea;
- O corpo de prova não pode passar pela proteção;
- A flecha mínima entre montantes deve ser de 200 mm;
- Após ensaio o sistema não necessita estar em condições de ser utilizado;

8 - DESIGNAÇÃO

- Todo sistema de guarda corpo provisório deve ter designação da norma e da classe no memorial descritivo e na memória de cálculo:
 - ABNT NBR 17164
 - Classe; A, B ou C;

9 - MARCAÇÃO

- A marcação deve estar presente no sistema integrado ou em seus componentes, com exceção das proteções classe A fabricadas e montadas na obra;
- Conteúdo da marcação:
 - Norma
 - Classe da proteção: A, B ou C;
 - Identificação do fabricante;
 - Mês/ano de fabricação e n° de série;
 - Massa dos contrapesos em Kg;

10 – MANUAL DE INSTRUÇÕES

- Deve conter:
 - Relação dos componentes com identificação;
 - Instruções para sequencia de montagem e desmontagem;
 - Requisitos de fixação na estrutura existente;
 - Configurações vinculadas a respectiva classe;
 - Restrições e limitações de uso (vento);
 - Relação de componentes necessários e não fornecidos pelo fabricante;
 - Cargas transmitidas para a estrutura suporte;

- Critérios de rejeição de componentes;
- Instruções para armazenamento, manutenções e reparos;
- Inspeção do sistema após impacto de pessoa, objeto ou havendo componentes soltos, indicando manutenção ou substituição se necessário;
- Indicar a necessidade de projeto de proteção para afastamentos entre a proteção e a periferia maiores que 20 mm;
- Obs.: O manual aplica-se também para proteções desenvolvidas e instaladas no canteiro de obra e deverão ser acompanhadas do respectivo projeto;

11 - AVALIAÇÃO

- Deve haver avaliação satisfatória do sistema por profissional habilitado independente do fabricante e projetista;
- Laudo técnico conclusivo com:
 - Identificação dos componentes examinados;
 - Referência das normas técnicas utilizadas;