



Conselho da
União Europeia

Bruxelas, 23 de setembro de 2014
(OR. en)

13533/14
ADD 3

AGRI 593
ENT 204
MI 698
DELECT 177

NOTA DE ENVIO

de:	Secretário-Geral da Comissão Europeia, assinado por Jordi AYET PUIGARNAU, Diretor
data de receção:	19 de setembro de 2014
para:	Uwe CORSEPIUS, Secretário-Geral do Conselho da União Europeia
n.º doc. Com.:	C(2014) 6494 final ANEXOS 9 a 13
Assunto:	ANEXOS do Regulamento Delegado da Comissão de XXX que completa e altera o Regulamento (UE) n.º 167/2013 do Parlamento Europeu e do Conselho no que respeita à construção de veículos e aos requisitos gerais para a homologação dos veículos agrícolas e florestais

Envia-se em anexo, à atenção das delegações, o documento C(2014) 6494 final ANEXOS 9 a 13.

Anexo: C(2014) 6494 final ANEXOS 9 a 13



Bruxelas, 19.9.2014
C(2014) 6494 final

ANNEXES 9 to 13

ANEXOS

do

Regulamento Delegado da Comissão

de XXX

que completa e altera o Regulamento (UE) n.º 167/2013 do Parlamento Europeu e do Conselho no que respeita à construção de veículos e aos requisitos gerais para a homologação dos veículos agrícolas e florestais

ANEXO IX

Requisitos aplicáveis às estruturas de proteção em caso de capotagem (montadas na frente em tratores de via estreita)

A. Disposições gerais

1. Os requisitos da União aplicáveis às estruturas de proteção em caso de capotagem (montadas na frente de tratores de via estreita) são enunciados no ponto B.
2. Os ensaios podem ser realizados em conformidade com o procedimento estático ou o procedimento dinâmico, de acordo com o enunciado nas partes B1 e B2. Os dois métodos são considerados equivalentes.
3. Para além dos requisitos previstos no ponto 2, devem ser cumpridos os requisitos de desempenho das ROPS rebatíveis enunciados na parte B3.
4. Consta da parte B4 o programa informático para determinar as características de capotagem contínua ou interrompida que devem ser consideradas para os ensaios virtuais.

B. Requisitos aplicáveis às estruturas de proteção em caso de capotagem (montadas na frente em tratores de via estreita)⁽¹⁾

1. DEFINIÇÕES

1.1 [Não aplicável]

1.2. *Estrutura de proteção em caso de capotagem (ROPS)*

Por estrutura de proteção em caso de capotagem (cabina ou quadro de proteção), adiante designada por «estrutura de proteção», entende-se as estruturas montadas num trator com o objetivo principal de evitar ou de limitar os riscos para o condutor em caso de capotagem do trator durante a sua utilização normal.

A estrutura de proteção em caso de capotagem é caracterizada pela preservação de uma zona livre suficientemente grande para proteger o condutor sentado no interior da estrutura ou num espaço delimitado por uma série de linhas retas ligando os bordos exteriores da estrutura a qualquer parte do trator que possa entrar em contacto com o solo plano e que seja capaz de manter o trator nessa posição se o trator capotar.

1.3. *Via*

1.3.1. Definição preliminar: plano médio da roda

O plano médio da roda é equidistante dos dois planos que passam pela periferia das jantes nos seus bordos exteriores.

1.3.2. Definição de via

O plano vertical que passa pelo eixo da roda intersecta o seu plano médio ao longo de uma linha reta que intersecta a superfície de apoio num ponto. Se **A** e **B** forem os dois pontos assim definidos para as rodas no mesmo eixo do trator, então a largura da via é a distância entre os pontos **A** e **B**. A via pode assim ser definida para as rodas dianteiras e traseiras. Se existirem rodados duplos, a via é a distância entre dois planos, sendo cada um o plano

médio de cada par de rodas.

1.3.3. Definição adicional: plano médio do trator

Consideram-se as posições extremas dos pontos **A** e **B**, correspondendo ao valor máximo possível para a via, no caso do eixo traseiro. O plano vertical perpendicular ao segmento **AB** no seu ponto central é o plano médio do trator.

1.4. *Distância entre eixos*

A distância entre os planos verticais que passam pelos dois segmentos **AB** anteriormente definidos, correspondendo um às rodas dianteiras e o outro às rodas traseiras.

1.5. *Determinação do ponto índice do banco; localização e regulação do banco para os ensaios*

1.5.1. Ponto índice do banco (SIP)⁽²⁾

O ponto índice do banco é determinado em conformidade com a norma ISO 5353:1995

1.5.2. Localização e regulação do banco para os ensaios

1.5.2.1. Se o banco for regulável, deve ser colocado na posição mais alta e mais recuada;

1.5.2.2. Se a inclinação do encosto do banco for regulável, deve ser colocada na posição média;

1.5.2.3. Se o banco dispuser de um sistema de suspensão, este deverá ser bloqueado na posição média, salvo instruções em contrário claramente especificadas pelo fabricante do banco;

1.5.2.4. Se a posição do banco for regulável apenas em comprimento e em altura, o eixo longitudinal que passa pelo ponto índice do banco deve ser paralelo ao plano longitudinal vertical do trator que passa pelo centro do volante, sendo autorizado um desvio lateral não superior a 100 mm;

1.6. *Zona livre*

1.6.1. Plano de referência vertical e linha de referência

A zona livre (figura 6.1) é definida em relação a um plano de referência vertical e a uma linha de referência:

1.6.1.1. O plano de referência é um plano vertical, geralmente longitudinal ao trator e passando pelo ponto índice do banco e pelo centro do volante. Normalmente, o plano de referência coincide com o plano longitudinal médio do trator. Considera-se que este plano de referência se desloca horizontalmente com o banco e o volante durante a aplicação da carga, mas se mantém perpendicular ao trator ou à base da estrutura de proteção em caso de capotagem.

1.6.1.2. A linha de referência é a linha contida no plano de referência que passa por um ponto situado a $140 + a_h$ à retaguarda e a $90 - a_v$ abaixo do ponto índice do banco e o primeiro ponto da coroa do volante, o qual atravessa quando levada à horizontal.

1.6.2. Determinação da zona livre para tratores com um banco não reversível

A zona livre para tratores com um banco não reversível é definida nos pontos 1.6.2.1 a 1.6.2.11 e é delimitada pelos planos seguintes, sendo que o trator deve estar colocado

numa superfície horizontal, o banco regulado na posição definida nos pontos 1.5.2.1 a 1.5.2.4⁽³⁾, e o volante, se regulável, regulado na posição média para condução sentada:

- 1.6.2.1. Dois planos verticais distantes 250 mm, para cada lado, do plano de referência, com limite superior situado 300 mm acima do plano definido em 1.6.2.8 e, longitudinalmente, no mínimo 550 mm à frente do plano vertical perpendicular ao plano de referência que passa a uma distância de $(210 - a_h)$ mm para a frente do ponto índice do banco;
- 1.6.2.2. Dois planos verticais distantes 200 mm, para cada lado, do plano de referência, com limite superior situado 300 mm acima do plano definido em 1.6.2.8 e limitados longitudinalmente pela superfície definida em 1.6.2.11 e pelo plano vertical perpendicular ao plano de referência que passa a uma distância de $(210 - a_h)$ mm para a frente do ponto índice do banco;
- 1.6.2.3. Um plano inclinado perpendicular ao plano de referência, situado 400 mm acima da linha de referência e paralelo a esta linha, que se prolonga para trás em direção ao ponto em que corta o plano vertical perpendicular ao plano de referência e que passa por um ponto situado a $(140 + a_h)$ mm para trás do ponto índice do banco;
- 1.6.2.4. Um plano inclinado, perpendicular ao plano de referência e que toca o plano definido em 1.6.2.3 na sua extremidade mais à retaguarda e que se apoia no bordo superior do encosto do banco;
- 1.6.2.5. Um plano vertical perpendicular ao plano de referência, que passa, pelo menos, 40 mm à frente do volante e, pelo menos, $760 - a_h$ para a frente do ponto índice do banco;
- 1.6.2.6. Uma superfície cilíndrica perpendicular ao plano de referência, com um raio de 150 mm, tangente aos planos definidos em 1.6.2.3 e 1.6.2.5;
- 1.6.2.7. Dois planos inclinados paralelos que passam pelas extremidades superiores dos planos definidos no ponto 1.6.2.1, estando o plano inclinado situado do lado que sofre o impacto a pelo menos 100 mm do plano de referência por cima da zona livre;
- 1.6.2.8. Um plano horizontal que passa por um ponto a $90 - a_v$ abaixo do ponto índice do banco;
- 1.6.2.9. Duas partes do plano vertical perpendicular ao plano de referência situado à frente do ponto índice do banco à distância de $210 - a_h$, devendo estas duas partes ligar, respetivamente, as extremidades posteriores dos planos definidos no ponto 1.6.2.1 às extremidades anteriores dos planos definidos no ponto 1.6.2.2;
- 1.6.2.10. Duas partes do plano horizontal situado por cima do plano definido no ponto 1.6.2.8 a uma distância de 300 mm, devendo estas duas partes ligar, respetivamente, os limites superiores dos planos verticais definidos no ponto 1.6.2.2 e os limites inferiores dos planos inclinados definidos no ponto 1.6.2.7;
- 1.6.2.11. Uma superfície, se necessário curvilínea, de geratriz perpendicular ao plano de referência que se apoia sobre a parte face posterior do encosto do banco.
- 1.6.3. Determinação da zona livre para tratores com uma posição de condução reversível

Para tratores com uma posição de condução reversível (banco e volante reversíveis), a zona livre corresponde à envolvente das duas zonas livres definidas pelas duas posições diferentes do volante e do banco. Para cada posição do volante e do banco, a zona livre deve ser definida com base respetivamente nos pontos 1.6.1 e 1.6.2 para a posição do condutor na posição normal e com base nos pontos 1.6.1 e 1.6.2 do anexo X para a

posição do condutor na posição invertida (ver figura 6.2).

1.6.4. Bancos facultativos

1.6.4.1. No caso de tratores que podem ser equipados com bancos facultativos, é utilizada nos ensaios a envolvente dos pontos índice do banco de todas as opções oferecidas. A estrutura de proteção não deve penetrar na zona livre global que tem em conta estes diferentes pontos índice do banco.

1.6.4.2. Caso seja oferecida uma nova opção para o banco após o ensaio ter sido realizado, é feita uma determinação para verificar se a zona livre em torno do novo SIP ainda se encontra dentro da envolvente estabelecida anteriormente. Se não for esse o caso, deve ser realizado um novo ensaio.

1.6.4.3. Os bancos facultativos não incluem um banco para um passageiro, para além do condutor, a partir do qual não se possa controlar o trator. Não se determina o SIP porque a zona livre é definida em relação ao banco do condutor.

1.7. **Massa**

1.7.1. Massa sem lastro/sem carga

A massa do trator, excluindo os acessórios opcionais, mas com fluido de arrefecimento, lubrificantes, combustível, ferramentas e estrutura de proteção. Não são tomadas em consideração as massas opcionais à frente ou à retaguarda, o lastro dos pneus, os instrumentos e equipamentos montados ou qualquer componente especial;

1.7.2. Massa máxima admissível

A massa máxima do trator declarada como tecnicamente admissível pelo fabricante e indicada na chapa de identificação do veículo e/ou no manual do operador;

1.7.3. Massa de referência

A massa, selecionada pelo fabricante, usada para calcular a altura de queda do bloco pendular, as entradas de energia e as forças de esmagamento a utilizar nos ensaios. Não deve ser inferior à massa sem lastro e deve ser suficiente para garantir que a relação de massas não ultrapassa 1,75 (ver pontos 1.7.4 e 2.1.3).

1.7.4. Relação de massas

$$\left(\frac{\text{Massa máxima admissível}}{\text{Massa de referência}} \right)$$

A razão não deve ser superior a 1,75.

1.8. **Tolerâncias de medição admissíveis**

Dimensão linear: ± 3 mm

à exceção da: -- deformação dos pneus: ± 1 mm
-- deformação da estrutura sob cargas horizontais: ± 1 mm
-- altura de queda do bloco pendular: ± 1 mm

Massas: $\pm 0,2$ %

(da escala completa do sensor)

Forças: $\pm 0,1$ % (da escala completa)

Ângulos: $\pm 0,1$ °

1.9. *Símbolos*

a_h	(mm)	Metade da regulação horizontal do banco
a_v	(mm)	Metade da regulação vertical do banco
B	(mm)	Largura mínima total do trator;
B_b	(mm)	Largura exterior máxima da estrutura de proteção;
D	(mm)	Deformação da estrutura no ponto de impacto (ensaios dinâmicos) ou no ponto e no eixo de aplicação da carga (ensaios estáticos);
D'	(mm)	Deformação da estrutura para a energia calculada requerida;
E_a	(J)	Energia de deformação absorvida no ponto em que a carga é retirada. Área contida sob a curva F-D ;
E_i	(J)	Energia de deformação absorvida. Área sob a curva F-D ;
E'_i	(J)	Energia de deformação absorvida após aplicação de carga adicional na sequência de uma fratura ou fissura;
E''_i	(J)	Energia de deformação absorvida durante o ensaio de sobrecarga no caso de a carga ter sido retirada antes do início do ensaio de sobrecarga. Área sob a curva F-D ;
E_{il}	(J)	Entrada de energia que deve ser absorvida durante a aplicação da carga longitudinal.
E_{is}	(J)	Entrada de energia que deve ser absorvida durante a aplicação da carga lateral;
F	(N)	Força da carga estática;
F'	(N)	Carga para a energia calculada requerida, correspondente a E'_i ;
F-D		Diagrama força/deformação;
F_i	(N)	Força aplicada no dispositivo rígido à retaguarda;
F_{max}	(N)	Carga estática máxima que intervém durante a aplicação da carga, excluindo a sobrecarga;
F_v	(N)	Força de esmagamento vertical;
H	(mm)	Altura de queda do bloco pendular (ensaios dinâmicos);
H'	(mm)	Altura de queda do bloco pendular para o ensaio adicional (ensaios dinâmicos);
I	(kg.m ²)	Momento de inércia de referência do trator em relação ao eixo das rodas traseiras, qualquer que seja a massa destas rodas;
L	(mm)	Distância entre eixos de referência do trator;
M	(kg)	Massa de referência do trator durante os ensaios de resistência.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

- 2.1. O presente anexo é aplicável aos tratores que apresentem as seguintes características:
- 2.1.1. Distância ao solo dos pontos mais baixos dos eixos dianteiro e traseiro não superior a 600 mm, tendo em conta o diferencial;
- 2.1.2. Via mínima fixa ou regulável do eixo equipado com pneus de maiores dimensões inferior a 1 150 mm. Supondo que o eixo equipado com pneus mais largos se encontra regulado para uma via de, no máximo, 1 150 mm, a via do outro eixo deve poder regular-se de modo a que os bordos exteriores dos pneus mais estreitos não ultrapassem os bordos exteriores dos pneus do outro eixo. Sempre que os dois eixos estejam equipados de jantes e pneus das mesmas dimensões, a via fixa ou regulável dos dois eixos deve ser inferior a 1 150 mm;
- 2.1.3. Massa compreendida entre 400 kg e 3 500 kg, correspondente à massa do trator sem carga, incluindo a estrutura de proteção em caso de capotagem e os pneus com a dimensão máxima recomendada pelo fabricante. A massa máxima admissível não deve exceder 5 250 kg e a relação de massas (massa máxima admissível/massa de referência) não deve ser superior a 1,75;

- 2.1.4. E estar equipado com estruturas de proteção em caso de capotagem do tipo de dois montantes, montadas exclusivamente à frente do ponto índice do banco e caracterizadas por uma zona livre reduzida, tendo em conta as dimensões limitadas do trator, o que realça a utilidade de não impedir o acesso ao lugar de condução seja em que circunstância for e de conservar estas estruturas (rebatíveis ou não) que são apesar de tudo de utilização simples.
- 2.2. Reconhece-se que podem existir modelos de tratores, por exemplo, máquinas florestais especiais, como os tratores-carregadores e rechegadores, aos quais o presente anexo não se aplica.

B1 PROCEDIMENTO DE ENSAIO ESTÁTICO

3. REGRAS E INSTRUÇÕES

3.1. *Condições prévias aos ensaios de resistência*

3.1.1. Aprovação em dois ensaios preliminares

A estrutura de proteção pode ser submetida aos ensaios de resistência apenas se os dois ensaios preliminares – um ensaio de estabilidade lateral e um ensaio de capotagem não contínua - tiverem sido satisfatórios (ver fluxograma apresentado na figura 6.3).

3.1.2. Preparação para os ensaios preliminares

3.1.2.1. O trator deve estar equipado com a estrutura de proteção na sua posição de segurança.

3.1.2.2. O trator deve estar equipado com pneus do diâmetro máximo indicado pelo fabricante e da secção transversal mínima para pneus com esse diâmetro. Os pneus não podem conter qualquer lastro líquido e devem estar à pressão prescrita para os trabalhos agrícolas.

3.1.2.3. As rodas traseiras devem ser reguladas para a via mais estreita; as rodas dianteiras devem ser reguladas com a maior precisão possível para a mesma via. Se houver duas possibilidades de regular a via que se afastem de modo idêntico da regulação mais estreita da via traseira, dever-se-á escolher a mais larga destas vias à frente.

3.1.2.4. Enchem-se todos os depósitos dos tratores ou substituem-se os líquidos por uma massa equivalente disposta no local correspondente.

3.1.2.5. Todos os acessórios de produção em série devem ser montados no trator na sua posição normal.

3.1.3. Ensaio de estabilidade lateral

3.1.3.1. Colocar o trator preparado do modo indicado acima num plano horizontal de modo a que o ponto de articulação do seu eixo dianteiro ou, no caso de um trator articulado, o ponto de articulação horizontal situado entre os dois eixos, se possa mover livremente.

3.1.3.2. Inclinar, com um macaco ou um guindaste, a parte do trator fixada rigidamente ao eixo que suporta mais de 50 % do peso do trator, medindo constantemente o ângulo de inclinação. Este ângulo deve atingir um valor mínimo de 38° no momento em que o trator estiver em equilíbrio instável sobre as duas rodas no solo. Executar o ensaio uma vez com o volante bloqueado a fundo à direita e outra vez com o volante bloqueado a fundo à esquerda.

3.1.4. Ensaio de capotagem não contínua

3.1.4.1. Observações gerais

Este ensaio tem por finalidade determinar se uma estrutura, fixada ao trator e concebida para proteger o seu condutor, consegue impedir eficazmente o trator de dar voltas sucessivas em caso de tombamento lateral num plano com uma inclinação de 1/1,5 (Figura 6.4).

A capotagem não contínua pode ser demonstrada por meio de qualquer dos dois métodos descritos nos pontos 3.1.4.2 e 3.1.4.3.

3.1.4.2. Demonstração prática de capotagem não contínua através de ensaio de tombamento

3.1.4.2.1. O ensaio de tombamento é realizado num plano inclinado experimental com comprimento mínimo de 4 m (ver figura 6.4). A superfície deve ser revestida com uma camada de 18 cm de um material que, sujeito a medição em conformidade com as normas ASAE S313.3, de fevereiro de 1999, e ASAE EP542, de fevereiro de 1999, relativas ao penetrómetro de cone de solo, apresente um índice de penetração com cone de:

$$A = 235 \pm 20$$

ou

$$B = 335 \pm 20$$

3.1.4.2.2. O trator (preparado como descrito no ponto 3.1.2) é tombado lateralmente com uma velocidade inicial nula. Para este efeito, o trator é colocado no cimo do plano inclinado, de modo a que as rodas situadas do lado do declive repousem sobre o plano inclinado e que o plano médio do trator seja paralelo às curvas de nível. Ao tocar a superfície do plano inclinado, o trator pode levantar-se, girando em torno do canto superior da estrutura de proteção, mas não deve capotar. Deve cair novamente do lado que tocou o plano inclinado em primeiro lugar.

3.1.4.3. Demonstração matemática das características que permitem evitar a capotagem contínua

3.1.4.3.1. Devem ser determinados os seguintes dados característicos relativos ao trator, a fim de calcular os valores que permitem impedir a capotagem contínua (ver figura 6.5):

B₀	(m)	Largura dos pneus das rodas traseiras;
B₆	(m)	Largura da estrutura de proteção entre os pontos de impacto direito e esquerdo;
B₇	(m)	Largura do capô do motor;
D₀	(rad)	Ângulo de oscilação do eixo frente, da posição zero à posição limite;
D₂	(m)	Altura dos pneus da frente a plena carga do eixo;
D₃	(m)	Altura dos pneus de trás a plena carga do eixo;
H₀	(m)	Altura do ponto de articulação do eixo dianteiro;
H₁	(m)	Altura do centro de gravidade;
H₆	(m)	Altura do ponto de impacto;
H₇	(m)	Altura do capô do motor;
L₂	(m)	Distância horizontal entre o centro de gravidade e o eixo dianteiro;
L₃	(m)	Distância horizontal entre o centro de gravidade e o eixo traseiro;
L₆	(m)	Distância horizontal entre o centro de gravidade e o ponto de intersecção anterior da estrutura de proteção (deve ser precedido do sinal negativo quando este ponto se situar à frente do plano do centro de gravidade);
L₇	(m)	Distância horizontal entre o centro de gravidade e o canto anterior do capô do motor;
M_c	(kg)	Massa do trator utilizada para os cálculos;
Q	(kgm ²)	Momento de inércia de massa a nível do eixo longitudinal que passa pelo centro

- S (m) de gravidade;
Via do eixo traseiro.
- A soma da via (**S**) e da largura dos pneus (**B₀**) deve ser superior à largura **B₆** da estrutura de proteção.
- 3.1.4.3.2. Os cálculos são efetuados com base nas seguintes hipóteses simplificadoras:
- 3.1.4.3.2.1. O trator imobilizado tomba num plano com uma inclinação de 1/1,5 com o eixo dianteiro equilibrado quando o centro de gravidade se situa verticalmente sobre o eixo de rotação;
- 3.1.4.3.2.2. O eixo de rotação é paralelo ao eixo longitudinal do trator e passa pelo centro das superfícies de contacto das rodas dianteiras e traseiras situadas sobre o declive;
- 3.1.4.3.2.3. O trator não escorrega no plano inclinado;
- 3.1.4.3.2.4. O impacto no plano inclinado é em parte elástico, com um fator de elasticidade de:
- $$U = 0,2$$
- 3.1.4.3.2.5. A profundidade de penetração no plano inclinado e a deformação da estrutura de proteção dão em conjunto:
- $$T = 0,2 \text{ m}$$
- 3.1.4.3.2.6. Os outros componentes do trator não penetram no plano inclinado.
- 3.1.4.3.3. O programa informático (BASIC⁽⁴⁾) para determinar, em caso de tombamento lateral, as características de capotagem contínua ou interrompida de um trator de via estreita equipado com uma estrutura de proteção em caso de capotagem montada na frente figura na parte B4, com os exemplos 6.1 a 6.11.
- 3.1.5. Métodos de medição
- 3.1.5.1. Distâncias horizontais entre o centro de gravidade e o eixo traseiro (**L₃**) ou dianteiro (**L₂**)
- A distância entre os eixos traseiro e dianteiro deve ser medida de ambos os lados do trator, a fim de verificar se o ângulo de viragem é nulo.
- As distâncias entre o centro de gravidade e o eixo traseiro (**L₃**) ou o eixo dianteiro (**L₂**) devem ser calculadas segundo a repartição da massa do trator entre as rodas traseiras e dianteiras.
- 3.1.5.2. Alturas dos pneus traseiros (**D₃**) e dianteiros (**D₂**)
- A distância entre o ponto mais elevado do pneu e o plano do solo deve ser medida (figura 6.5) utilizando o mesmo método usado para os pneus dianteiros e traseiros.
- 3.1.5.3. Distância horizontal entre o centro de gravidade e o ponto de intersecção anterior da estrutura de proteção (**L₆**).
- A distância entre o centro de gravidade e o ponto de intersecção anterior da estrutura de proteção deve ser medida (figuras 6.6.a, 6.6.b e 6.6.c). Se a estrutura de proteção estiver situada à frente do plano que passa pelo centro de gravidade, o valor registado deve ser precedido do sinal menos (**-L₆**).

- 3.1.5.4. Largura da estrutura de proteção (**B₆**)
- A distância entre os pontos de impacto direito e esquerdo dos dois montantes verticais da estrutura deve ser medida.
- O ponto de impacto é definido pelo plano tangente à estrutura de proteção que passa pela reta definida pelos pontos externos mais elevados dos pneus dianteiros e traseiros (figura 6.7).
- 3.1.5.5. Altura da estrutura de proteção (**H₆**)
- A distância vertical entre o ponto de impacto da estrutura e o plano do solo deve ser medida.
- 3.1.5.6. Altura do capô do motor (**H₇**)
- A distância vertical entre o ponto de impacto do capô do motor e o plano do solo deve ser medida.
- O ponto de impacto é definido pelo plano tangente ao capô do motor e à estrutura de proteção que passa pelos pontos externos mais elevados dos pneus dianteiros (figura 6.7). As medições são feitas de ambos os lados do capô do motor.
- 3.1.5.7. Largura do capô do motor (**B₇**)
- A distância entre os dois pontos de impacto do capô do motor tal como definida anteriormente deve ser medida.
- 3.1.5.8. Distância horizontal entre o centro de gravidade e o canto anterior do capô do motor (**L₇**)
- A distância entre o ponto de impacto do capô do motor, tal como definida anteriormente, e o centro de gravidade deve ser medida.
- 3.1.5.9. Altura do ponto de articulação do eixo dianteiro (**H₀**)
- A distância vertical entre o centro do ponto de articulação do eixo dianteiro e o centro do eixo dos pneus dianteiros (**H₀₁**) deve figurar no relatório técnico do fabricante e deve ser verificada.
- A distância vertical entre o centro do eixo dos pneus dianteiros e o plano do solo (**H₀₂**) deve ser medida (figura 6.8).
- A altura do ponto de articulação do eixo dianteiro (**H₀**) é a soma dos dois valores anteriores.
- 3.1.5.10. Via do eixo traseiro (**S**)
- A via mínima do eixo traseiro, determinada com os pneus de maior dimensão segundo as indicações do fabricante, deve ser medida (figura 6.9).
- 3.1.5.11. Largura dos pneus traseiros (**B₀**)
- A distância entre os dois planos verticais exterior e interior de um pneu traseiro na sua parte superior deve ser medida (figura 6.9).

3.1.5.12. Ângulo de oscilação do eixo dianteiro (D_0)

O ângulo máximo de oscilação do eixo dianteiro, entre a posição horizontal e a sua deformação máxima, deve ser medido em ambos os lados do eixo, tendo em conta eventuais batentes amortecedores de choques. Deve ser usado o valor máximo medido.

3.1.5.13. Massa do trator

A massa do trator deve ser determinada de acordo com as condições especificadas no ponto 1.7.1.

3.2. *Condições dos ensaios de resistência das estruturas de proteção e da sua fixação ao trator*

3.2.1. Requisitos gerais

3.2.1.1. Finalidade dos ensaios

Os ensaios efetuados com o auxílio de dispositivos especiais destinam-se a simular as cargas sofridas pela estrutura de proteção em caso de capotagem do trator. Estes ensaios permitem observar a resistência da estrutura de proteção e das suas fixações ao trator, bem como de todas as partes do trator que transmitem a carga de ensaio.

3.2.1.2. Métodos de ensaio

Os ensaios podem ser realizados em conformidade com o procedimento estático ou com o procedimento dinâmico (ver anexo A). Os dois métodos são considerados equivalentes.

3.2.1.3. Disposições gerais aplicáveis à preparação dos ensaios

3.2.1.3.1. A estrutura de proteção deve estar conforme às especificações da produção em série. Deve ser fixada a um dos tratores para que foi concebido em conformidade com o método indicado pelo fabricante.

Nota: Num ensaio de resistência estático, não é necessário dispor de um trator completo; todavia, a estrutura de proteção e as partes do trator às quais este dispositivo está fixado devem constituir uma instalação operacional, adiante designada por «conjunto».

3.2.1.3.2. Tanto no ensaio estático como no ensaio dinâmico, o trator (ou o conjunto) deve estar equipado com todos os elementos de produção em série suscetíveis de ter influência sobre a resistência da estrutura de proteção ou que possam ser necessários ao ensaio de resistência.

Os elementos que possam acarretar riscos na zona livre devem igualmente estar presentes no trator (ou no conjunto) para que se possa verificar se estão reunidas as condições de aceitação previstas em 3.2.3.

Todos os elementos do trator ou da estrutura de proteção, incluindo para proteção contra intempéries, devem ser fornecidos ou descritos em desenhos.

3.2.1.3.3. Nos ensaios de resistência, é necessário retirar todos os painéis e elementos amovíveis não estruturais, de modo a que não possam contribuir para reforçar a estrutura de proteção.

3.2.1.3.4. A via deve estar regulada de tal forma que, na medida do possível, a estrutura de proteção, durante os ensaios de resistência, não seja suportada pelos pneus. Se estes ensaios forem

realizados de acordo com o procedimento estático, as rodas podem ser retiradas.

3.2.2. **Ensaios**

3.2.2.1. Sequência dos ensaios de acordo com o procedimento estático

A sequência de ensaios, sem prejuízo dos ensaios adicionais mencionados nos pontos 3.3.1.6 e 3.3.1.7, é a seguinte:

- 1) **aplicação de carga na retaguarda da estrutura**
(ver 3.3.1.1);
- 2) **ensaio de esmagamento à retaguarda**
(ver 3.3.1.4);
- 3) **aplicação de carga na parte frontal da estrutura**
(ver 3.3.1.2);
- 4) **aplicação de carga na parte lateral da estrutura**
(ver 3.3.1.3);
- 5) **esmagamento na parte frontal da estrutura**
(ver 3.3.1.5).

3.2.2.2. Requisitos gerais

3.2.2.2.1. Se, durante o ensaio, algum elemento do dispositivo de fixação do trator se deslocar ou partir, o ensaio deve ser recomeçado.

3.2.2.2.2. Não se admitem reparações nem regulações do trator ou da estrutura de proteção durante os ensaios.

3.2.2.2.3. Durante o ensaio, o trator deve estar destravado e a transmissão em ponto morto.

3.2.2.2.4. Se o trator estiver equipado com um sistema de suspensão entre o quadro e as rodas, tal sistema deve estar bloqueado durante os ensaios.

3.2.2.2.5. O lado escolhido para a primeira carga na retaguarda da estrutura deve ser aquele que, segundo as autoridades responsáveis pelos ensaios, resultar da aplicação da série de cargas nas condições mais desfavoráveis para a estrutura. A carga lateral e a carga à retaguarda devem ser aplicadas nos dois lados do plano longitudinal médio da estrutura de proteção. A carga frontal deve ser aplicada do mesmo lado do plano longitudinal médio da estrutura de proteção que a carga lateral.

3.2.3. **Condições de aceitação**

3.2.3.1. Considera-se que uma estrutura de proteção cumpre os requisitos de resistência se reunir as seguintes condições:

3.2.3.1.1. Após cada ensaio parcial, deve estar isenta de fraturas ou fissuras na aceção dos pontos 3.3.2.1 ou

3.2.3.1.2. Se aparecerem fraturas ou fissuras não negligenciáveis durante os ensaios de esmagamento, deve ser aplicado um ensaio adicional conforme com o disposto no ponto 3.3.1.7 imediatamente após o esmagamento que provocou as fraturas ou fissuras;

- 3.2.3.1.3. Durante os ensaios que não o ensaio de sobrecarga, nenhuma parte da estrutura de proteção deve penetrar na zona livre, tal como definida no ponto 1.6;
- 3.2.3.1.4. Durante os ensaios que não o ensaio de sobrecarga, todas as partes da zona livre devem estar protegidas pela estrutura, em conformidade com o ponto 3.3.2.2;
- 3.2.3.1.5. Durante os ensaios, a estrutura de proteção não deve exercer qualquer constrangimento sobre a estrutura do banco;
- 3.2.3.1.6. A deformação elástica, medida em conformidade com o ponto 3.3.2.4, deve ser inferior a 250 mm.
- 3.2.3.2. Não devem existir quaisquer acessórios que possam constituir um risco para o condutor. Não devem existir acessórios ou elementos salientes suscetíveis de ferir o condutor em caso de capotagem do trator nem acessórios ou elementos suscetíveis de o prender - bloqueando-lhe uma perna ou um pé, por exemplo - na sequência de deformações da estrutura.
- 3.2.4. [Não aplicável]
- 3.2.5. Aparelhagem e equipamento de ensaio
- 3.2.5.1. Dispositivo para os ensaios estáticos
- 3.2.5.1.1. O dispositivo para os ensaios estáticos deve permitir a aplicação de pressões ou cargas à estrutura de proteção.
- 3.2.5.1.2. Deve-se proceder de modo a que a carga seja distribuída uniformemente segundo a normal à direção da aplicação da carga e ao longo de uma viga cujo comprimento esteja compreendido entre 250 e 700 mm e tenha, entre estes limites, um valor múltiplo exato de 50 mm. A dimensão vertical da extremidade da viga rígida deve ser de 150 mm. Os bordos da viga em contacto com a estrutura de proteção devem ser curvos, com um raio máximo de 50 mm.
- 3.2.5.1.3. O suporte deve poder ser adaptado a qualquer ângulo relativamente à direção da carga, de modo a poder acompanhar as variações angulares da superfície da estrutura de proteção que suporta a carga à medida que esta estrutura se for deformando.
- 3.2.5.1.4. Direção da força (desvio relativamente à horizontal e à vertical):
- no início do ensaio, sob uma carga nula: $\pm 2^\circ$,
 - durante o ensaio, sob carga: 10° acima da horizontal e 20° abaixo da horizontal. Estas variações devem ser reduzidas ao mínimo.
- 3.2.5.1.5. A velocidade de deformação deve ser suficientemente lenta (menos de 5 mm/s) para que a carga possa ser considerada estática em qualquer momento.
- 3.2.5.2. Aparelhagem de medição da energia absorvida pela estrutura
- 3.2.5.2.1. Deve traçar-se a curva força-deformação para determinar a energia absorvida pela estrutura. Não é necessário medir a força e a deformação no ponto de aplicação da carga à estrutura; no entanto, a força e a deformação devem ser medidas simultânea e colinearmente.

3.2.5.2.2. O ponto de origem das medições da deformação deve ser escolhido de forma a que apenas a energia absorvida pela estrutura e/ou pela deformação de certas partes do trator seja tomada em consideração. A energia absorvida pela deformação e/ou a derrapagem da fixação devem ser ignoradas.

3.2.5.3. Meios de fixação do trator ao solo

3.2.5.3.1. As calhas de fixação, que devem ter o afastamento necessário e cobrir a superfície exigida para possibilitar a fixação do trator em todos os casos representados, devem estar rigidamente fixadas a uma base resistente na proximidade do dispositivo de ensaio.

3.2.5.3.2. O trator deve ser fixado às calhas por qualquer meio adequado (placas, calços, cabos, suportes, etc.) de modo que não possa deslocar-se durante os ensaios. Este requisito deve ser verificado durante o ensaio por meio dos dispositivos habituais de medição do comprimento.

Se o trator se deslocar, há que repetir todo o ensaio, salvo se o sistema de medição das deformações utilizado para traçar a curva força-deformação estiver ligado ao trator.

3.2.5.4. Dispositivo de esmagamento

Um dispositivo como o ilustrado na figura 6.10 deve poder exercer uma força descendente sobre uma estrutura de proteção, por meio de uma travessa rígida com cerca de 250 mm de largura, ligada ao mecanismo de aplicação da carga por juntas universais. Devem prever-se suportes sob os eixos de forma a que os pneus do trator não suportem a força de esmagamento.

3.2.5.5. Outros aparelhos de medição

São igualmente necessários os seguintes aparelhos de medição:

3.2.5.5.1. Um dispositivo de medição da deformação elástica (diferença entre a deformação instantânea máxima e a deformação permanente, ver figura 6.11).

3.2.5.5.2. Um dispositivo destinado a verificar que a estrutura de proteção não penetrou na zona livre e que esta permaneceu dentro da estrutura de proteção durante o ensaio (ponto 3.3.2.2).

3.3. *Procedimento de ensaio estático*

3.3.1. Ensaio de carga e de esmagamento

3.3.1.1. Aplicação de carga à retaguarda

3.3.1.1.1. A carga deve ser aplicada horizontalmente, num plano vertical paralelo ao plano médio do trator.

O ponto de aplicação da carga deve situar-se na parte da estrutura de proteção contra a capotagem suscetível de embater no solo em primeiro lugar, no caso de o trator tombar para trás, normalmente o bordo superior. O plano vertical no qual a carga é aplicada deve situar-se a uma distância de 1/6 da largura do topo da estrutura de proteção, dentro de um plano vertical paralelo ao plano médio do trator que toca a extremidade exterior do topo da estrutura de proteção.

Se, nesse ponto, a estrutura for curva ou saliente, colocar-se-ão cunhas, de modo a possibilitar a aplicação da carga nesse ponto, sem que tal se traduza por um reforço da

estrutura.

3.3.1.1.2. O conjunto deve ser fixado ao solo em conformidade com a descrição do ponto 3.2.6.3.

3.3.1.1.3. A energia absorvida pela estrutura de proteção durante o ensaio deve ser pelo menos igual a:

$$E_{i1} = 500 + 0,5 M$$

3.3.1.1.4. No caso de tratores com posição de condução reversível (banco e volante reversíveis), é aplicável a mesma fórmula.

3.3.1.2. Aplicação de carga à frente

3.3.1.2.1. A carga deve ser aplicada horizontalmente, num plano vertical paralelo ao plano médio do trator e situado à distância de 1/6 da largura do topo da estrutura de proteção, dentro de um plano vertical paralelo ao plano médio do trator que toca a extremidade exterior do topo da estrutura de proteção.

O ponto de aplicação da carga deverá situar-se na parte da estrutura de proteção em caso de capotagem suscetível de embater no solo em primeiro lugar no caso de tombamento lateral do trator em andamento para a frente, normalmente o bordo superior.

Se, nesse ponto, a estrutura for curva ou saliente, colocar-se-ão cunhas, de modo a possibilitar a aplicação da carga nesse ponto, sem que tal se traduza por um reforço da estrutura.

3.3.1.2.2. O conjunto deve ser fixado ao solo em conformidade com a descrição do ponto 3.2.5.3.

3.3.1.2.3. A energia absorvida pela estrutura de proteção durante o ensaio deve ser pelo menos igual a:

$$E_{i1} = 500 + 0,5 M$$

3.3.1.2.4. No caso de tratores com uma posição de condução reversível (banco e volante reversíveis), a energia deve ser o valor maior dado pela fórmula acima ou uma das fórmulas abaixo:

$$E_{i1} = 2,165 \times 10^{-7} M \times L^2$$

ou

$$E_{i1} = 0,574 I$$

3.3.1.3. Aplicação de carga lateral

3.3.1.3.1. A carga lateral deve ser aplicada horizontalmente, num plano vertical perpendicular ao plano médio do trator. O ponto de aplicação da carga deve situar-se na parte da estrutura de proteção contra a capotagem suscetível de embater no solo em primeiro lugar, no caso de o trator tombar para o lado, normalmente o bordo superior.

3.3.1.3.2. O conjunto deve ser fixado ao solo em conformidade com a descrição do ponto 3.2.5.3.

3.3.1.3.3. A energia absorvida pela estrutura de proteção durante o ensaio deve ser pelo menos igual a:

$$E_{i s} = 1,75 M(B_6+B) / 2B$$

- 3.3.1.3.4. No caso de tratores com uma posição de condução reversível (banco e volante reversíveis), a energia deve ser o valor maior dado por uma das fórmulas acima ou abaixo:

$$E_{is} = 1,75 M$$

- 3.3.1.4. Esmagamento à retaguarda

A viga deve ser colocada sobre o(s) elemento(s) estrutural(ais) superior(es) situado(s) mais à retaguarda da estrutura de proteção, devendo a resultante das forças de esmagamento situar-se no plano médio do trator. Aplica-se uma força F_v , em que:

$$F_v = 20 M$$

A força F_v deve ser mantida durante cinco segundos após a cessação de qualquer movimento visualmente perceptível da estrutura de proteção.

Se a parte de trás do teto da estrutura de proteção não puder suportar toda a força de esmagamento, será necessário aplicar esta força até que o teto fique deformado de maneira a coincidir com o plano que une a parte superior da estrutura de proteção à parte traseira do trator capaz de suportar o trator em caso de capotagem.

A força deve ser em seguida suprimida e a viga de esmagamento reposicionada por cima da parte da estrutura de proteção que suportaria o trator completamente virado. Aplica-se de novo a força de esmagamento F_v .

- 3.3.1.5. Esmagamento à frente

A viga deve ser colocada transversalmente sobre o ou os elementos estruturais superiores situados mais à frente, devendo a resultante das forças de esmagamento situar-se no plano médio do trator. Aplica-se uma força F_v , em que:

$$F_v = 20 M$$

A força F_v deve ser mantida durante cinco segundos após a cessação de qualquer movimento visualmente perceptível da estrutura de proteção.

Se a parte da frente do teto da estrutura de proteção não puder suportar toda a força de esmagamento, será necessário aplicar esta força até que o teto fique deformado de maneira a coincidir com o plano que une a parte superior da estrutura de proteção à parte da frente do trator capaz de suportar o trator em caso de capotagem.

A força deve ser em seguida suprimida e a viga de esmagamento reposicionada por cima da parte da estrutura de proteção que suportaria o trator completamente virado. Aplica-se de novo a força de esmagamento F_v .

- 3.3.1.6. Ensaio de sobrecarga adicional (figuras 6.14 a 6.16)

Deve proceder-se a um ensaio de sobrecarga sempre que a força diminuir mais de 3 % no decorrer dos últimos 5 % da deformação atingida quando a energia exigida é absorvida pela estrutura (ver figura 6.15).

O ensaio de sobrecarga consiste em prosseguir a aplicação da carga horizontal por incrementos de 5 % da energia inicial exigida até um máximo de 20 % da energia

acrescentada (ver figura 6.16).

O ensaio de sobrecarga considera-se satisfatório se, após cada incremento de 5 %, 10 % ou 15 % da energia exigida, a força diminuir menos de 3 % para um incremento de 5 % e se a força permanecer superior a **0,8 F_{max}**.

O ensaio de sobrecarga considera-se satisfatório se, após absorção pela estrutura de 20 % da energia acrescentada, a força permanecer superior a **0,8 F_{max}**.

São admitidas durante o ensaio de sobrecarga fraturas ou fissuras suplementares e/ou a penetração na zona livre ou a ausência de proteção desta zona na sequência de uma deformação elástica. No entanto, uma vez retirada a carga, a estrutura não deve penetrar na zona livre, a qual deve estar completamente protegida.

3.3.1.7. Ensaios de esmagamento adicionais

Se, no decorrer de um ensaio de esmagamento, aparecerem fraturas ou fissuras não admissíveis, haverá que proceder a um segundo ensaio de esmagamento similar, imediatamente após o ensaio que provocou tais fraturas ou fissuras, mas com uma força de 1,2 F_v.

3.3.2. Medições a efetuar

3.3.2.1. Fraturas e fissuras

Após cada ensaio, serão visualmente examinados, para deteção de fraturas e fissuras, todos os elementos de ligação e estruturais e os dispositivos de fixação.

3.3.2.2. Penetração na zona livre

Durante cada ensaio, a estrutura de proteção deve ser examinada para verificar se qualquer parte da mesma penetrou na zona livre definida no ponto 1.6.

Além disso, a zona livre não deve situar-se fora do espaço protegido pela estrutura de proteção. Para este efeito, considera-se como fora do espaço de proteção da estrutura qualquer parte deste espaço que entraria em contacto direto com o solo plano se o trator tivesse tombado para o lado em que é aplicada a carga de ensaio. Para realizar esta estimativa, os pneus e as vias dos eixos da frente e da retaguarda devem corresponder às dimensões mínimas especificadas pelo fabricante.

3.3.2.3. Ensaio do dispositivo rígido à retaguarda

Se o trator estiver equipado com uma secção rígida, um invólucro ou qualquer dispositivo rígido colocado atrás do banco do condutor, considera-se que esse dispositivo constitui um ponto de apoio em caso de tombamento para trás ou para o lado. Este dispositivo rígido colocado atrás do banco do condutor deve poder suportar, sem rutura ou penetração na zona livre, uma força descendente **F_i**, em que:

$$F_i = 15 M$$

aplicada perpendicularmente ao topo do quadro no plano médio do trator. O ângulo inicial de aplicação da força de 40° é calculado em relação a uma reta paralela ao solo como mostra a figura 6.12. Esta secção rígida deve ter uma largura mínima de 500 mm (ver figura 6.13).

Deverá ainda ser suficientemente rígida e estar solidamente fixada à retaguarda do trator.

3.3.2.4. Deformação elástica sob aplicação de carga lateral

A deformação elástica é medida a (810+av) mm acima do ponto índice do banco, no plano vertical de aplicação da carga. Esta medição deve ser efetuada com a ajuda de um aparelho semelhante ao representado na figura 6.11.

3.3.2.5. Deformação permanente

Após o ensaio de esmagamento final, deve registar-se a deformação permanente da estrutura de proteção. Para este efeito, deve registar-se, antes do início do ensaio, a posição dos elementos principais da estrutura de proteção em caso de capotagem em relação ao ponto índice do banco.

3.4. *Extensão a outros modelos de tratores*

3.4.1. [Não aplicável]

3.4.2. Extensão técnica

No caso de modificações técnicas a um trator, à estrutura de proteção ou ao método de fixação da estrutura de proteção ao trator, a estação de ensaio que efetuou o ensaio original pode emitir um «boletim de extensão técnica» se o trator e a estrutura de proteção preencherem as condições dos ensaios preliminares de estabilidade lateral e capotagem não contínua tais como definidos nos pontos 3.1.3 e 3.1.4 e se o dispositivo rígido à retaguarda definido no ponto 3.3.2.3, se existir, foi ensaiado de acordo com o procedimento definido neste mesmo ponto (exceto 3.4.2.2.4), nos casos seguintes:

3.4.2.1. Extensão dos resultados de ensaios estruturais a outros modelos de tratores

Os ensaios de impacto ou de carga e esmagamento não são obrigatórios para cada modelo de trator, desde que a estrutura de proteção e o trator satisfaçam as condições previstas nos pontos 3.4.2.1.1 a 3.4.2.1.5.

3.4.2.1.1. A estrutura (incluindo o dispositivo rígido à retaguarda) deve ser idêntica à estrutura ensaiada;

3.4.2.1.2. A energia necessária não deve ultrapassar a energia calculada para o ensaio original em mais de 5 %;

3.4.2.1.3. O método de fixação e os componentes do trator onde é efetuada a fixação devem ser idênticos;

3.4.2.1.4. Todos os elementos, como os guarda-lamas e o capô do motor, que possam servir de suporte à estrutura de proteção, devem ser idênticos;

3.4.2.1.5. A posição e as dimensões críticas do banco no interior da estrutura de proteção e as posições relativas da estrutura de proteção no trator devem ser tais que a zona livre continue a ser protegida pela estrutura deformada durante todos os ensaios (a verificação deve fazer-se de acordo com a mesma referência de zona livre que no relatório de ensaio original, ou seja o ponto de referência do banco [SRP] ou o ponto índice do banco [SIP]).

3.4.2.2. Extensão dos resultados de ensaio estruturais a modelos alterados da estrutura de proteção

Este procedimento deve ser seguido quando as disposições do ponto 3.4.2.1 não se encontram preenchidas; não deve ser aplicado se o princípio do método de fixação da estrutura de proteção ao trator for modificado (por exemplo, substituição dos suportes de

borracha por um dispositivo de suspensão):

3.4.2.2.1. Modificações que não afetam os resultados do ensaio original (por exemplo, a fixação por soldadura da placa de montagem de um acessório a um ponto não crítico da estrutura), inserção de bancos com uma posição diferente do SIP na estrutura de proteção (sob reserva de verificação de que a(s) nova(s) zona(s) livre(s) continuam a ser protegida(s) pela estrutura deformada durante todos os ensaios).

3.4.2.2.2. Modificações suscetíveis de ter impacto nos resultados do ensaio original sem pôr em causa a aceitabilidade da estrutura de proteção (por exemplo, modificação de um componente da estrutura, modificação do método de fixação da estrutura de proteção ao trator). Pode-se proceder a um ensaio de validação cujos resultados serão consignados no boletim de extensão.

Os limites para este tipo de extensão são os seguintes:

3.4.2.2.2.1. Não podem ser aceites mais de 5 extensões sem um ensaio de validação;

3.4.2.2.2.2. Os resultados do ensaio de validação são aceites para extensão se todas as condições de aceitação do anexo estiverem cumpridas e:

- se a deformação medida após cada ensaio de impacto não se desviar da deformação medida após cada ensaio de impacto e consignada no relatório de ensaio original em mais de $\pm 7\%$ (no caso de ensaios dinâmicos);
- se a força medida quando o nível de energia necessário foi atingido durante os diversos ensaios de carga horizontal não se afastar mais de $\pm 7\%$ da força medida quando o nível de energia necessário foi atingido no ensaio original e se a deformação medida⁽⁴⁾ quando o nível de energia necessário foi atingido durante os diversos ensaios de carga horizontal não se afastar mais de $\pm 7\%$ da deformação medida quando o nível de energia necessário foi atingido no relatório de ensaio original (no caso de ensaios estáticos).

3.4.2.2.2.3. Um mesmo boletim de extensão pode cobrir várias modificações de uma estrutura de proteção se estas representarem diferentes opções da mesma estrutura de proteção, mas só pode ser aceite um único ensaio de validação para um mesmo boletim de extensão. As opções não ensaiadas devem ser descritas numa secção específica do boletim de extensão.

3.4.2.2.3. Aumento da massa de referência declarada pelo fabricante para uma estrutura de proteção já ensaiada. Se o fabricante pretender manter o mesmo número de homologação, é possível emitir um boletim de extensão após um ensaio de validação (neste caso, os limites de $\pm 7\%$ especificados no ponto 3.4.2.2.2.2 não são aplicáveis).

3.4.2.2.4. Modificação do dispositivo rígido à retaguarda ou inserção de um novo dispositivo rígido à retaguarda. Convém verificar que a zona livre permanece dentro da zona de proteção da estrutura deformada ao longo de todos os ensaios, tendo em conta o novo dispositivo rígido à retaguarda ou o dispositivo rígido à retaguarda modificado. O dispositivo rígido à retaguarda deve ser objeto do ensaio indicado no ponto 3.3.2.3 e os resultados do ensaio devem ser consignados no boletim de extensão.

3.5. [Não aplicável]

3.6. *Comportamento das estruturas de proteção a baixas temperaturas*

3.6.1. Se o fabricante indicar que a estrutura de proteção possui uma resistência especial à fragilização que ocorre a baixas temperaturas, deve dar informações pormenorizadas que

serão incluídas no boletim de ensaio.

3.6.2. Os requisitos e processos descritos a seguir destinam-se a reforçar a estrutura de proteção e a evitar as fraturas a baixas temperaturas. Sugere-se que, em termos de materiais utilizados, sejam observados os requisitos mínimos seguintes na apreciação da adequação da estrutura de proteção para operar a baixas temperaturas nos países em que esta proteção adicional é exigida.

3.6.2.1. Os pernos e as porcas usados na fixação da estrutura de proteção ao trator e para ligar as partes estruturais da estrutura de proteção devem ter propriedades suficientes e comprovadas de resistência às baixas temperaturas.

3.6.2.2. Todos os elétrodos de soldadura utilizados no fabrico dos elementos estruturais e as fixações ao trator devem ser compatíveis com os materiais utilizados para a estrutura de proteção, como indicado no ponto 3.6.2.3.

3.6.2.3. Os aços utilizados nos elementos estruturais da estrutura de proteção devem ser sujeitos a um controlo de dureza e exibir um nível mínimo de energia de impacto no ensaio de Charpy com entalhe em V segundo as indicações do quadro 6.1. A qualidade e a classe do aço devem ser especificadas segundo a norma ISO 630:1995.

Um aço de uma espessura bruta de laminação inferior a 2,5 mm e um teor de carbono inferior a 0,2 % é considerado satisfatório.

Os elementos estruturais da estrutura de proteção construídos com outros materiais que não aço devem ter uma resistência equivalente ao impacto a baixas temperaturas.

3.6.2.4. Ao efetuar o ensaio de Charpy com entalhe em V para verificação dos requisitos mínimos de energia de impacto, a dimensão do provete não deve ser inferior à maior das dimensões enumeradas no quadro 6.1 admitidas pelo material.

3.6.2.5. Os ensaios de Charpy com entalhe em V devem ser efetuados em conformidade com o procedimento descrito em ASTM A 370-1979, exceto para as dimensões dos provetes que devam respeitar as dimensões dadas no quadro 6.1.

3.6.2.6. Uma outra maneira de proceder consiste em utilizar aços calmados ou semicalmados, devendo ser fornecidas especificações adequadas. A qualidade e a classe do aço devem ser especificadas segundo a norma ISO 630:1995, Amd 1:2003.

3.6.2.7. Os provetes devem ser retirados no sentido longitudinal de laminados planos, de perfis tubulares ou estruturais antes de lhes ser dada forma ou serem soldados para uso na estrutura de proteção. Os provetes retirados dos perfis tubulares ou estruturais devem ser retirados do meio do lado que tem a maior dimensão e não devem incluir soldaduras.

Dimensões do provete	Energia a	Energia a
	-30 °C	-20 °C
mm	J	J^{b)}
10 x 10 ^{a)}	11	27,5
10 x 9	10	25

10 x 8	9,5	24
10 x 7,5 ^{a)}	9,5	24
10 x 7	9	22,5
10 x 6,7	8,5	21
10 x 6	8	20
10 x 5 ^{a)}	7,5	19
10 x 4	7	17,5
10 x 3,5	6	15
10 x 3	6	15
10 x 2,5 ^{a)}	5,5	14

Quadro 6.1

Nível mínimo de energia de impacto requerido no ensaio de Charpy com entalhe em V

a) Indica as dimensões preferenciais. As dimensões do provete não devem ser inferiores às maiores dimensões preferenciais admitidas pelo material.

b) A energia requerida a -20 °C é igual a 2,5 vezes o valor especificado para -30 °C. Outros fatores afetam a resistência à energia de impacto, a saber, o sentido da laminação, o limite de elasticidade, a orientação do grão e a soldadura. Estes fatores devem ser considerados ao selecionar e utilizar o aço.

3.7. [Não aplicável]

Figura 6.1

Zona livre

Dimensões em mm

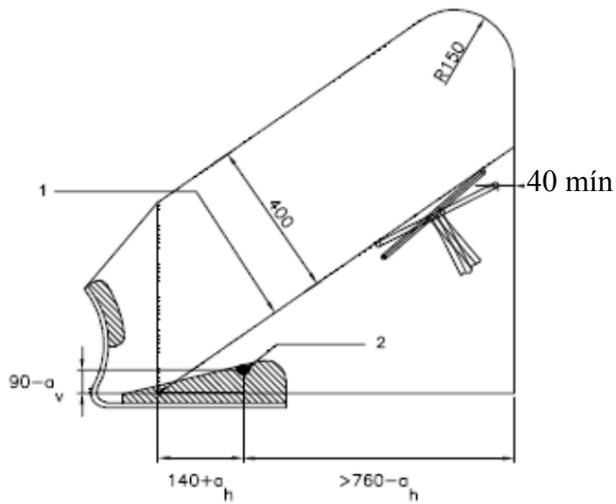


Figura 6.1.a
Vista lateral

Corte que passa pelo plano de referência

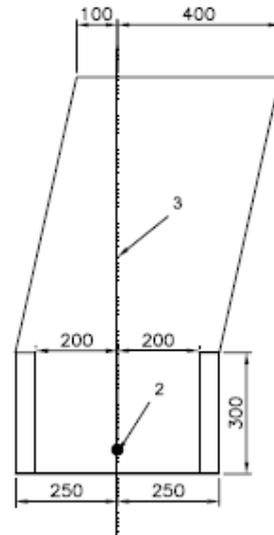


Figura 6.1.b
Vista da retaguarda

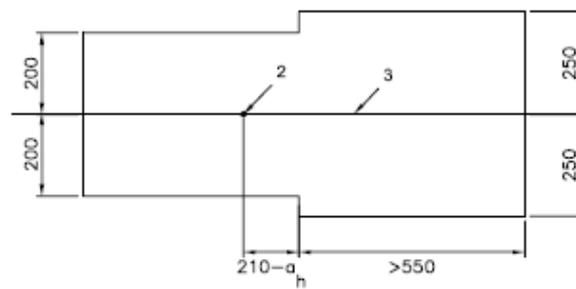


Figura 6.1.c
Vista de cima

- 1 – Linha de referência
- 2 – Ponto índice do banco
- 3 – Plano de referência

Figura 6.2

Zona livre para tratores com banco e volante reversíveis

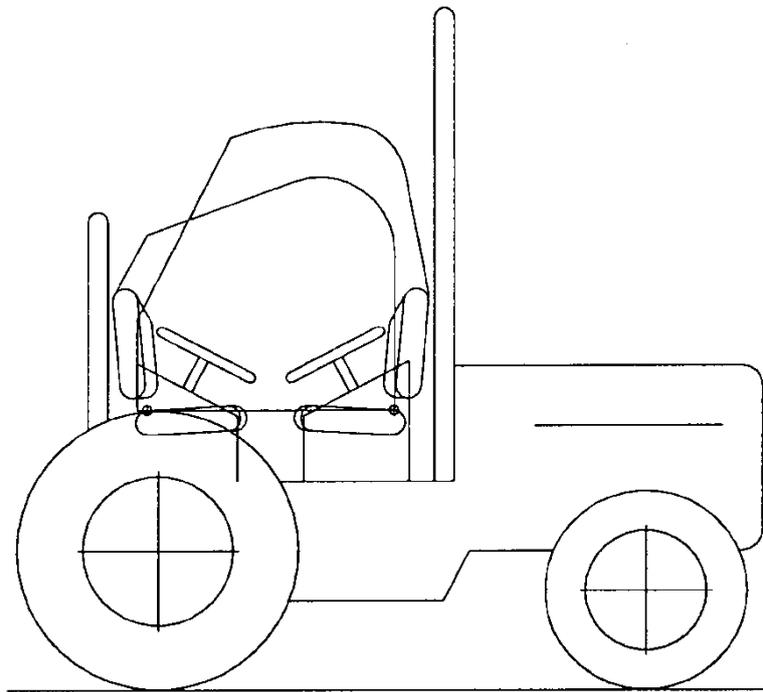
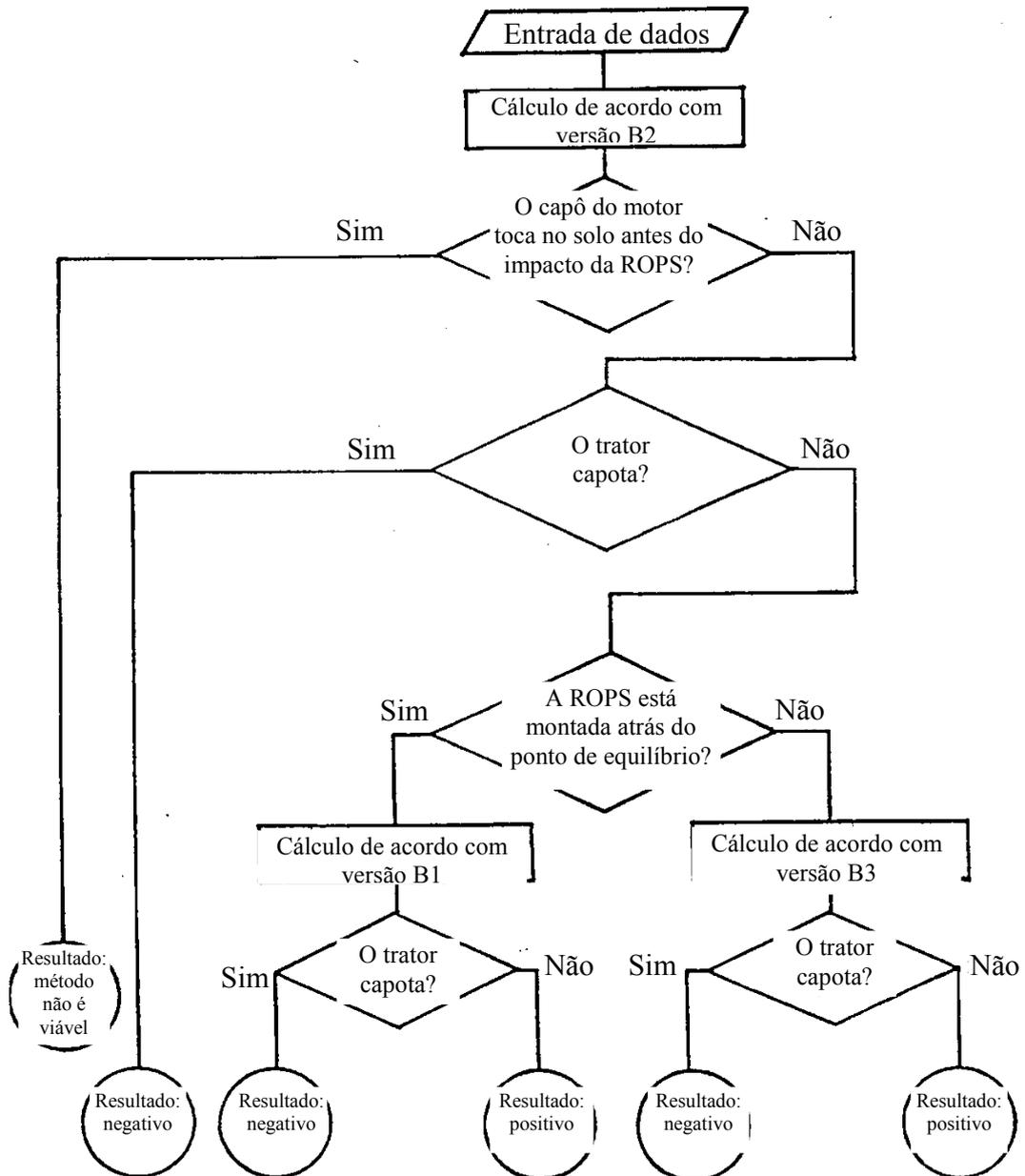


Figura 6.3

Fluxograma destinado a determinar, em caso de tombamento lateral, as características de capotagem contínua de um trator equipado com uma estrutura de proteção em caso de capotagem (ROPS) montada na frente



Versão B1: Ponto de impacto da ROPS fixada atrás do ponto de equilíbrio longitudinal instável

Versão B2: Ponto de impacto da ROPS fixada próximo do ponto de equilíbrio longitudinal instável

Versão B3: Ponto de impacto da ROPS fixada à frente do ponto de equilíbrio longitudinal instável

Figura 6.4

Dispositivo de ensaio das características anticapotagem num plano com uma inclinação de 1/1,5

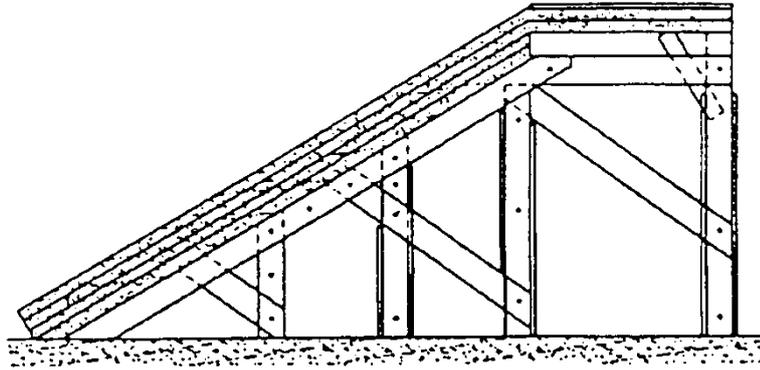
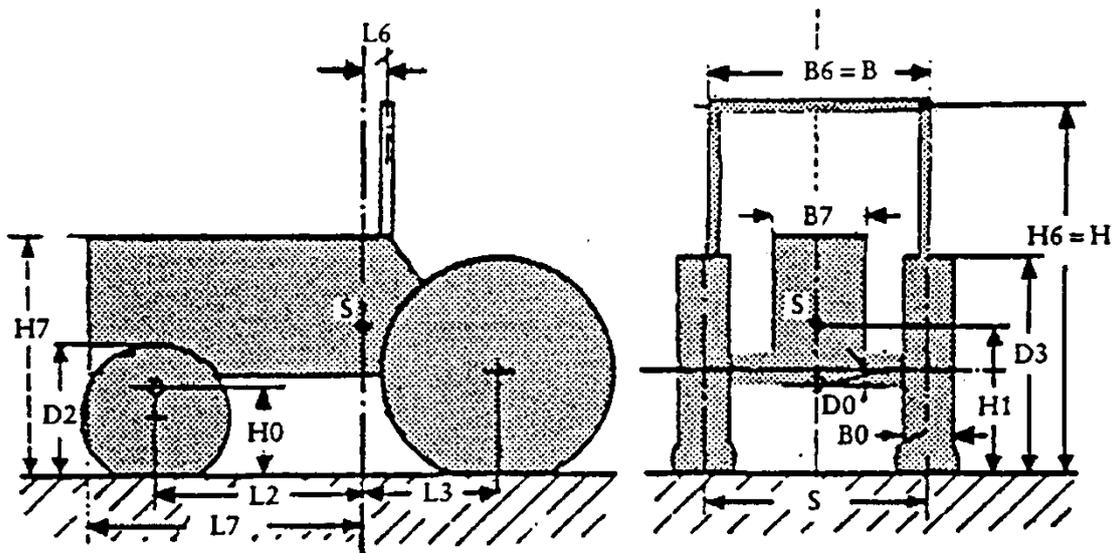


Figura 6.5

Dados necessários para calcular o tombamento de um trator com um comportamento de capotagem triaxial



Nota: D_2 e D_3 devem ser medidos a plena carga do eixo

Figuras 6.6.a, 6.6.b, 6.6.c

**Distância horizontal entre o centro de gravidade
e o ponto de intersecção anterior da estrutura de proteção (L6)**

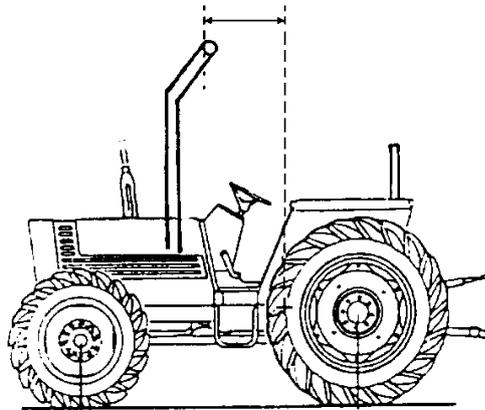
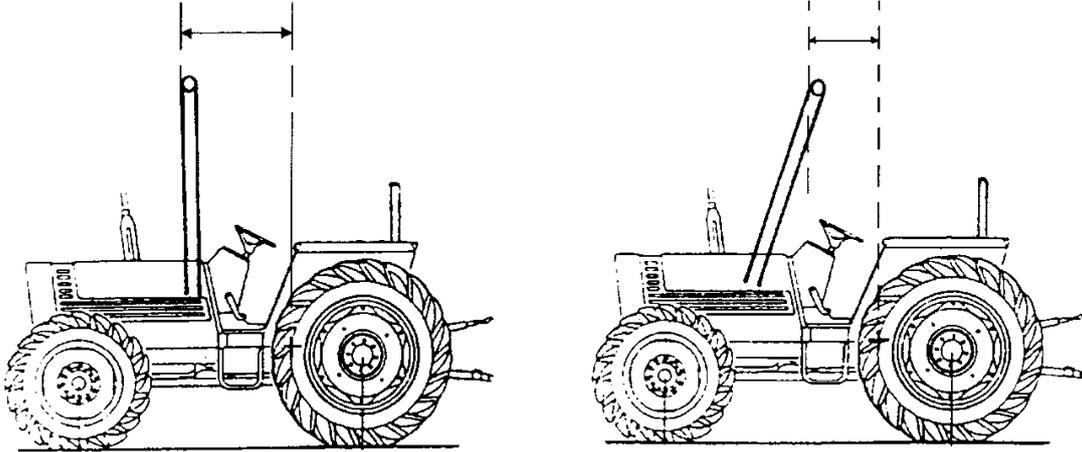


Figura 6.7

**Determinação dos pontos de impacto
para medição da largura da estrutura de proteção (B6)
e da altura do capô do motor (H7)**

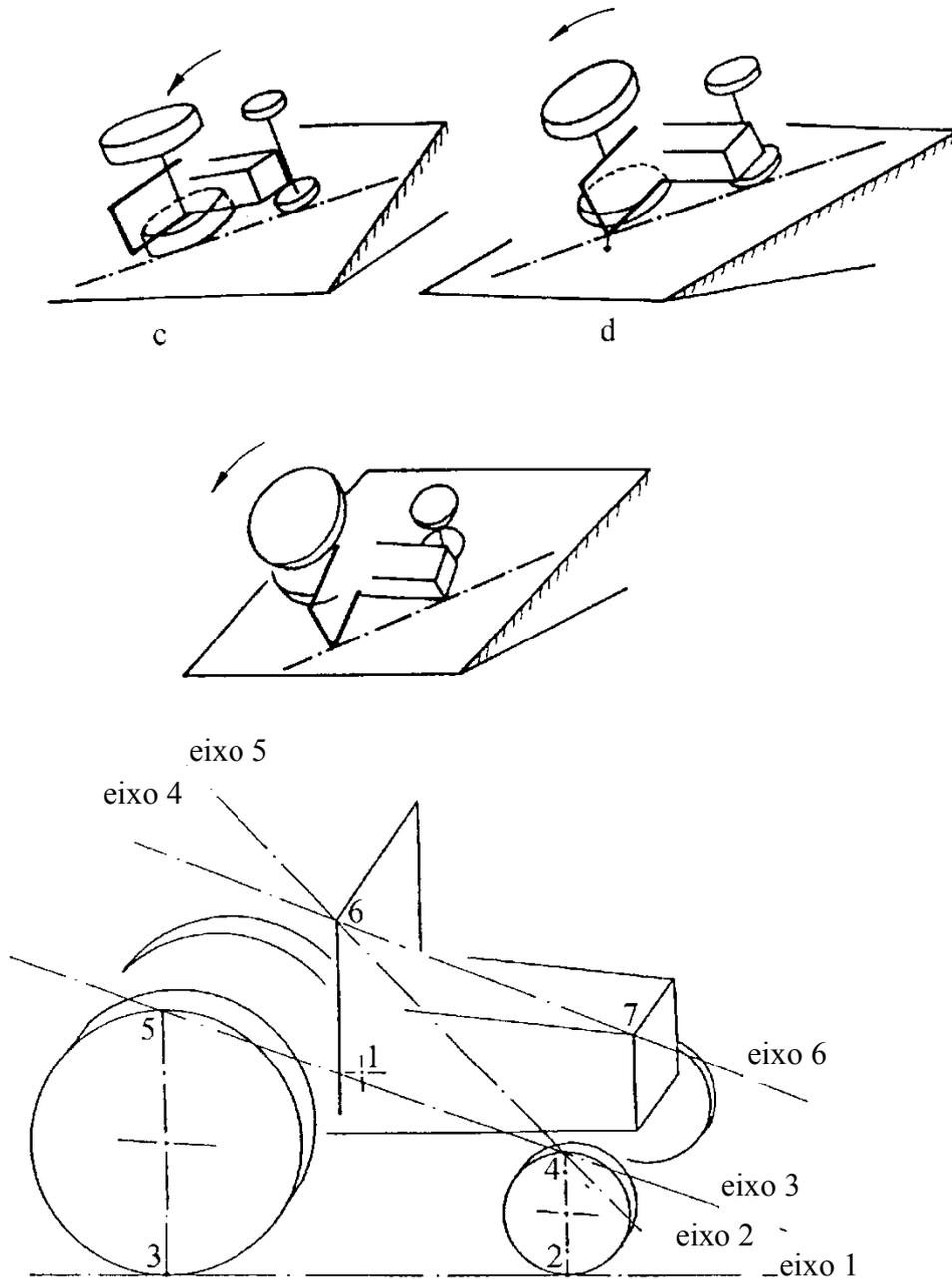


Figura 6.8

Altura do ponto de articulação do eixo dianteiro (H0)

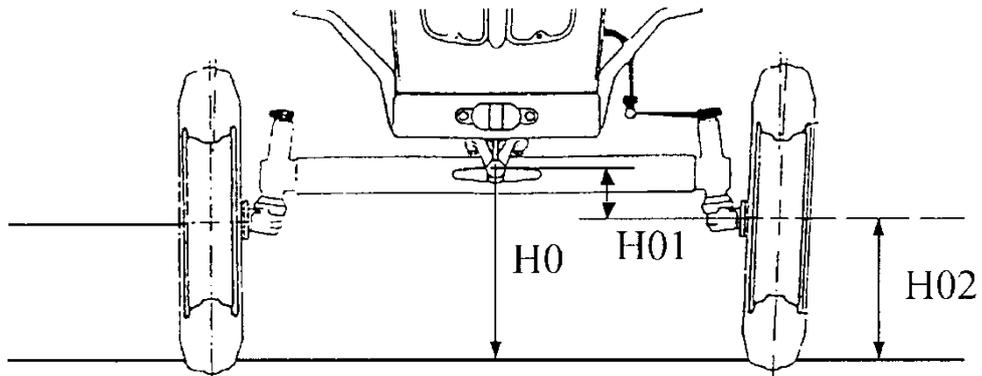


Figura 6.9

Via do eixo traseiro (S) e largura dos pneus traseiros (B0)

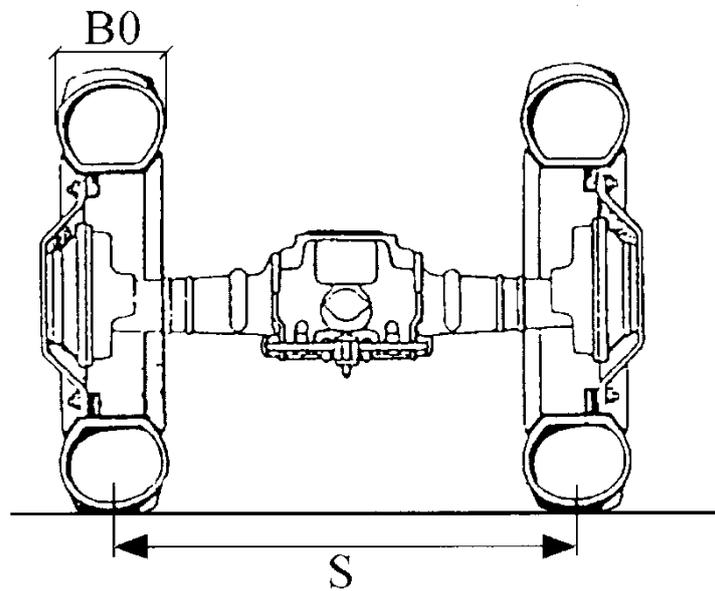


Figura 6.10

Exemplo de dispositivo de esmagamento do trator

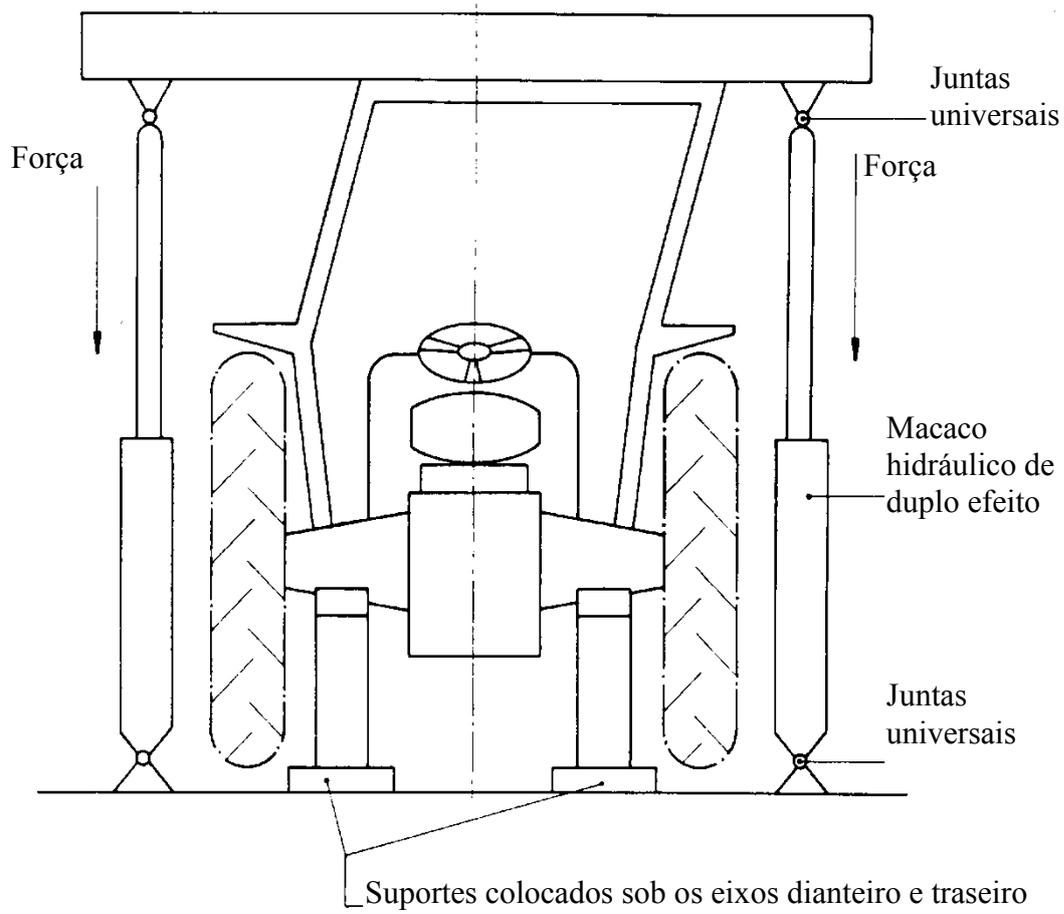
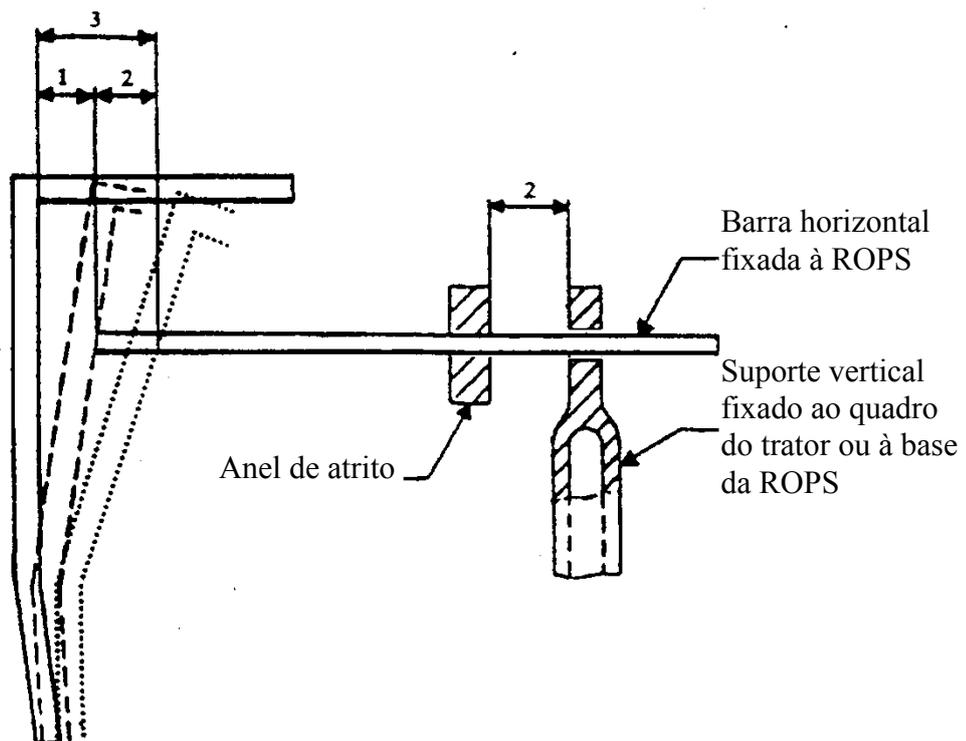


Figura 6.11

Exemplo de um aparelho de medição da deformação elástica



- 1 – Deformação permanente
- 2 – Deformação elástica
- 3 – Deformação total (permanente e elástica)

Figura 6.12

Plano simulado do solo

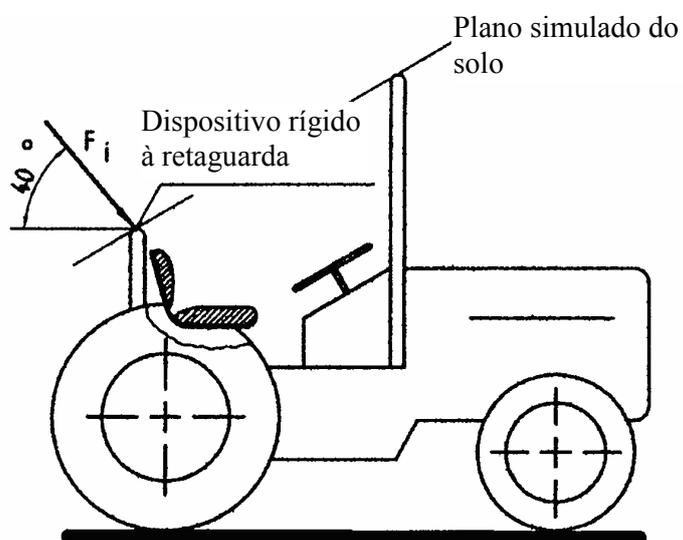


Figura 6.13

Largura mínima do dispositivo rígido à retaguarda

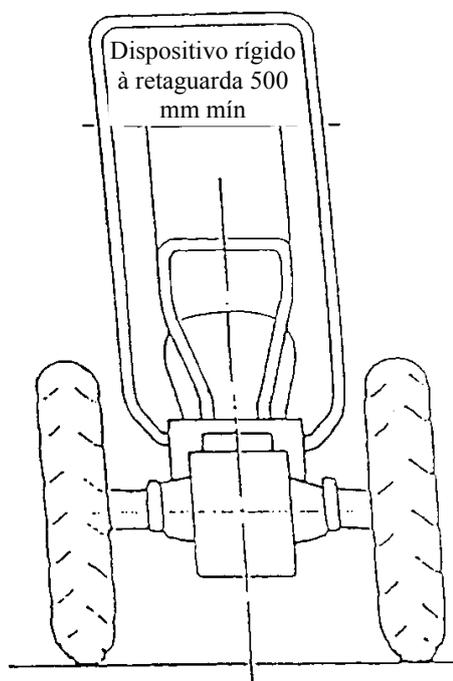
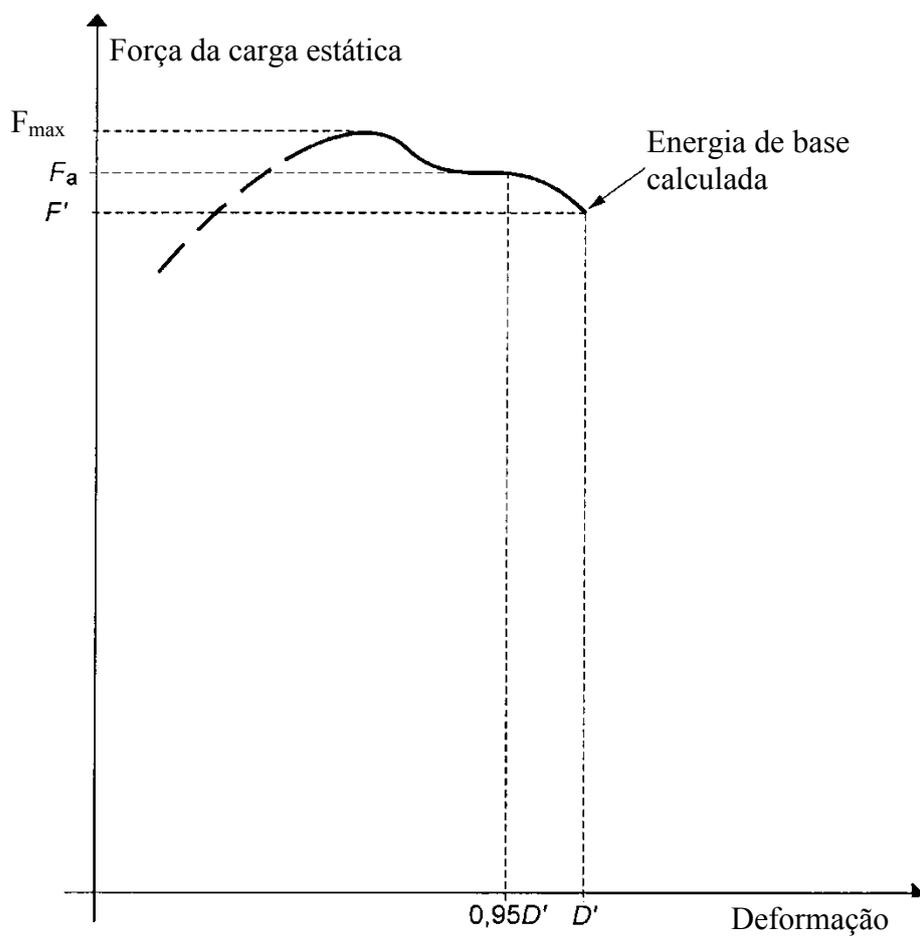


Figura 6.14

Curva força/deformação
O ensaio de sobrecarga não é necessário

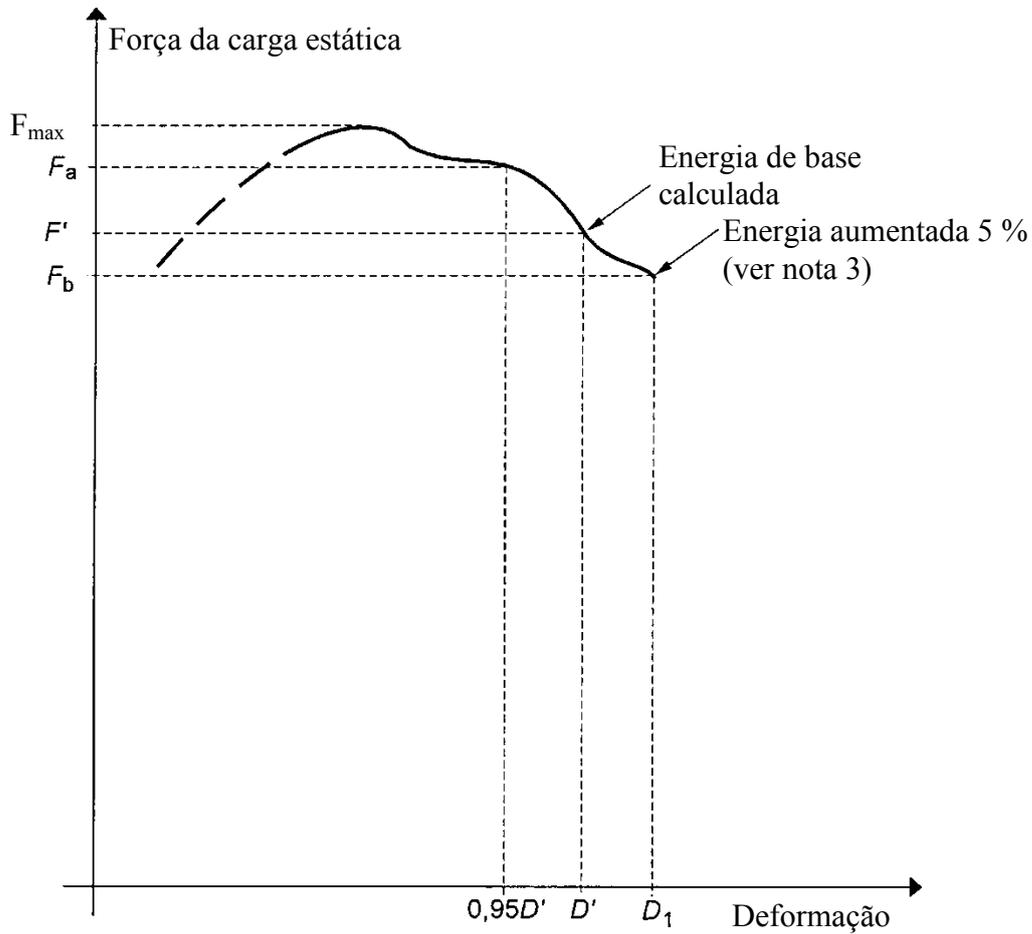


Notas:

1. Localizar F_a em relação a $0,95 D'$
2. O ensaio de sobrecarga não é necessário dado que $F_a \leq 1,03 F'$

Figura 6.15

Curva força/deformação
O ensaio de sobrecarga é necessário



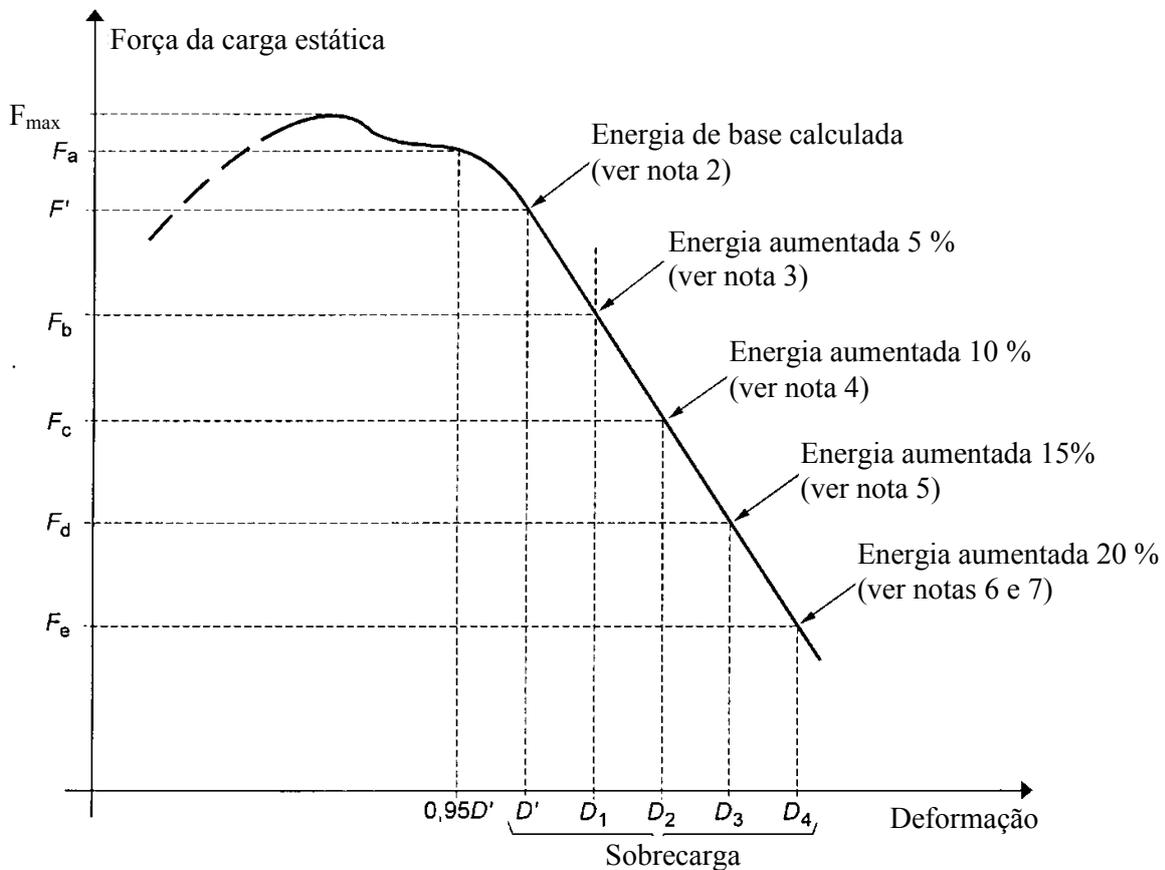
Notas:

1. Localizar F_a em relação a $0,95 D'$
2. O ensaio de sobrecarga é necessário dado que $F_a > 1,03 F'$
3. O ensaio de sobrecarga é satisfatório dado que $F_b > 0,97F'$ e $F_b > 0,8F_{max}$.

Figura 6.16

Curva força/deformação

O ensaio de sobrecarga deve ser prosseguido



Notas:

1. Localizar F_a em relação a $0,95 D'$
2. O ensaio de sobrecarga é necessário dado que $F_a > 1,03 F'$
3. $F_b < 0,97 F'$, pelo que é necessária sobrecarga suplementar
4. $F_c < 0,97 F_b$, pelo que é necessária sobrecarga suplementar
5. $F_d < 0,97 F_c$, pelo que é necessária sobrecarga suplementar
6. Ensaio de sobrecarga satisfatório, se $F_e > 0,8 F_{\max}$
7. Se, a qualquer momento, F for inferior a $0,8 F_{\max}$, a estrutura é recusada.

B2. PROCEDIMENTO ALTERNATIVO DE ENSAIO DINÂMICO

Este ponto define o procedimento de ensaio dinâmico em alternativa ao procedimento de ensaio estático enunciado na parte B1.

4. REGRAS E INSTRUÇÕES

4.1. Condições prévias aos ensaios de resistência

Ver requisitos para ensaios estáticos.

4.2. Condições dos ensaios de resistência das estruturas de proteção e da sua fixação ao trator

4.2.1. Requisitos gerais

Ver requisitos para ensaios estáticos.

4.2.2. Ensaios

4.2.2.1. Sequência dos ensaios de acordo com o procedimento dinâmico

A sequência de ensaios, sem prejuízo dos ensaios adicionais mencionados nos pontos 4.3.1.6 e 4.3.1.7, é a seguinte:

1) impacto na retaguarda da estrutura

(ver 4.3.1.1);

2) ensaio de esmagamento à retaguarda

(ver 4.3.1.4);

3) impacto na frente da estrutura

(ver 4.3.1.2);

4) impacto na parte lateral da estrutura

(ver 4.3.1.3);

5) esmagamento na parte frontal da estrutura

(ver 4.3.1.5).

- 4.2.2.2. Requisitos gerais
 - 4.2.2.2.1. Se, durante o ensaio, algum elemento do dispositivo de fixação do trator se deslocar ou partir, o ensaio deve ser recommçado.
 - 4.2.2.2.2. Não se admitem reparações nem regulações do trator ou da estrutura de proteção durante os ensaios.
 - 4.2.2.2.3. Durante o ensaio, o trator deve estar destravado e a transmissão em ponto morto.
 - 4.2.2.2.4. Se o trator estiver equipado com um sistema de suspensão entre o quadro e as rodas, tal sistema deve estar bloqueado durante os ensaios.
 - 4.2.2.2.5. O lado escolhido para o primeiro impacto na retaguarda da estrutura deve ser aquele que, segundo as autoridades responsáveis pelos ensaios, implicar a aplicação da série de impactos ou de cargas nas condições mais desfavoráveis para a estrutura. O impacto lateral e o impacto na retaguarda devem ser aplicados nos dois lados do plano longitudinal médio da estrutura de proteção. O impacto na frente deve ser aplicado do mesmo lado do plano longitudinal médio da estrutura de proteção que o impacto lateral.
- 4.2.3. Condições de aceitação
 - 4.2.3.1. Considera-se que uma estrutura de proteção cumpre os requisitos de resistência se reunir as seguintes condições:
 - 4.2.3.1.1. Após cada ensaio parcial, deve estar isenta de fraturas ou fissuras na aceção dos pontos 4.3.2.1 ou
 - 4.2.3.1.2. Se aparecerem fraturas ou fissuras não negligenciáveis durante um dos ensaios, deve ser realizado um ensaio adicional, conforme aos previstos nos pontos 4.3.1.6 ou 4.3.1.7, imediatamente após o impacto ou o esmagamento que provocou as fraturas ou fissuras;
 - 4.2.3.1.3. Durante os ensaios que não o ensaio de sobrecarga, nenhuma parte da estrutura de proteção deve penetrar na zona livre, tal como definida no ponto 1.6;
 - 4.2.3.1.4. Durante os ensaios que não o ensaio de sobrecarga, todas as partes da zona livre devem estar protegidas pela estrutura, em conformidade com o ponto 4.3.2.2;
 - 4.2.3.1.5. Durante os ensaios, a estrutura de proteção não deve exercer qualquer constrangimento sobre a estrutura do banco;
 - 4.2.3.1.6. A deformação elástica, medida em conformidade com o ponto 4.3.2.4, deve ser inferior a 250 mm.
 - 4.2.3.2. Não devem existir quaisquer acessórios que possam constituir um risco para o condutor. Não devem existir acessórios ou elementos salientes suscetíveis de ferir o condutor em caso de capotagem do trator nem acessórios ou elementos suscetíveis de prender - bloqueando-lhe uma perna ou um pé, por exemplo - na sequência de deformações da estrutura.
- 4.2.4. [Não aplicável]
- 4.2.5. Aparelhagem e equipamento para ensaios dinâmicos
 - 4.2.5.1. Bloco pendular

- 4.2.5.1.1. Um bloco que funciona como um pêndulo deve ser suspenso por duas correntes ou cabos a pontos de articulação situados a pelo menos 6 m acima do solo. Deve ser previsto um meio para regular separadamente a altura de suspensão do bloco e o ângulo entre o pêndulo e as correntes ou cabos.
- 4.2.5.1.2. A massa do bloco pendular deve ter $2\,000 \pm 20$ kg, excluindo a massa das correntes ou cabos, que não pode exceder 100 kg. O comprimento dos lados da face de impacto deve ser de 680 ± 20 mm (ver figura 6.26). O enchimento do bloco deverá estar distribuído de tal forma que o seu centro de gravidade permaneça constante e coincida com o centro geométrico do paralelepípedo.
- 4.2.5.1.3. O paralelepípedo deve estar ligado ao sistema que o puxa para trás por um mecanismo de desprendimento instantâneo concebido e situado de forma a soltar o bloco pendular sem provocar oscilações do paralelepípedo relativamente ao seu eixo horizontal perpendicular ao plano de oscilação do pêndulo.
- 4.2.5.2. Suportes do pêndulo
- Os pontos de articulação do pêndulo devem ser fixados rigidamente de modo a que a sua deslocação em qualquer direção não ultrapasse 1 % da altura da queda.
- 4.2.5.3. Cabos de fixação
- 4.2.5.3.1. As calhas de fixação, que devem ter o afastamento necessário e cobrir a superfície exigida para possibilitar a fixação do trator em todos os casos representados (ver figuras 6.23, 6.24 e 6.25), devem estar rigidamente fixadas a uma base resistente situada sob o pêndulo.
- 4.2.5.3.2. O trator deve estar preso às calhas por meio de um cabo de aço 6×19 de fios redondos com alma em fibra conforme com a norma ISO 2408:2004 e com um diâmetro nominal de 13 mm. Os fios metálicos devem ter uma resistência à tração de 1 770 MPa.
- 4.2.5.3.3. Para todos os ensaios, o eixo central de um trator articulado deve estar apoiado e fixado ao solo de modo adequado. Para o ensaio de impacto lateral, o eixo deve ser igualmente apoiado do lado oposto ao do impacto. As rodas dianteiras e traseiras não têm necessariamente que estar no mesmo alinhamento, se tal facilitar a fixação adequada dos cabos.
- 4.2.5.4. Calço para a roda e viga
- 4.2.5.4.1. Durante os ensaios de impacto, as rodas devem estar calçadas com uma viga de madeira macia de 150×150 mm de secção (ver figuras 6.27, 6.28 e 6.29).
- 4.2.5.4.2. Durante os ensaios de impacto lateral, deve fixar-se ao pavimento uma viga de madeira macia para bloquear a jante da roda do lado oposto ao impacto (ver figura 6.29).
- 4.2.5.5. Calços e cabos de fixação para tratores articulados
- 4.2.5.5.1. Devem ser utilizados calços e cabos de fixação suplementares para os tratores articulados. A sua função é assegurar à secção do trator onde se encontra a estrutura de proteção uma rigidez equivalente à de um trator não articulado.
- 4.2.5.5.2. As especificações suplementares para os ensaios de impacto e esmagamento são fornecidas no ponto 4.3.1.

- 4.2.5.6. Pressões dos pneus e deformações
- 4.2.5.6.1. Os pneus do trator não devem conter qualquer lastro líquido e devem ser enchidos às pressões prescritas pelo fabricante do trator para os trabalhos agrícolas.
- 4.2.5.6.2. A tensão a aplicar, em cada caso específico, aos cabos de fixação deve ser de forma a provocar uma deformação dos pneus igual a 12 % da altura da sua parede (distância entre o solo e o ponto mais baixo da jante) antes de aplicada tal tensão.
- 4.2.5.7. Dispositivo de esmagamento
- Um dispositivo como o ilustrado na figura 6.10 deve poder exercer uma força descendente sobre uma estrutura de proteção, por meio de uma travessa rígida com cerca de 250 mm de largura, ligada ao mecanismo de aplicação da carga por juntas universais. Deve haver suportes sob os eixos de forma que os pneus do trator não suportem a força de esmagamento.
- 4.2.5.8. Aparelhos de medição
- São necessários os seguintes aparelhos de medição:
- 4.2.5.8.1. Dispositivo de medição da deformação elástica (diferença entre a deformação instantânea máxima e a deformação permanente, (ver figura 6.11).
- 4.2.5.8.2. Dispositivo destinado a verificar que a estrutura de proteção não penetrou na zona livre e que esta permaneceu dentro da proteção da estrutura durante o ensaio (ver ponto 4.3.2.2).

4.3. *Procedimento de ensaio dinâmico*

4.3.1. Ensaio de impacto e de esmagamento

4.3.1.1. Impacto à retaguarda

- 4.3.1.1.1. A posição do trator em relação ao bloco pendular deve ser tal que este atinja a estrutura de proteção no momento em que a face de impacto do bloco e as respetivas correntes ou cabos de suspensão formem com o plano vertical A um ângulo igual a $M/100$, até a um máximo de 20°, a menos que a estrutura de proteção no ponto de contacto forme com a vertical, durante a deformação, um ângulo superior. Neste caso, é necessário, com o auxílio de um dispositivo adicional, ajustar a face de impacto do bloco de modo a que, no momento da deformação máxima, seja paralela à estrutura de proteção no ponto de impacto, continuando as correntes ou cabos de suspensão a formar o ângulo atrás definido.

A altura de suspensão do bloco deve ser regulada e devem ser tomadas as medidas necessárias para impedir o bloco de rodar em torno do ponto de impacto.

O ponto de impacto deve estar situado na parte da estrutura de proteção suscetível de embater no solo em primeiro lugar no caso de o trator tombar para trás, normalmente o bordo superior. A posição do centro de gravidade do bloco deve situar-se a 1/6 da largura do topo da estrutura de proteção, dentro de um plano vertical paralelo ao plano médio do trator que toca a extremidade exterior do topo da estrutura de proteção.

Se, nesse ponto, a estrutura for curva ou saliente, utilizar-se-ão cunhas de modo a possibilitar o impacto nesse ponto, sem que tal se traduza por um reforço da estrutura.

- 4.3.1.1.2. O trator deve ser fixado ao solo por meio de quatro cabos ligados a cada uma das extremidades dos dois eixos, segundo as indicações da figura 6.27. O espaço entre os pontos de fixação à frente e atrás deve ser tal que os cabos formem com o solo um ângulo inferior a 30°. Para além disso, os cabos de fixação atrás devem estar situados de modo a que o ponto de convergência dos dois cabos se situe no plano vertical em que se desloca o centro de gravidade do bloco pendular.

Os cabos devem ser esticados de forma a submeter os pneus às deformações indicadas no ponto 4.2.5.6.2. Uma vez esticados os cabos, a viga-calço deve ser colocada como apoio à frente das rodas traseiras e fixada em seguida ao solo.

- 4.3.1.1.3. Se o trator for articulado, o ponto de articulação deve, além disso, ser sustido por um bloco de madeira com pelo menos 100×100 mm de secção firmemente fixado ao solo.

- 4.3.1.1.4. O bloco pendular deve ser puxado para trás, de forma a que a altura do seu centro de gravidade ultrapasse a que terá no ponto de impacto num valor calculado segundo uma das duas fórmulas seguintes, a escolher em função da massa de referência do conjunto submetido a ensaio:

$$H = 25 + 0,07 M$$

para tratores com uma massa de referência inferior a 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,02 M$$

para tratores com uma massa de referência superior a 2 000 kg.

Solta-se em seguida o bloco pendular, que vai embater contra a estrutura de proteção.

- 4.3.1.1.5. No caso de tratores com posição de condução reversível (banco e volante reversíveis), são aplicáveis as mesmas fórmulas.

- 4.3.1.2. Impacto à frente

- 4.3.1.2.1. A posição do trator em relação ao bloco pendular deve ser tal que este atinja a estrutura de proteção no momento em que a face de impacto do bloco e as respetivas correntes ou cabos de suspensão formem com o plano vertical A um ângulo igual a $M/100$, até a um máximo de 20°, a menos que a estrutura de proteção no ponto de contacto forme com a vertical, durante a deformação, um ângulo superior. Neste caso, é necessário, com o auxílio de um dispositivo adicional, ajustar a face de impacto do bloco de modo a que, no momento da deformação máxima, seja paralela à estrutura de proteção no ponto de impacto, continuando as correntes ou cabos de suspensão a formar o ângulo atrás definido.

A altura de suspensão do bloco pendular deve ser regulada e devem ser tomadas as medidas necessárias para impedir o bloco de rodar em torno do ponto de impacto.

O ponto de impacto deve estar situado na parte da estrutura de proteção suscetível de embater no solo em primeiro lugar em caso de tombamento lateral do trator em andamento para a frente, normalmente no bordo superior. A posição do centro de gravidade do bloco deve situar-se a 1/6 da largura do topo da estrutura de proteção, dentro de um plano vertical paralelo ao plano médio do trator que toca a extremidade exterior do topo da estrutura de proteção.

Se, nesse ponto, a estrutura for curva ou saliente, utilizar-se-ão cunhas de modo a

possibilitar o impacto nesse ponto, sem que tal se traduza por um reforço da estrutura.

- 4.3.1.2.2. O trator deve ser fixado ao solo por meio de quatro cabos ligados a cada uma das extremidades dos dois eixos, segundo as indicações da figura 6.28. O espaço entre os pontos de fixação à frente e atrás deve ser tal que os cabos formem com o solo um ângulo inferior a 30°. Para além disso, os cabos de fixação atrás devem estar situados de modo a que o ponto de convergência dos dois cabos se situe no plano vertical em que se desloca o centro de gravidade do bloco pendular.

Os cabos devem ser esticados de forma a submeter os pneus às deformações indicadas no ponto 4.2.5.6.2. Uma vez esticados os cabos, a viga-calço deve ser colocada como apoio atrás das rodas traseiras e fixada em seguida ao solo.

- 4.3.1.2.3. Se o trator for articulado, o ponto de articulação deve, além disso, ser sustido por um bloco de madeira com pelo menos 100×100 mm de secção firmemente fixado ao solo.

- 4.3.1.2.4. O bloco pendular deve ser puxado para trás, de forma a que a altura do seu centro de gravidade ultrapasse a que terá no ponto de impacto num valor calculado segundo uma das duas fórmulas seguintes, a escolher em função da massa de referência do conjunto submetido a ensaio:

$$H = 25 + 0,07 M$$

para tratores com uma massa de referência inferior a 2 000 kg.

$$H = 125 + 0,02 M$$

para tratores com uma massa de referência superior a 2 000 kg.

Solta-se em seguida o bloco pendular, que vai embater contra a estrutura de proteção.

- 4.3.1.2.5. No caso de tratores com uma posição de condução reversível (banco e volante reversíveis), a altura é o valor maior dado pela fórmula aplicável acima e pela fórmula selecionada abaixo:

$$H = 2,165 \times 10^{-8} M \times L^2$$

ou

$$H = 5,73 \times 10^{-2} I$$

- 4.3.1.3. Impacto lateral

- 4.3.1.3.1. O trator deve ser colocado em relação ao bloco pendular de modo a que este embata na estrutura de proteção no momento em que a face de impacto do bloco e as respetivas correntes ou cabos de suspensão estejam na vertical, a menos que a estrutura de proteção no ponto de contacto forme com a vertical, durante a deformação, um ângulo inferior a 20°. Neste caso, é necessário, com o auxílio de um dispositivo adicional, ajustar a face de impacto do bloco de modo a que, no momento da deformação máxima, seja paralela à estrutura de proteção no ponto de impacto, permanecendo as correntes ou cabos de suspensão na vertical do ponto de impacto.

A altura de suspensão do bloco pendular deve ser regulada e devem ser tomadas as medidas necessárias para impedir o bloco de rodar em torno do ponto de impacto.

O ponto de impacto deve estar situado na parte da estrutura de proteção suscetível de

embater no solo em primeiro lugar no caso de tombamento lateral do trator.

- 4.3.1.3.2. As rodas do trator situadas do lado do impacto devem ser fixadas ao solo por meio de cabos passando por cima das extremidades correspondentes dos eixos dianteiro e traseiro. Os cabos devem ser esticados de forma a submeter os pneus aos valores de deformação dados no ponto 4.2.5.6.2.

Uma vez esticados os cabos, a viga-calço deve ser colocada no solo, apoiada contra os pneus situados do lado oposto ao impacto, e fixada em seguida ao solo. Se os bordos exteriores dos pneus à frente e atrás não se encontrarem no mesmo plano vertical, pode revelar-se necessária a utilização de duas vigas ou calços. O calço deve ser então colocado contra a jante da roda sujeita à maior carga, situada no lado oposto ao ponto de impacto, segundo as indicações da figura 6.29, apoiado firmemente contra a jante e fixado em seguida na sua base. O comprimento do calço deve ser tal que, colocado contra a jante, forme um ângulo de $30^\circ \pm 3^\circ$ com o solo. Para além disso, deve ter, se possível, uma espessura 20 a 25 vezes inferior ao seu comprimento e 2 a 3 vezes inferior à sua largura. A forma das extremidades dos calços deve ser conforme ao plano de pormenor da figura 6.29.

- 4.3.1.3.3. Se o trator for articulado, o ponto de articulação deve ser sustido por um bloco de madeira com pelo menos 100×100 mm de secção e apoiado lateralmente por um dispositivo semelhante ao calço encostado à roda traseira referido no ponto 4.3.1.3.2. Em seguida, o ponto de articulação deve ser firmemente fixado ao solo.
- 4.3.1.3.4. O bloco pendular deve ser puxado para trás, de forma a que a altura do seu centro de gravidade ultrapasse a que terá no ponto de impacto num valor calculado segundo uma das duas fórmulas seguintes, a escolher em função da massa de referência do conjunto submetido a ensaio:

$$H = (25 + 0,20 M) (B_6 + B) / 2B$$

para tratores com uma massa de referência inferior a 2 000 kg.

$$H = (125 + 0,15 M) (B_6 + B) / 2B$$

para tratores com uma massa de referência superior a 2 000 kg.

- 4.3.1.3.5. No caso de tratores com posição de condução reversível, a altura é o valor maior obtido pelas fórmulas aplicáveis acima e abaixo:

$$H = 25 + 0,2 M$$

para tratores com uma massa de referência inferior a 2 000 kg.

$$H = 125 + 0,15 M$$

para tratores com uma massa de referência superior a 2 000 kg.

Solta-se em seguida o bloco pendular, que vai embater contra a estrutura de proteção.

- 4.3.1.4. **Esmagamento à retaguarda**

Todas as disposições são idênticas às que figuram no ponto 3.3.1.4 da parte B1.

- 4.3.1.5. **Esmagamento à frente**

Todas as disposições são idênticas às que figuram no ponto 3.3.1.5 da parte B1.

4.3.1.6. **Ensaio de impacto adicionais**

Se aparecerem fraturas ou fissuras não admissíveis durante um ensaio de impacto, é necessário proceder a um segundo ensaio semelhante, mas com uma altura de queda igual a:

$$H' = (H \times 10^{-1}) (12 + 4a) (1 + 2a)^{-1}$$

imediatamente após o ensaio de impacto que originou essas fraturas ou fissuras, sendo «a» a razão entre a deformação permanente (**Dp**) e a deformação elástica (**De**):

$$a = Dp / De$$

medidas no ponto de impacto. A deformação permanente suplementar devida ao segundo impacto não deve ser superior a 30 % da deformação permanente devida ao primeiro impacto.

Para poder realizar o ensaio adicional, é necessário medir a deformação elástica durante todos os ensaios de impacto.

4.3.1.7. **Ensaio de esmagamento adicionais**

Se, durante um ensaio de esmagamento, aparecerem fraturas ou fissuras significativas, haverá que proceder a um segundo ensaio similar, imediatamente após o ensaio que provocou tais fraturas ou fissuras, mas com uma força igual a **1,2 F_v**.

4.3.2. **Medições a efetuar**

4.3.2.1. **Fraturas e fissuras**

Após cada ensaio, examinam-se visualmente, para deteção de fraturas e fissuras, todos os elementos de ligação e estruturais e os dispositivos de fixação, desprezando-se pequenas fraturas em partes não importantes.

Não se tomam em consideração eventuais fissuras provocadas pelas arestas do bloco pendular.

4.3.2.2. **Penetração na zona livre**

Durante cada ensaio, a estrutura de proteção deve ser examinada para verificar se qualquer parte da mesma penetrou na zona livre à volta do banco do condutor, segundo a definição dada no ponto 1.6.

Além disso, a zona livre não deve situar-se fora do espaço protegido pela estrutura de proteção. Para este efeito, considera-se como fora do espaço de proteção da estrutura qualquer parte deste espaço que entraria em contacto direto com o solo plano se o trator tivesse tombado para o lado em que é aplicada a carga de ensaio. Para realizar esta estimativa, os pneus e as vias dos eixos da frente e da retaguarda devem corresponder às dimensões mínimas especificadas pelo fabricante.

4.3.2.3. **Ensaio do dispositivo rígido à retaguarda**

Se o trator estiver equipado com uma secção rígida, um invólucro ou qualquer dispositivo rígido colocado atrás do banco do condutor, considera-se que esse

dispositivo constitui um ponto de apoio em caso de tombamento para trás ou para o lado. Este dispositivo rígido colocado atrás do banco do condutor deve poder suportar, sem rutura ou penetração na zona livre, uma força descendente F_i , em que:

$$F_i = 15 M$$

aplicada perpendicularmente ao topo do quadro no plano médio do trator. O ângulo inicial de aplicação da força de 40° é calculado em relação a uma reta paralela ao solo como mostra a figura 6.12. Esta secção rígida deve ter uma largura mínima de 500 mm (ver figura 6.13).

Deverá ainda ser suficientemente rígida e estar solidamente fixada à retaguarda do trator.

4.3.2.4. Deformação elástica (ao impacto lateral)

A deformação elástica dever ser medida $(810 + a_v)$ mm acima do ponto índice do banco, no plano vertical que passa pelo ponto de impacto. Esta medição deve ser efetuada com a ajuda de um aparelho como o representado na figura 6.11.

4.3.2.5. Deformação permanente

Após o ensaio de esmagamento final, deve registar-se a deformação permanente da estrutura de proteção. Para este efeito, deve usar-se, antes do início do ensaio, a posição dos elementos principais da estrutura de proteção contra a capotagem em relação ao ponto índice do banco.

4.4. *Extensão a outros modelos de tratores*

Todas as disposições são idênticas às que figuram no ponto 3.4 da parte B1 do presente anexo.

4.5. [Não aplicável]

4.6. *Comportamento das estruturas de proteção a baixas temperaturas*

Todas as disposições são idênticas às que figuram no ponto 3.6 da parte B1 do presente anexo.

4.7. [Não aplicável]

Figura 6.26

Bloco pendular e respetivas correntes ou cabos de suspensão

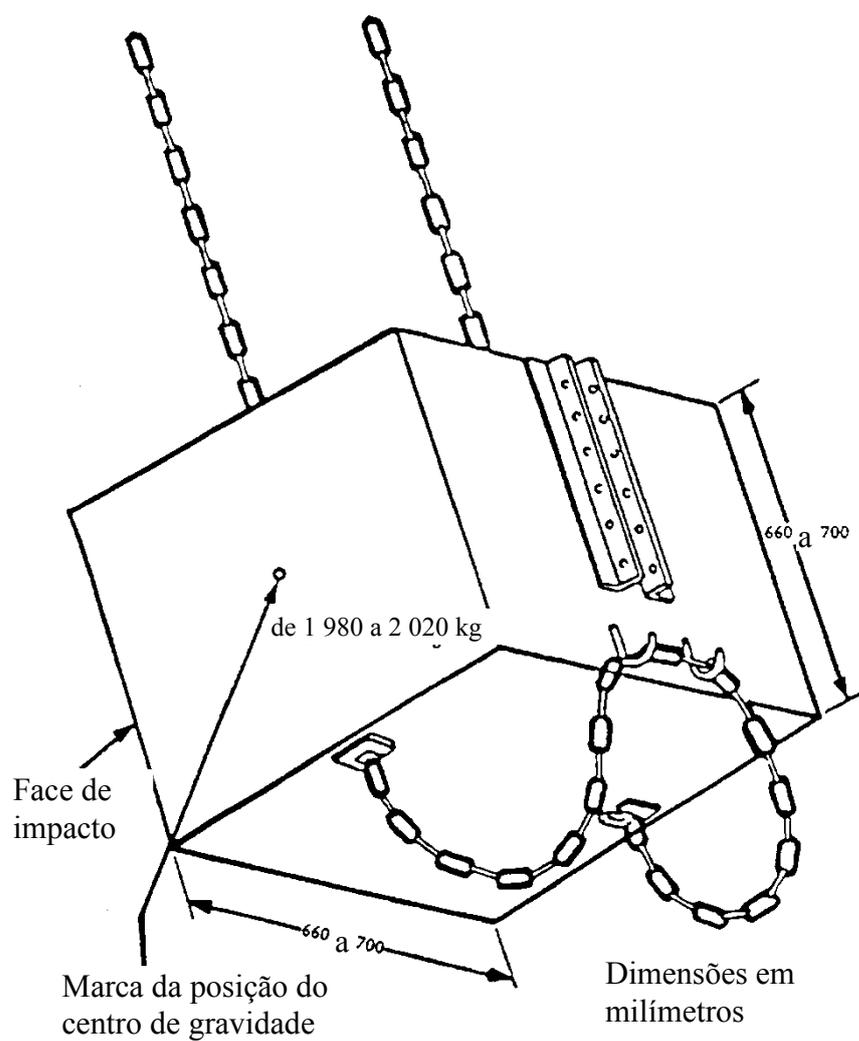


Figura 6.27

Exemplo de fixação do trator (impacto à retaguarda)

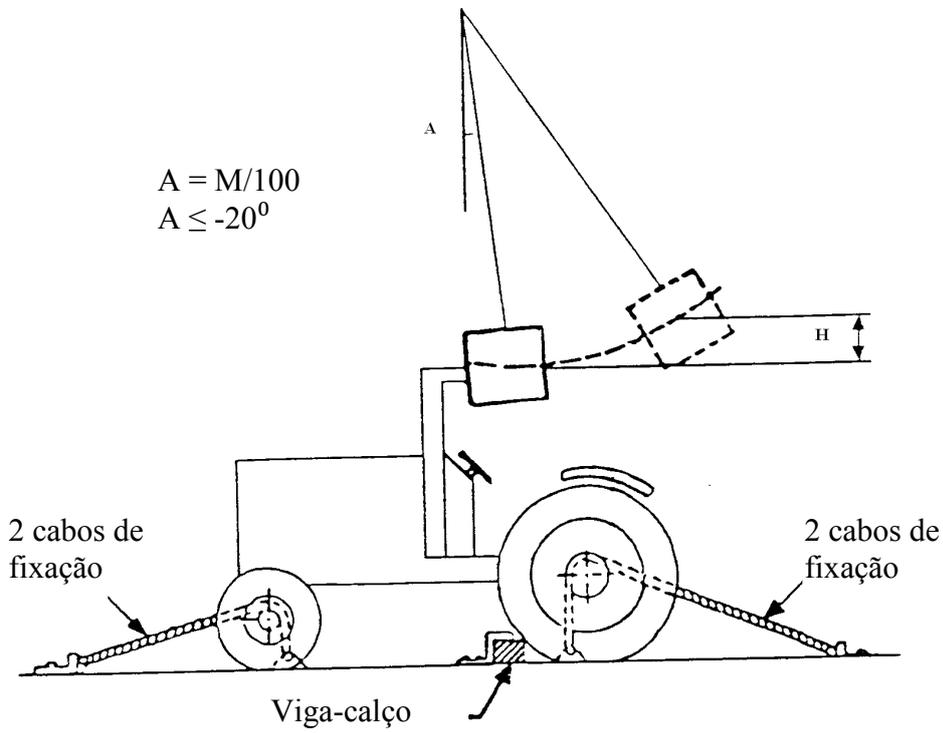


Figura 6.28

Exemplo de fixação do trator (impacto à frente)

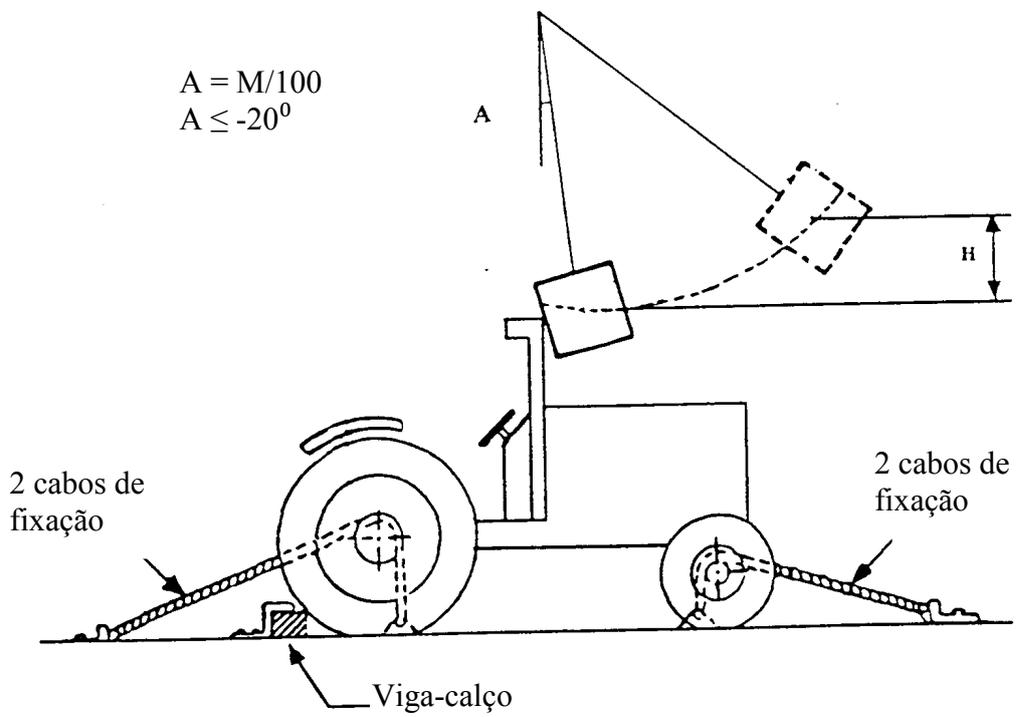
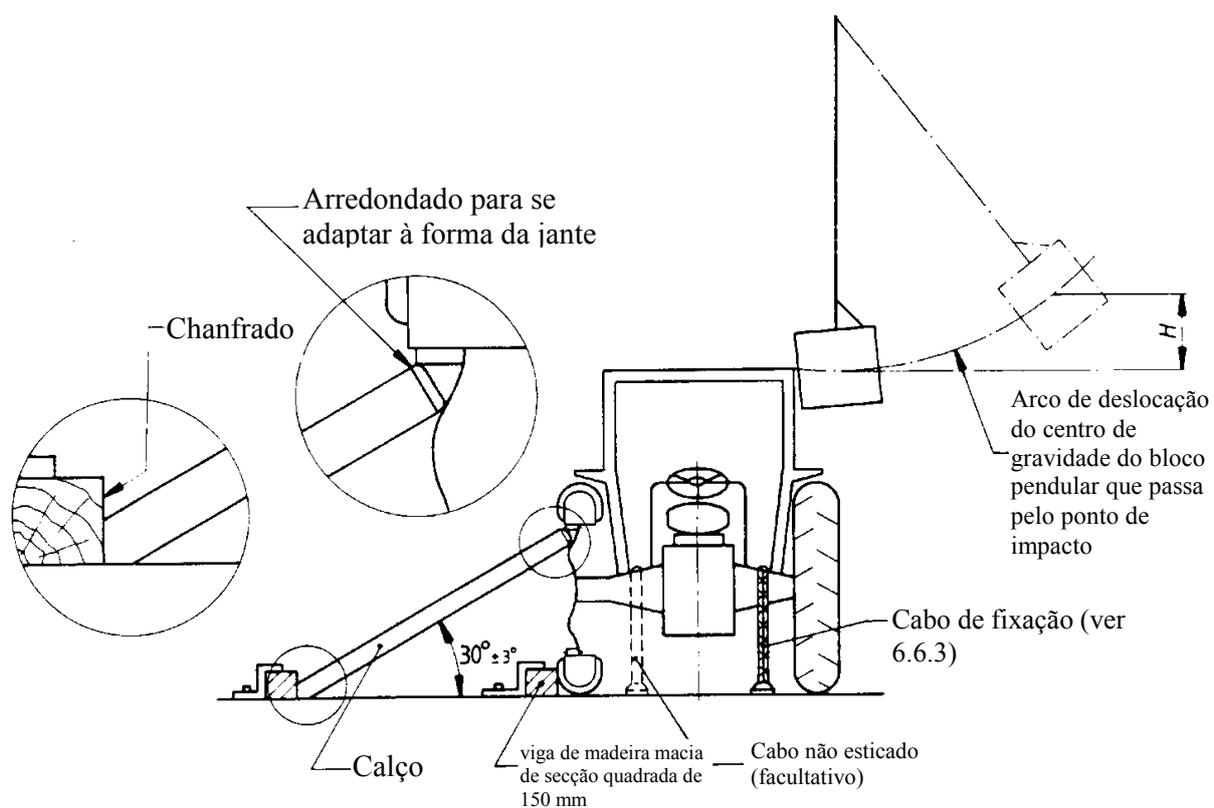


Figura 6.29

Exemplo de fixação do trator (impacto lateral)



A viga-calço é colocada contra a parte lateral das rodas dianteiras e traseiras e o calço contra a jante da roda depois de fixado

B3. REQUISITOS DE DESEMPENHO DE ROPS REBATÍVEIS

5.1. Âmbito de aplicação

Este procedimento estabelece requisitos mínimos de desempenho e de ensaio aplicáveis às ROPS rebatíveis montadas na frente

5.2. Explicação dos termos utilizados nos ensaios de desempenho:

5.2.1. *ROPS rebatível operada manualmente* é uma estrutura de proteção de duplo montante montada na frente que o operador levanta ou baixa diretamente (com ou sem assistência parcial).

5.2.2. *ROPS rebatível automática* é uma estrutura de proteção de duplo montante montada na frente em que as operações de levantar e baixar são totalmente assistidas.

5.2.3. *Sistema de bloqueamento* é um dispositivo montado com a finalidade de bloquear, manual ou automaticamente, a estrutura de proteção em caso de capotagem quer na posição levantada quer baixada.

5.2.4. *Zona de prensão* é definida pelo fabricante como uma parte da estrutura de proteção em caso de capotagem e/ou um punho adicional montado nessa estrutura a que o operador pode aceder para as operações de levantar ou baixar.

5.2.5. *Parte acessível da zona de prensão* é a zona onde a estrutura de proteção contra a capotagem é movimentada pelo operador nas operações de levantar ou baixar da mesma. Esta zona é definida em relação ao centro geométrico de secções transversais da zona de prensão.

5.2.6. *Ponto de beliscadura*: qualquer ponto perigoso em que há partes que se deslocam umas em relação às outras ou em relação a partes fixas, de modo tal que as pessoas, ou determinadas partes do corpo, possam sofrer beliscaduras.

5.2.7. *Ponto de corte*: qualquer ponto perigoso em que partes passem ao longo umas das outras ou ao longo de outras partes, de modo tal que as pessoas, ou determinadas partes do seu corpo, possam sofrer beliscaduras ou cortes.

5.3. ROPS rebatível operada manualmente

5.3.1. Condições prévias ao ensaio

A operação manual deve ser feita por um operador em pé, com um ou mais punhos na zona de prensão do arco de segurança. Esta zona tem de ser concebida sem arestas ou ângulos vivos e sem superfícies rugosas suscetíveis de causar lesões ao operador.

A zona de prensão deve estar clara e permanentemente identificada (Figure 6.20).

Esta zona pode estar localizada de um lado ou de ambos os lados do trator, podendo consistir numa parte estrutural do arco de segurança ou em pegadas adicionais. Nesta zona de prensão, a operação manual para levantar ou baixar o arco de segurança não deve gerar qualquer corte, beliscadura ou movimentos incontrolados perigosos para o operador

(requisito adicional).

São definidas três zonas acessíveis com diferentes níveis de força permitida em relação ao plano horizontal do solo e aos planos verticais tangentes às partes exteriores do trator que limitam a posição ou a deslocação do operador (Figura 6.21).

Zona I: zona de conforto

Zona II: zona acessível sem inclinação para a frente do corpo

Zona III: zona acessível com inclinação para a frente do corpo

A posição e os movimentos do operador são limitados por obstáculos. São partes do trator que são definidas por planos verticais tangentes às arestas exteriores do obstáculo.

Se o operador tiver necessidade de mover os pés durante a operação manual do arco de segurança, é-lhe permitido deslocar-se num plano paralelo à trajetória do arco de segurança ou apenas num outro plano paralelo àquele, a fim de contornar um obstáculo. A deslocação total deve ser considerada uma combinação de linhas retas paralelas, perpendiculares à trajetória do arco de segurança. Admite-se uma deslocação perpendicular, desde que o operador se aproxime mais do arco de segurança. A zona acessível deve ser considerada como a envolvente das diferentes zonas acessíveis (figura 6.22).

O trator deve estar equipado com pneus do diâmetro máximo indicado pelo fabricante e da secção transversal mínima para pneus com esse diâmetro. Os pneus devem ser insuflados à pressão prescrita para os trabalhos agrícolas.

As rodas traseiras devem ser reguladas para a via mais estreita; as rodas dianteiras devem ser reguladas com a maior precisão possível para a mesma via. Se houver duas possibilidades de regular a via que se afastem de modo idêntico da regulação mais estreita da via traseira, dever-se-á escolher a mais larga destas vias à frente.

5.3.2. Procedimento de ensaio

O ensaio destina-se a medir a força necessária para levantar ou baixar o arco de segurança. O ensaio deve ser realizado em condições estáticas: sem movimento inicial do arco de segurança. Cada medição da força necessária para levantar ou baixar o arco de segurança deve ser feita numa direção tangente à trajetória do arco de segurança e passando pelo centro geométrico de secções transversais da zona de prensão.

A zona de prensão é considerada acessível se estiver localizada nas zonas acessíveis ou na envolvente de diferentes zonas acessíveis (figura 6.23).

A força necessária para levantar ou baixar o arco de segurança deve ser medida em diferentes pontos que se encontrem dentro da parte acessível da zona de prensão (figura 6.24).

A primeira medição é feita na extremidade da parte acessível da zona de prensão, quando o arco de segurança estiver totalmente baixado (ponto A). A segunda é definida de acordo com a posição do ponto A após rotação do arco de segurança até ao topo da parte acessível da zona de prensão (ponto A').

Se, na segunda medição, o arco de segurança não estiver totalmente levantado, deverá ser medido outro ponto, na extremidade da parte acessível da zona de prensão, quando o

arco de segurança estiver totalmente levantado (ponto B).

Se, entre as duas primeiras medições, a trajetória do primeiro ponto atravessar o limite entre a zona I e a zona II, deverá proceder-se a uma medição neste ponto de passagem («ponto A»).

A fim de medir a força no pontos indicados para as medições, é possível medir diretamente o valor ou medir o binário necessário para levantar ou baixar o arco de segurança para calcular a força.

5.3.3. Condições de aceitação

5.3.3.1. Requisitos relativos à força

A força aceitável para o acionamento da ROPS depende da zona acessível, como indicado no quadro 6.2.

Zona	I	II	III
Força aceitável (N)	100	75	50

Quadro 6.2:

Forças admissíveis

É permitido um aumento de um máximo de 25 % dessas forças aceitáveis quando o arco de segurança estiver completamente baixado ou completamente levantado.

É admissível um aumento de um máximo de 50 % dessas forças aceitáveis na operação de abaixamento.

5.3.3.2. Requisito adicional

A operação manual para levantar ou baixar o arco de segurança não deve provocar qualquer corte, beliscadura ou movimentos incontrolados perigosos para o operador

Não se considera um ponto de beliscadura perigoso para as mãos do operador se, na zona de preensão, as distâncias de segurança entre o arco de segurança e as partes fixas do trator se encontrarem a uma distância mínima de 100 mm da mão, do pulso e do punho e de 25 mm dos dedos (ISO 13854:1996). As distâncias de segurança devem ser verificadas relativamente ao modo de operação previsto pelo fabricante no manual do utilizador.

5.4. Sistema de bloqueamento manual

O dispositivo montado para bloquear a ROPS na posição levantada ou baixada deve ser concebido por forma a:

- ser manobrado por um operador em pé que se encontra numa das zonas acessíveis;
- estar firmemente fixado na ROPS (por exemplo com pinos de bloqueamento ou de retenção imperdíveis)
- evitar qualquer confusão na operação de bloqueamento (a correta localização dos pinos deve ser indicada);
- evitar a remoção ou perda involuntárias de peças .

Se os dispositivos de bloqueamento da ROPS na posição levantada/baixada forem pinos, estes devem ser inseridos ou retirados livremente. Se, para isso, for necessário aplicar uma força sobre o arco de segurança, esta força deve cumprir os requisitos dos pontos A e B (ver ponto 5.3).

Todos os outros dispositivos de bloqueamento devem ser desenvolvidos segundo princípios de ergonomia no que concerne à forma e à força e em especial por forma a prevenir os riscos de beliscaduras e de cortes.

5.5. Ensaio preliminar do sistema de bloqueamento automático

Um sistema de bloqueamento automático montado numa ROPS rebatível operada manualmente deve ser submetido a um ensaio preliminar antes do ensaio de resistência da ROPS.

O arco de segurança deve ser levado da posição baixada para a posição levantada bloqueada e de novo para a posição baixada. Estas operações correspondem a um ciclo. Devem ser realizados 500 ciclos.

Esta condição pode ser satisfeita por um dispositivo auxiliar (atuador hidráulico, pneumático ou elétrico). Em ambos os casos, a força deve ser aplicada num plano paralelo à trajetória do arco de segurança e atravessar a zona de prensão, devendo a velocidade angular do arco de segurança ser quase constante e inferior a 20 graus/s;

Após os 500 ciclos, a força aplicada durante a fase em que o arco de segurança está em posição levantada, não deve exceder em mais de 50 % a força autorizada (quadro 6.2).

O desbloqueamento do arco de segurança deve ser feito de acordo com o manual do operador.

Após a conclusão de 500 ciclos, não deve ser feita qualquer manutenção nem regulação no sistema de bloqueamento.

Nota 1: O ensaio preliminar pode ser aplicado também aos sistemas de ROPS rebatíveis automaticamente. O ensaio deve ser executado antes do ensaio de resistência da ROPS.

Nota 2: O ensaio preliminar pode ser efetuado pelo fabricante. Nesse caso, o fabricante deve fornecer à estação de ensaio um certificado que comprove que o ensaio foi feito segundo o procedimento de ensaio e que não houve qualquer manutenção nem regulação no sistema de bloqueamento após a conclusão dos 500 ciclos. A estação de ensaio deve verificar o desempenho do dispositivo com um ciclo, em que o dispositivo é levado da posição mais baixa para a posição levantada e bloqueada e de novo para a posição baixada.

Figura 6.20

Zona de prensão

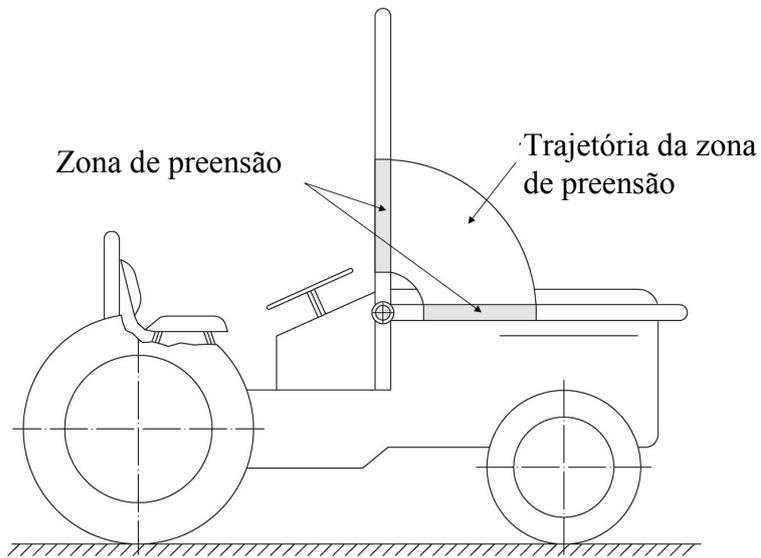


Figura 6.21

Zonas acessíveis

(Dimensões em mm)

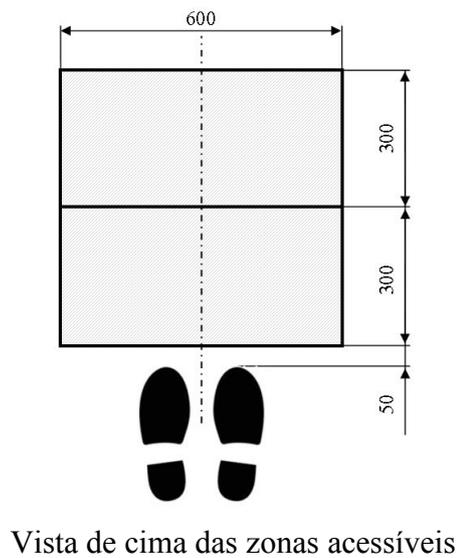
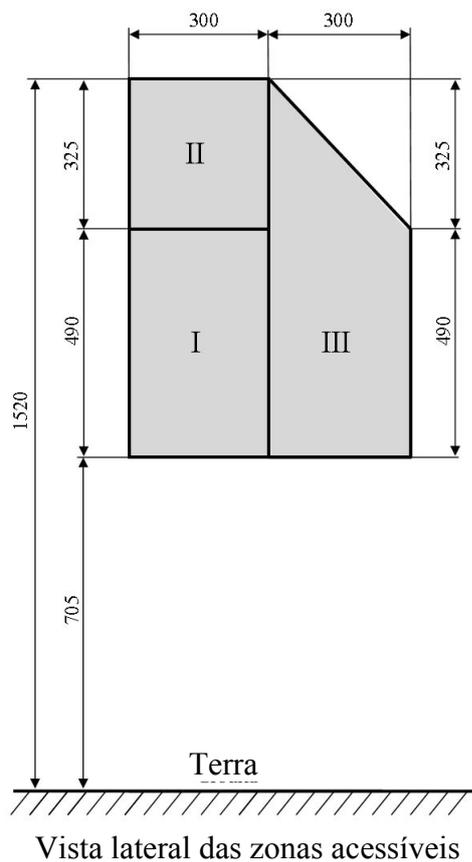
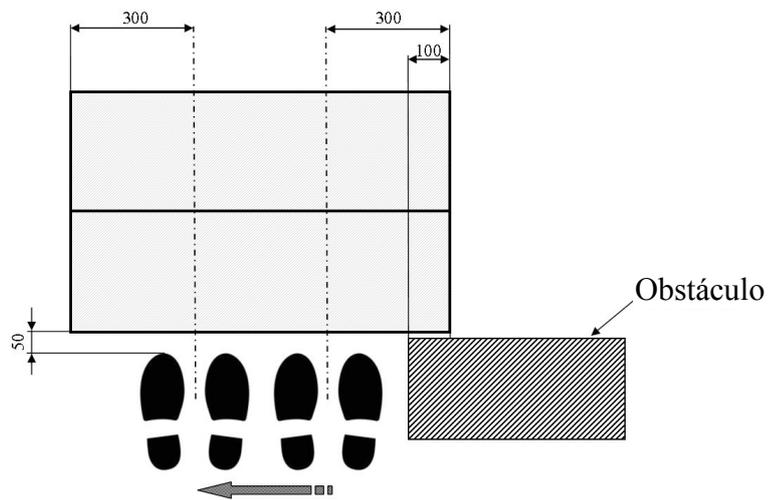


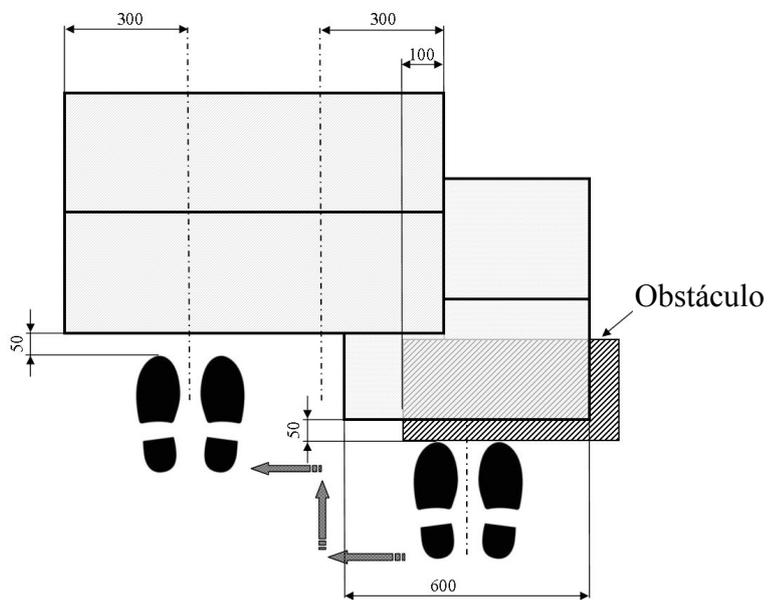
Figura 6.22

Envolvente das zonas acessíveis

(Dimensões em mm)



Deslocamento sem mudança de direção



Deslocamento com uma mudança de direção

Figura 6.23

Parte acessível da zona de preensão

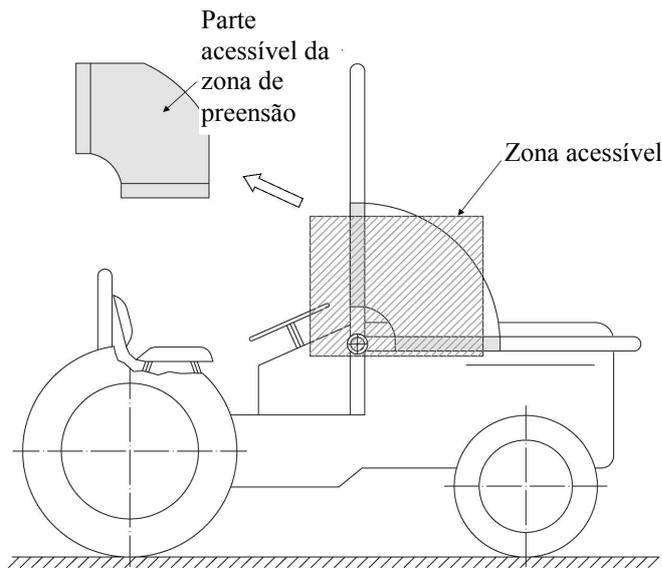
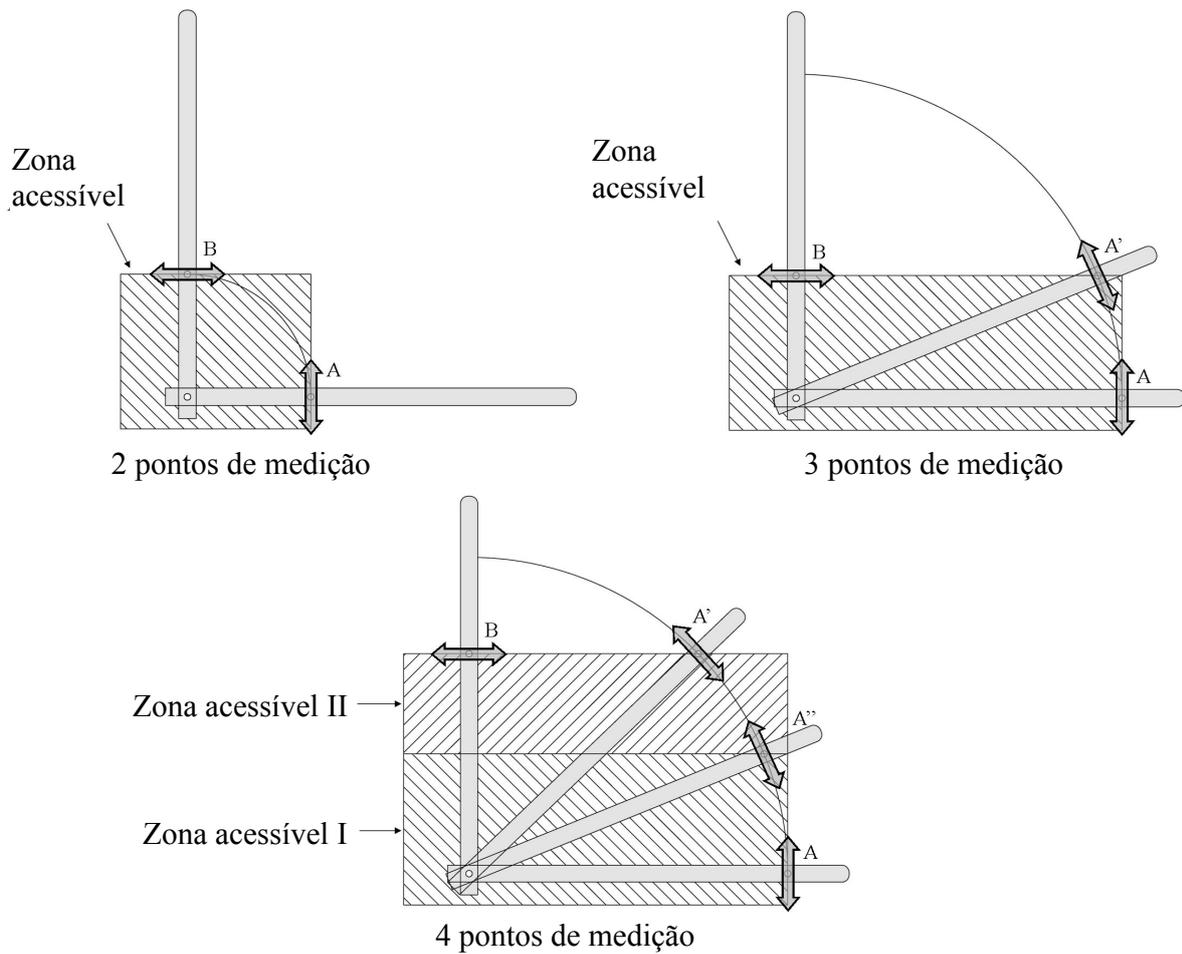


Figura 6.24

Pontos em que o requisito da força deve ser medido




```

310 PRINT : INPUT " Do you wish to acquire again the data ? (Y/N)"; Z$
320 IF Z$ = "Y" OR Z$ = "y" THEN 190
330 IF Z$ = "N" OR Z$ = "n" THEN 340
340 FOR I=1 TO 3:LPRINT : NEXT: LPRINT ; " TEST NR: "; TAB(10); CAMPOS(1)
350 LPRINT : LPRINT TAB(24); " FRONT MOUNTED PROTECTIVE STRUCTURE:"
360 LL = LEN(CAMPOS(2) + CAMPOS(3))
370 LPRINT TAB(36 - LL / 2); CAMPOS(2) + " - " + CAMPOS(3) : LPRINT
380 LPRINT TAB(32); " OF THE NARROW TRACTOR": LL = LEN(CAMPOS(4) +
CAMPOS(5))
390 LPRINT TAB(36 - LL / 2); CAMPOS(4) + " - " + CAMPOS(5) : LPRINT
400 CLS
410 PRINT "In case of mistype, push on the enter key up to the last field"
420 PRINT
430 FOR I = 1 TO 7: LOCATE I, 1, 0: NEXT
440 LOCATE 8, 1: PRINT " CHARACTERISTIC UNITS: "
450 LOCATE 8, 29: PRINT "LINEAR (m): MASS (kg):MOMENT OF INERTIA (kg·m2):"
460 LOCATE 9, 1: PRINT "                ANGLE (radian)"
470 LPRINT : PRINT
480 PRINT "HEIGHT OF COG      H1=": LOCATE 11, 29: PRINT "      "
490 LOCATE 11, 40: PRINT "H. DIST. COG-REAR AXLE  L3="
500 LOCATE 11, 71: PRINT "      "
510 PRINT "H. DIST. COG-FRT AXLE  L2=": LOCATE 12, 29: PRINT "      "
520 LOCATE 12, 40: PRINT "HEIGHT OF THE REAR TYRES  D3="
530 LOCATE 12, 71: PRINT "      "
540 PRINT "HEIGHT OF THE FRT TYRES  D2=": LOCATE 13, 29: PRINT "      "
550 LOCATE 13, 40: PRINT "OVERALL HEIGHT(P.T IMPACT) H6="
560 LOCATE 13, 71: PRINT "      "
570 PRINT "H.DIST.COG-LEAD.PT INTER.L6=": LOCATE 14, 29: PRINT "      "
580 LOCATE 14, 40: PRINT "PROTECTIVE STRUCT. WIDTH  B6="
590 LOCATE 14, 71: PRINT "      "
600 PRINT "HEIGHT OF THE ENG.B.  H7=": LOCATE 15, 29: PRINT "      "
605 LOCATE 15, 40: PRINT "WIDTH OF THE ENG. B.  B7="
610 LOCATE 15, 71: PRINT "      "
615 PRINT "H.DIST.COG-FRT COR.ENG.B.L7=": LOCATE 16, 29: PRINT "      "
620 LOCATE 16, 40: PRINT "HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT  H0="
630 LOCATE 16, 71: PRINT "      "
640 PRINT "REAR TRACK WIDTH      S =": LOCATE 17, 29: PRINT "      "
650 LOCATE 17, 40: PRINT "REAR TYRE WIDTH      B0="
660 LOCATE 17, 71: PRINT "      "
670 PRINT "FRT AXLE SWING ANGLE  D0=": LOCATE 18, 29: PRINT "      "
680 LOCATE 18, 40: PRINT "TRACTOR MASS      Mc ="
690 LOCATE 18, 71: PRINT "      "
700 PRINT "MOMENT OF INERTIA      Q =": LOCATE 19, 29: PRINT "      "
710 LOCATE 19, 40: PRINT "      "
720 LOCATE 19, 71: PRINT "      ": PRINT : PRINT
730 H1 = 0: L3 = 0: L2 = 0: D3 = 0: D2 = 0: H6 = 0: L6 = 0: B6 = 0
740 H7 = 0: B7 = 0: L7 = 0: H0 = 0: S = 0: B0 = 0: D = 0: Mc = 0: Q = 0
750 NC = 9: GOSUB 4400
760 FOR I = 1 TO 3: PRINT "": NEXT
770 H1 = VAL(CAMPOS(9)): L3 = VAL(CAMPOS(10)): L2 = VAL(CAMPOS(11))

```

```

780 D3 = VAL(CAMPOS$(12)): D2 = VAL(CAMPOS$(13)): H6 = VAL(CAMPOS$(14))
790 L6 = VAL(CAMPOS$(15)): B6 = VAL(CAMPOS$(16)): H7 = VAL(CAMPOS$(17))
800 B7 = VAL(CAMPOS$(18)): L7 = VAL(CAMPOS$(19)): H0 = VAL(CAMPOS$(20))
810 S = VAL(CAMPOS$(21)): B0 = VAL(CAMPOS$(22)): D0 = VAL(CAMPOS$(23))
820 Mc = VAL(CAMPOS$(24)): Q = VAL(CAMPOS$(25)): PRINT : PRINT
830 PRINT "In case of mistype, it is possible to acquire again the data": PRINT
840 INPUT " Do you wish to acquire again the data ? (Y/N)"; X$
850 IF X$ = "Y" OR X$ = "y" THEN 400
860 IF X$ = "n" OR X$ = "N" THEN 870
870 FOR I = 1 TO 3: LPRINT : NEXT
880 LPRINT TAB(20); "CHARACTERISTIC UNITS .": LOCATE 8, 29
890 LPRINT "LINEAR (m) : MASS (kg) : MOMENT OF INERTIA (kg·m2) : ANGLE
(radian)"
900 LPRINT
910 LPRINT "HEIGHT OF THE COG      H1=";
920 LPRINT USING "#####.#####"; H1;
930 LPRINT TAB(40); "H. DIST. COG-REAR AXLE  L3=";
940 LPRINT USING "#####.#####"; L3;
950 LPRINT "H.DIST. COG-FRT AXLE  L2=";
960 LPRINT USING "#####.#####"; L2;
970 LPRINT TAB(40); "HEIGHT OF THE REAR TYRES D3=";
975 LPRINT USING "#####.#####"; D3;
980 LPRINT "HEIGHT OF THE FRT TYRES  D2=";
990 LPRINT USING "#####.#####"; D2;
1000 LPRINT TAB(40); "OVERALL HEIGHT(P.T IMPACT)H6=";
1010 LPRINT USING "#####.#####"; H6;
1020 LPRINT "H.DIST.COG-LEAD PT INTER.L6=";
1030 LPRINT USING "#####.#####"; L6;
1040 LPRINT TAB(40); "PROTECTIVE STRUCT. WIDTH B6=";
1050 LPRINT USING "#####.#####"; B6;
1060 LPRINT "HEIGHT OF THE ENG.B.  H7=";
1070 LPRINT USING "#####.#####"; H7;
1080 LPRINT TAB(40); "WIDTH OF THE ENG. B.  B7=";
1090 LPRINT USING "#####.#####"; B7;
1100 LPRINT "H.DIST.COG-FRT COR.ENG.B.L7=";
1110 LPRINT USING "#####.#####"; L7;
1120 LPRINT TAB(40); "HEIGHT FRT AXLE PIVOT PT H0=";
1130 LPRINT USING "#####.#####"; H0;
1140 LPRINT "REAR TRACK WIDTH      S =";
1150 LPRINT USING "#####.#####"; S;
1160 LPRINT TAB(40); "REAR TYRE WIDTH      B0=";
1170 LPRINT USING "#####.#####"; B0;
1180 LPRINT "FRT AXLE SWING ANGLE  D0=";
1185 LPRINT USING "#####.#####"; D0;
1190 LPRINT TAB(40); "TRACTOR MASS          Mc = ";
1200 LPRINT USING "#####.#####"; Mc;
1210 LPRINT "MOMENT OF INERTIA      Q =";
1215 LPRINT USING "#####.#####"; Q;
1220 FOR I = 1 TO 10: LPRINT : NEXT
1230 A0 = .588: U = .2: T = .2: GOSUB 4860

```

```

1240 REM * THE SIGN OF L6 IS MINUS IF THE POINT LIES IN FRONT
1250 REM * OF THE PLANE OF THE CENTRE OF GRAVITY.
1260 IF B6 > S + B0 THEN 3715
1265 IF B7 > S + B0 THEN 3715
1270 G = 9.8
1280
1290 REM *B2 VERSION (POINT OF IMPACT OF THE ROPS NEAR OF
EQUILIBRIUM POINT)*
1300
1310 B = B6: H = H6
1320 REM -----POSITION OF CENTER OF GRAVITY IN TILTED POSITION -----
1330 R2 = SQR(H1 * H1 + L3 * L3)
1340 C1 = ATN(H1 / L3)
1350 L0 = L3 + L2
1360 L9 = ATN(H0 / L0)
1370 H9 = R2 * SIN(C1 - L9)
1380 W1 = H9 / TAN(C1 - L9)
1390 W2 = SQR(H0 * H0 + L0 * L0): S1 = S / 2
1400 F1 = ATN(S1 / W2)
1410 W3 = (W2 - W1) * SIN(F1)
1420 W4 = ATN(H9 / W3)
1430 W5 = SQR(H9 * H9 + W3 * W3) * SIN(W4 + D0)
1440 W6 = W3 - SQR(W3 * W3 + H9 * H9) * COS(W4 + D0)
1450 W7 = W1 + W6 * SIN(F1)
1460 W8 = ATN(W5 / W7)
1470 W9 = SIN(W8 + L9) * SQR(W5 * W5 + W7 * W7)
1480 W0 = SQR(W9 * W9 + (S1 - W6 * COS(F1)) ^ 2)
1490 G1 = SQR(((S + B0) / 2) ^ 2 + H1 * H1)
1500 G2 = ATN(2 * H1 / (S + B0))
1510 G3 = W0 - G1 * COS(A0 + G2)
1520 O0 = SQR(2 * Mc * G * G3 / (Q + Mc * (W0 + G1) * (W0 + G1) / 4))
1530 F2 = ATN(((D3 - D2) / L0) / (1 - ((D3 - D2) / (2 * L3 + 2 * L2)) ^ 2))
1540 L8 = -TAN(F2) * (H - H1)
1550 REM----- COORDINATES IN POSITION 1 -----
1560 X(1, 1) = H1
1570 X(1, 2) = 0: X(1, 3) = 0
1580 X(1, 4) = (1 + COS(F2)) * D2 / 2
1590 X(1, 5) = (1 + COS(F2)) * D3 / 2
1600 X(1, 6) = H
1610 X(1, 7) = H7
1620 Y(1, 1) = 0
1630 Y(1, 2) = L2
1640 Y(1, 3) = -L3
1650 Y(1, 4) = L2 + SIN(F2) * D2 / 2
1660 Y(1, 5) = -L3 + SIN(F2) * D3 / 2
1670 Y(1, 6) = -L6
1680 Y(1, 7) = L7
1690 Z(1, 1) = (S + B0) / 2
1700 Z(1, 2) = 0: Z(1, 3) = 0: Z(1, 4) = 0: Z(1, 5) = 0

```

```

1710 Z(1, 6) = (S + B0) / 2 - B / 2
1720 Z(1, 7) = (S + B0) / 2 - B7 / 2
1730 O1 = 0: O2 = 0: O3 = 0: O4 = 0: O5 = 0: O6 = 0: O7 = 0: O8 = 0: O9 = 0
1740 K1 = Y(1, 4) * TAN(F2) + X(1, 4)
1750 K2 = X(1, 1)
1760 K3 = Z(1, 1)
1770 K4 = K1 - X(1, 1): DD1 = Q + Mc * K3 * K3 + Mc * K4 * K4
1780 O1 = (Q + Mc * K3 * K3 - U * Mc * K4 * K4 - (1 + U) * Mc * K2 * K4) * O0 / DD1
1790 REM----TRANSFORMATION OF THE COORDINATES FROM THE POSITION 1
TO 2
1800 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
1810 X(2, K) = COS(F2) * (X(1, K) - H1) + SIN(F2) * Y(1, K) - K4 * COS(F2)
1820 Y(2, K) = Y(1, K) * COS(F2) - (X(1, K) - H1) * SIN(F2)
1830 Z(2, K) = Z(1, K)
1840 NEXT K
1850 O2 = O1 * COS(F2)
1860 A2 = ATN(TAN(A0) / SQR(1 + (TAN(F2)) ^ 2 / (COS(A0)) ^ 2))
1870 C2 = ATN(Z(2, 6) / X(2, 6))
1880 T2 = T
1890 V0 = SQR(X(2, 6) ^ 2 + Z(2, 6) ^ 2)
1900 E1 = T2 / V0
1910 E2 = (V0 * Y(2, 4)) / (Y(2, 4) - Y(2, 6))
1920 T3 = E1 * E2
1930 E4 = SQR(X(2, 1) * X(2, 1) + Z(2, 1) * Z(2, 1))
1940 V6 = ATN(X(2, 1) / Z(2, 1))
1950 REM-----ROTATION OF THE TRACTOR FROM THE POSITION 2 TO 3 ---
1960 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
1970 IF Z(2, K) = 0 THEN 2000
1980 E3 = ATN(X(2, K) / Z(2, K))
1990 GOTO 2010
2000 E3 = -3.14159 / 2
2010 X(3, K) = SQR(X(2, K) * X(2, K) + Z(2, K) * Z(2, K)) * SIN(E3 + C2 + E1)
2020 Y(3, K) = Y(2, K)
2030 Z(3, K) = SQR(X(2, K) ^ 2 + Z(2, K) ^ 2) * COS(E3 + C2 + E1)
2040 NEXT K
2050 IF Z(3, 7) < 0 THEN 3680
2060 Z(3, 6) = 0
2070 Q3 = Q * (COS(F2)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2)) ^ 2
2080 V5 = (Q3 + Mc * E4 * E4) * O2 * O2 / 2
2090 IF -V6 > A2 THEN 2110
2100 GOTO 2130
2110 V7 = E4 * (1 - COS(-A2 - V6))
2120 IF V7 * Mc * G > V5 THEN 2320
2130 V8 = E4 * COS(-A2 - V6) - E4 * COS(-A2 - ATN(X(3, 1) / Z(3, 1)))
2140 O3 = SQR(2 * Mc * G * V8 / (Q3 + Mc * E4 * E4) + O2 * O2)
2150 K9 = X(3, 1)
2160 K5 = Z(3, 1)
2170 K6 = Z(3, 1) + E1 * V0
2180 K7 = V0 - X(3, 1)
2190 K8 = U: DD2 = Q3 + Mc * K6 * K6 + Mc * K7 * K7

```

```

2200 O4 = (Q3 + Mc * K5 * K6 - K8 * Mc * K7 * K7 - (1 + K8) * Mc * K9 * K7) * O3 /
DD2
2210 N3 = SQR((X(3, 6) - X(3, 1)) ^ 2 + (Z(3, 6) - Z(3, 1)) ^ 2)
2220 N2 = ATN(-(X(3, 6) - X(3, 1)) / Z(3, 1))
2230 Q6 = Q3 + Mc * N3 ^ 2
2240 IF -N2 <= A2 THEN 2290
2250 N4 = N3 * (1 - COS(-A2 - N2))
2260 N5 = (Q6) * O4 * O4 / 2
2270 IF N4 * Mc * G > N5 THEN 2320
2280 O9 = SQR(-2 * Mc * G * N4 / (Q6) + O4 * O4)
2290 GOSUB 3740
2300 GOSUB 4170
2310 GOTO 4330
2320 GOSUB 3740
2330 IF L6 > L8 THEN 2790
2340 REM *
2350                                                                 REM
*****
****
2355 REM *B3 VERSION (POINT OF IMPACT OF THE ROPS IN FRONT OF
EQUILIBRIUM POINT)*
2360                                                                 REM
*****
****
2370 O3 = 0: O4 = 0: O5 = 0: O6 = 0: O7 = 0: O8 = 0: O9 = 0
2380 E2 = (V0 * Y(2, 5)) / (Y(2, 5) - Y(2, 6))
2390 T3 = E2 * E1
2400 Z(3, 6) = 0
2410 Q3 = Q * (COS(F2)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2)) ^ 2
2420 V5 = (Q3 + Mc * E4 * E4) * O2 * O2 / 2
2430 IF -V6 > A2 THEN 2450
2440 GOTO 2470
2450 V7 = E4 * (1 - COS(-A2 - V6))
2460 IF V7 * Mc * G > V5 THEN 2760
2470 V8 = E4 * COS(-A2 - V6) - E4 * COS(-A2 - ATN(X(3, 1) / Z(3, 1)))
2480 O3 = SQR((2 * Mc * G * V8) / (Q3 + Mc * E4 * E4) + O2 * O2)
2490 K9 = X(3, 1)
2500 K5 = Z(3, 1)
2510 K6 = Z(3, 1) + T3
2520 K7 = E2 - X(3, 1)
2530 K8 = U: DD2 = Q3 + Mc * K6 * K6 + Mc * K7 * K7
2540 O4 = (Q3 + Mc * K5 * K6 - K8 * Mc * K7 * K7 - (1 + K8) * Mc * K9 * K7) * O3 /
DD2
2550 F3 = ATN(V0 / (Y(3, 5) - Y(3, 6)))
2560 O5 = O4 * COS(F3)
2570 REM-----TRANSFORMATION OF THE COORDINATES FROM THE POSITION 3
TO 4 ----
2580 REM-----POSITION 4
2590 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
2600 X(4, K) = X(3, K) * COS(F3) + (Y(3, K) - Y(3, 5)) * SIN(F3)
2610 Y(4, K) = (Y(3, K) - Y(3, 5)) * COS(F3) - X(3, K) * SIN(F3)

```

```

2620 Z(4, K) = Z(3, K)
2630 NEXT K
2640 A4 = ATN(TAN(A0) / SQR(1 + (TAN(F2 + F3)) ^ 2 / (COS(A0)) ^ 2))
2650 M1 = SQR(X(4, 1) ^ 2 + Z(4, 1) ^ 2)
2660 M2 = ATN(X(4, 1) / Z(4, 1))
2670 Q5 = Q * (COS(F2 + F3)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2 + F3)) ^ 2
2680 IF -M2 < A4 THEN 2730
2690 M3 = M1 * (1 - COS(-A4 - M2))
2700 M4 = (Q5 + Mc * M1 * M1) * O5 * O5 / 2
2710 IF M3 * Mc * G > M4 THEN 2760
2720 O9 = SQR(O5 * O5 - 2 * Mc * G * M3 / (Q5 + Mc * M1 * M1))
2730 GOSUB 3740
2740 GOSUB 4170
2750 GOTO 4330
2760 GOSUB 3740
2770 GOSUB 4240
2780 GOTO 4330
2790                                                                 REM
*****
**
2795 REM *B1 VERSION (POINT OF IMPACT OF THE ROPS BEHIND OF
EQUILIBRIUM POINT)*
2800                                                                 REM
*****
**
2810 REM *
2820 O3 = 0: O4 = 0: O5 = 0: O6 = 0: O7 = 0: O8 = 0: O9 = 0
2830 Z(3, 6) = 0
2840 Q3 = Q * (COS(F2)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2)) ^ 2
2850 V5 = (Q3 + Mc * E4 * E4) * O2 * O2 / 2
2860 IF -V6 > A2 THEN 2880
2870 GOTO 2900
2880 V7 = E4 * (1 - COS(-A2 - V6))
2890 IF V7 * Mc * G > V5 THEN 3640
2900 V8 = E4 * COS(-A2 - V6) - E4 * COS(-A2 - ATN(X(3, 1) / Z(3, 1)))
2910 O3 = SQR(2 * Mc * G * V8 / (Q3 + Mc * E4 * E4) + O2 * O2)
2920 K9 = X(3, 1)
2930 K5 = Z(3, 1)
2940 K6 = Z(3, 1) + T3
2950 K7 = E2 - X(3, 1)
2960 K8 = U: DD2 = Q3 + Mc * K6 * K6 + Mc * K7 * K7
2970 O4 = (Q3 + Mc * K5 * K6 - K8 * Mc * K7 * K7 - (1 + K8) * Mc * K9 * K7) * O3 /
DD2
2980 F3 = ATN(V0 / (Y(3, 4) - Y(3, 6)))
2990 O5 = O4 * COS(F3)
3000 REM----TRANSFORMATION OF THE COORDINATES FROM 3 TO 4 ---
3010 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
3020 X(4, K) = X(3, K) * COS(F3) + (Y(3, K) - Y(3, 4)) * SIN(F3)
3030 Y(4, K) = (Y(3, K) - Y(3, 4)) * COS(F3) - X(3, K) * SIN(F3)
3040 Z(4, K) = Z(3, K)
3050 NEXT K

```

```

3060 A4 = ATN(TAN(A0) / SQR(1 + (TAN(F2 + F3)) ^ 2 / (COS(A0)) ^ 2))
3070 C3 = ATN(Z(4, 7) / X(4, 7))
3080 C4 = 0
3090 C5 = SQR(X(4, 7) * X(4, 7) + Z(4, 7) * Z(4, 7))
3100 C6 = C4 / C5
3110 C7 = C5 * (Y(4, 6) - Y(4, 1)) / (Y(4, 6) - Y(4, 7))
3120 C8 = C6 * C7
3130 M1 = SQR(X(4, 1) ^ 2 + Z(4, 1) ^ 2)
3140 M2 = ATN(X(4, 1) / Z(4, 1))
3150 REM ----ROTATION OF THE TRACTOR FROM THE POSITION 4 TO 5 ---
3160 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
3170 IF Z(4, K) <> 0 THEN 3200
3180 C9 = -3.14159 / 2
3190 GOTO 3210
3200 C9 = ATN(X(4, K) / Z(4, K))
3210 X(5, K) = SQR(X(4, K) ^ 2 + Z(4, K) ^ 2) * SIN(C9 + C3 + C6)
3220 Y(5, K) = Y(4, K)
3230 Z(5, K) = SQR(X(4, K) ^ 2 + Z(4, K) ^ 2) * COS(C9 + C3 + C6)
3240 NEXT K
3250 Z(5, 7) = 0
3260 Q5 = Q * (COS(F2 + F3)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2 + F3)) ^ 2
3270 IF -M2 > A4 THEN 3290
3280 GOTO 3320
3290 M3 = M1 * (1 - COS(-A4 - M2))
3300 M4 = (Q5 + Mc * M1 * M1) * O5 * O5 / 2
3310 IF M3 * Mc * G > M4 THEN 3640
3315 MM1 = M1 * COS(-A4 - ATN(X(5, 1) / Z(5, 1)))
3320 M5 = M1 * COS(-A4 - ATN(X(4, 1) / Z(4, 1))) - MM1
3330 O6 = SQR(2 * Mc * G * M5 / (Q5 + Mc * M1 * M1) + O5 * O5)
3340 M6 = X(5, 1)
3350 M7 = Z(5, 1)
3360 M8 = Z(5, 1) + C8
3370 M9 = C7 - X(5, 1)
3380 N1 = U: DD3 = (Q5 + Mc * M8 * M8 + Mc * M9 * M9)
3390 O7 = (Q5 + Mc * M7 * M8 - N1 * Mc * M9 * M9 - (1 + N1) * Mc * M6 * M9) * O6 /
DD3
3400 F5 = ATN(C5 / (Y(5, 6) - Y(5, 7)))
3410 A6 = ATN(TAN(A0) / SQR(1 + (TAN(F2 + F3 + F5)) ^ 2 / (COS(A0)) ^ 2))
3420 REM----TRANSFORMATION OF THE COORDINATES FROM THE POSITION 5
TO 6 ---
3430 FOR K = 1 TO 7 STEP 1
3440 X(6, K) = X(5, K) * COS(F5) + (Y(5, K) - Y(5, 6)) * SIN(F5)
3450 Y(6, K) = (Y(5, K) - Y(5, 6)) * COS(F5) - X(5, K) * SIN(F5)
3460 Z(6, K) = Z(5, K)
3470 NEXT K
3480 O8 = O7 * COS(-F5)
3490 N2 = ATN(X(6, 1) / Z(6, 1))
3500 N3 = SQR(X(6, 1) ^ 2 + Z(6, 1) ^ 2)
3510 Q6 = Q * (COS(F2 + F3 + F5)) ^ 2 + 3 * Q * (SIN(F2 + F3 + F5)) ^ 2
3520 IF -N2 > A6 THEN 3540
3530 GOTO 3580

```

```

3540 N4 = N3 * (1 - COS(-A6 - N2))
3550 N5 = (Q6 + Mc * N3 * N3) * O8 * O8 / 2
3560 P9 = (N4 * Mc * G - N5) / (N4 * Mc * G)
3570 IF N4 * Mc * G > N5 THEN 3640
3580 IF -N2 < A6 THEN 3610
3590 N6 = -N4
3600 O9 = SQR(2 * Mc * G * N6 / (Q6 + Mc * N3 * N3) + O8 * O8)
3610 GOSUB 3740
3620 GOSUB 4170
3630 GOTO 4330
3640 GOSUB 3740
3650 GOSUB 4240
3660 GOTO 4330
3670 REM
3680 IF Z(3, 7) > -.2 THEN 2060
3685 CLS : PRINT : PRINT : PRINT STRING$(80, 42): LOCATE 24, 30, 0
3690 PRINT " THE ENGINE BONNET TOUCHES THE GROUND BEFORE THE ROPS"
3695 LPRINT STRING$(80, 42)
3700 LPRINT "THE ENGINE BONNET TOUCHES THE GROUND BEFORE THE ROPS
"
3710 PRINT : PRINT " METHOD OF CALCULATION NOT FEASIBLE" : GOTO 3720
3715 CLS : PRINT : PRINT " METHOD OF CALCULATION NOT FEASIBLE"
3720 LPRINT "METHOD OF CALCULATION NOT FEASIBLE "
3725 LPRINT STRING$(80, 42)
3730 GOTO 4330
3740
                                                                 REM
*****
3750 CLS : LOCATE 13, 15, 0: PRINT "VELOCITY O0="
3755 LOCATE 13, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O0: LOCATE 13, 40, 0: PRINT "rad/s"
3760 LOCATE 14, 15, 0: PRINT "VELOCITY O1="
3765 LOCATE 14, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O1
3770 LOCATE 15, 15, 0: PRINT "VELOCITY O2="
3775 LOCATE 15, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O2
3780 LOCATE 16, 15, 0: PRINT "VELOCITY O3="
3785 LOCATE 16, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O3
3790 LOCATE 17, 15, 0: PRINT "VELOCITY O4="
3795 LOCATE 17, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O4
3800 LOCATE 18, 15, 0: PRINT "VELOCITY O5="
3805 LOCATE 18, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O5
3810 LOCATE 19, 15, 0: PRINT "VELOCITY O6="
3815 LOCATE 19, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O6
3820 LOCATE 20, 15, 0: PRINT "VELOCITY O7="
3825 LOCATE 20, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O7
3830 LOCATE 21, 15, 0: PRINT "VELOCITY O8="
3835 LOCATE 21, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O8
3840 LOCATE 22, 15, 0: PRINT "VELOCITY O9="
3845 LOCATE 22, 31, 0: PRINT USING "#.###"; O9
3850 LPRINT "VELOCITY O0=";
3860 LPRINT USING "#.###"; O0;
3870 LPRINT " rad/s";
3880 LPRINT TAB(40); "VELOCITY O1=";

```

```

3890 LPRINT USING "#.###"; O1;
3900 LPRINT " rad/s"
3910 LPRINT "VELOCITY O2=";
3920 LPRINT USING "#.###"; O2;
3930 LPRINT " rad/s";
3940 LPRINT TAB(40); "VELOCITY O3=";
3950 LPRINT USING "#.###"; O3;
3960 LPRINT " rad/s"
3970 LPRINT "VELOCITY O4=";
3980 LPRINT USING "#.###"; O4;
3990 LPRINT " rad/s";
4000 LPRINT TAB(40); "VELOCITY O5=";
4010 LPRINT USING "#.###"; O5;
4020 LPRINT " rad/s"
4030 LPRINT "VELOCITY O6=";
4040 LPRINT USING "#.###"; O6;
4050 LPRINT " rad/s";
4060 LPRINT TAB(40); "VELOCITY O7=";
4070 LPRINT USING "#.###"; O7;
4080 LPRINT " rad/s"
4090 LPRINT "VELOCITY O8=";
4100 LPRINT USING "#.###"; O8;
4110 LPRINT " rad/s";
4120 LPRINT TAB(40); "VELOCITY O9=";
4130 LPRINT USING "#.###"; O9;
4140 LPRINT " rad/s"
4150 LPRINT
4160 RETURN
4170 PRINT STRING$(80, 42)
4180 LOCATE 24, 30, 0: PRINT "THE TILTING CONTINUES"
4190 PRINT STRING$(80, 42)
4200 LPRINT STRING$(80, 42)
4210 LPRINT TAB(30); "THE TILTING CONTINUES"
4220 LPRINT STRING$(80, 42)
4230 RETURN
4240 PRINT STRING$(80, 42)
4250 LOCATE 24, 30, 0: PRINT "THE ROLLING STOPS"
4260 PRINT STRING$(80, 42)
4270 LPRINT STRING$(80, 42)
4280 LPRINT TAB(30); "THE ROLLING STOPS"
4290 LPRINT STRING$(80, 42)
4300 RETURN
4310                                                                 REM
*****
4320 REM-----END OF THE CALCULATION-----
4330 FOR I = 1 TO 5: LPRINT : NEXT: LPRINT " LOCATION : "; CAMPO$(6): LPRINT
4340 LPRINT " DATE : "; CAMPO$(7): LPRINT
4350 LPRINT ; " ENGINEER : "; CAMPO$(8): LPRINT
4360 FOR I = 1 TO 4: LPRINT : NEXT: PRINT
4370 INPUT " Do you wish to carry out another test ? (Y/N)"; Y$
4380 IF Y$ = "Y" OR Y$ = "y" THEN 190

```

```

4390 IF Y$ = "N" OR Y$ = "n" THEN SYSTEM
4400 LOCATE F(NC), C(NC) + L, 1: A$ = INKEY$: IF A$ = "" THEN GOTO 4400
4410 IF LEN(A$) > 1 THEN GOSUB 4570: GOTO 4400
4420 A = ASC(A$)
4430 IF A = 13 THEN L = 0: GOTO 4450
4440 GOTO 4470
4450 IF NC < 8 OR NC > 8 AND NC < 25 THEN NC = NC + 1: GOTO 4400
4460 GOTO 4840
4470 IF A > 31 AND A < 183 THEN GOTO 4490
4480 BEEP: GOTO 4400
4490 IF L = LON(NC) THEN BEEP: GOTO 4400
4500 LOCATE F(NC), C(NC) + L: PRINT A$;
4510 L = L + 1
4520 IF L = 1 THEN B$(NC) = A$: GOTO 4540
4530 B$(NC) = B$(NC) + A$
4540 IF LEN(C$(NC)) > 0 THEN C$(NC) = RIGHT$(CAMPOS$(NC), LEN(CAMPOS$(NC))
- L)
4550 CAMPOS$(NC) = B$(NC) + C$(NC)
4560 GOTO 4400
4570 REM * SLIDE
4580 IF LEN(A$) <> 2 THEN BEEP: RETURN
4590 C = ASC(RIGHT$(A$, 1))
4600 IF C = 8 THEN 4620
4610 GOTO 4650
4620 IF LEN(C$(NC)) > 0 THEN BEEP: RETURN
4630 IF L = 0 THEN BEEP: RETURN
4640 CAMPOS$(NC) = LEFT$(CAMPOS$(NC), LEN(CAMPOS$(NC)))
4645 L = L - 1: PRINT A$: RETURN
4650 IF C = 30 THEN 4670
4660 GOTO 4700
4670 IF NC = 1 THEN BEEP: RETURN
4680 NC = NC - 1: L = 0
4690 RETURN
4700 IF C = 31 THEN 4720
4710 GOTO 4760
4720 IF NC <> 8 THEN 4740
4730 BEEP: RETURN
4740 NC = NC + 1: L = 0
4750 RETURN
4760 IF C = 29 THEN 4780
4770 GOTO 4800
4780 IF L = 0 THEN BEEP: RETURN
4790 L = L - 1: C$(NC) = RIGHT$(CAMPOS$(NC), LEN(CAMPOS$(NC)) - (L + 1))
4795 B$(NC) = LEFT$(CAMPOS$(NC), L): LOCATE F(NC), C(NC) + L + 1: PRINT ""
4796 RETURN
4800 IF C = 28 THEN 4820
4810 GOTO 4400
4820 IF C$(NC) = "" THEN BEEP: RETURN
4830 L = L + 1: C$(NC) = RIGHT$(CAMPOS$(NC), LEN(CAMPOS$(NC)) - (L))
4835 B$(NC) = LEFT$(CAMPOS$(NC), L): LOCATE F(NC), C(NC) + L, 1: PRINT ""
4840 RETURN

```

```
4850 RETURN
4860 FOR II = 1 TO 7
4870 X(1, II) = 0: X(2, II) = 0: X(3, II) = 0
4875 X(4, II) = 0: X(5, II) = 0: X(6, II) = 0
4880 Y(1, II) = 0: Y(2, II) = 0: Y(3, II) = 0
4885 Y(4, II) = 0: Y(5, II) = 0: Y(6, II) = 0
4890 Z(1, II) = 0: Z(2, II) = 0: Z(3, II) = 0
4895 Z(4, II) = 0: Z(5, II) = 0: Z(6, II) = 0
4900 NEXT II
4910 RETURN
4920 REM * THE SYMBOLS USED HERE ARE THE SAME AS IN THE CODE 6.
```

ENSAIO n.º:

ESTRUTURA DE PROTEÇÃO MONTADA NA FRENTE

DO TRATOR DE VIA ESTREITA:

UNIDADES CARACTERÍSTICAS:

LINEAR (m): MASSA (kg):

MOMENTO DE INÉRCIA (kgm^2): ÂNGULO (radianos)

ALTURA DO CDG	H1 = 0,7620	DIST. H. CDG-EIXO TRASEIRO	L3 = 0,8970
DIST. H. CDG-EIXO DIANTEIRO	L2 = 1,1490	ALTURA PNEUS TRASEIROS	D3 = 1,2930
ALTURA PNEUS DIANTEIROS	D2 = 0,8800	ALTURA TOTAL (PT IMPACTO)	H6 = 2,1000
DIST. H. CDG-PT INTER. ANTERIOR	L6 = 0,2800	LARGURA ESTRUTURA PROTEÇÃO	B6 = 0,7780
ALTURA DO CAPÔ	H7 = 1,3370	LARGURA CAPÔ	B7 = 0,4900
DIST. H. CDG -ARESTA FRT CAPÔ	L7 = 1,6390	ALTURA PT ARTICUL. EIXO DIANTEIRO	H0 = 0,4450
VIA EIXO TRASEIRO	S = 1,1150	LARGURA PNEUS RODAS TRASEIRAS	B0 = 0,1950
ÂNG. OSCILAÇÃO EIXO DIANTEIRO	D0 = 0,1570	MASSA DO TRATOR	Mc = 2565,000
MOMENTO DE INÉRCIA	Q = 295,0000		

VELOCIDADE O0 = 3,881 rad/s
VELOCIDADE O2 = 1,057 rad/s
VELOCIDADE O4 = 0,731 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O1 = 1,078 rad/s
VELOCIDADE O3 = 2,134 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O0 = 3,881 rad/s
VELOCIDADE O2 = 1,057 rad/s
VELOCIDADE O4 = 1,130 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,810 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,587 rad/s

VELOCIDADE O1 = 1,078 rad/s
VELOCIDADE O3 = 2,134 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,993 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,629 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,219 rad/s

A INCLINAÇÃO CONTINUA

Localização:

Data:

Engenheiro:

Exemplo 6.1

A inclinação continua

ENSAIO n.º:

ESTRUTURA DE PROTEÇÃO MONTADA NA FRENTE

DO TRATOR DE VIA ESTREITA:

UNIDADES CARACTERÍSTICAS:

LINEAR (m): MASSA (kg):

MOMENTO DE INÉRCIA (kgm^2): ÂNGULO (radianos)

ALTURA DO CDG	H1 = 0,7653	DIST. H. CDG-EIXO TRASEIRO	L3 = 0,7970
H. DIST. CDG - EIXO DIANTEIRO	L2 = 1,1490	ALTURA PNEUS TRASEIROS	D3 = 1,4800
ALTURA PNEUS DIANTEIROS	D2 = 0,8800	ALTURA TOTAL (PT IMPACTO)	H6 = 2,1100
DIST. H. CDG-PT INTER. ANTERIOR	L6 = -0,0500	LARGURA ESTRUTURA PROTEÇÃO	B6 = 0,7000
ALTURA DO CAPÔ	H7 = 1,3700	LARGURA CAPÔ	B7 = 0,8000
DIST. H. CDG -ARESTA FRT CAPÔ	L7 = 1,6390	ALTURA PT ARTICUL. EIXO DIANTEIRO	H0 = 0,4450
VIA EIXO TRASEIRO	S = 1,1150	LARGURA PNEUS RODAS TRASEIRAS	B0 = 0,1950
ÂNG. OSCILAÇÃO EIXO DIANTEIRO	D0 = 0,1570	MASSA DO TRATOR	Mc = 1800,000
MOMENTO DE INÉRCIA	Q = 250,0000		

VELOCIDADE O0 = 3,840 rad/s
VELOCIDADE O2 = 0,268 rad/s
VELOCIDADE O4 = 0,672 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O1 = 0,281 rad/s
VELOCIDADE O3 = 1,586 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O0 = 3,840 rad/s
VELOCIDADE O2 = 0,268 rad/s
VELOCIDADE O4 = 0,867 rad/s
VELOCIDADE O6 = 1,218 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,898 rad/s

VELOCIDADE O1 = 0,281 rad/s
VELOCIDADE O3 = 1,586 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,755 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,969 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,000 rad/s

A CAPOTAGEM PARA

Localização:

Data:

Engenheiro:

Exemplo 6.2

A capotagem para

ENSAIO n.º:

ESTRUTURA DE PROTEÇÃO MONTADA NA FRENTE

DO TRATOR DE VIA ESTREITA:

UNIDADES CARACTERÍSTICAS:

LINEAR (m): MASSA (kg):

MOMENTO DE INÉRCIA (kgm^2): ÂNGULO (radianos)

ALTURA DO CDG	H1 = 0,7180	DIST. H. CDG-EIXO TRASEIRO	L3 = 0,8000
H. DIST. CDG - EIXO DIANTEIRO	L2 = 1,1590	ALTURA PNEUS TRASEIROS	D3 = 1,5200
ALTURA PNEUS DIANTEIROS	D2 = 0,7020	ALTURA TOTAL (PT IMPACTO)	H6 = 2,0040
DIST. H. CDG-PT INTER. ANTERIOR	L6 = -0,2000	LARGURA ESTRUTURA PROTEÇÃO	B6 = 0,6400
ALTURA DO CAPÔ	H7 = 1,2120	LARGURA CAPÔ	B7 = 0,3600
DIST. H. CDG -ARESTA FRT CAPÔ	L7 = 1,6390	ALTURA PT ARTICUL. EIXO DIANTEIRO	H0 = 0,4400
VIA EIXO TRASEIRO	S = 0,9000	LARGURA PNEUS RODAS TRASEIRAS	B0 = 0,3150
ÂNG. OSCILAÇÃO EIXO DIANTEIRO	D0 = 0,1740	MASSA DO TRATOR	Mc = 1780,000
MOMENTO DE INÉRCIA	Q = 279,8960		

VELOCIDADE O0 = 3,884 rad/s
VELOCIDADE O2 = 0,098 rad/s
VELOCIDADE O4 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O1 = 0,107 rad/s
VELOCIDADE O3 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O0 = 3,884 rad/s
VELOCIDADE O2 = 0,098 rad/s
VELOCIDADE O4 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O1 = 0,107 rad/s
VELOCIDADE O3 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,000 rad/s

A CAPOTAGEM PARA

Localização:

Data:

Engenheiro:

Exemplo 6.3

A capotagem para

ENSAIO n.º:

ESTRUTURA DE PROTEÇÃO MONTADA NA FRENTE

DO TRATOR DE VIA ESTREITA:

UNIDADES CARACTERÍSTICAS:

LINEAR (m): MASSA (kg):

MOMENTO DE INÉRCIA (kgm^2): ÂNGULO (radianos)

ALTURA DO CDG	H1 = 0,7180	DIST. H. CDG-EIXO TRASEIRO	L3 = 0,8110
H. DIST. CDG - EIXO DIANTEIRO	L2 = 1,1590	ALTURA PNEUS TRASEIROS	D3 = 1,2170
ALTURA PNEUS DIANTEIROS	D2 = 0,7020	ALTURA TOTAL (PT IMPACTO)	H6 = 2,1900
DIST. H. CDG-PT INTER. ANTERIOR	L6 = -0,3790	LARGURA ESTRUTURA PROTEÇÃO	B6 = 0,6400
ALTURA DO CAPÔ	H7 = 1,2120	LARGURA CAPÔ	B7 = 0,3600
DIST. H. CDG -ARESTA FRT CAPÔ	L7 = 1,6390	ALTURA PT ARTICUL. EIXO DIANTEIRO	H0 = 0,4400
VIA EIXO TRASEIRO	S = 0,9000	LARGURA PNEUS RODAS TRASEIRAS	B0 = 0,3150
ÂNG. OSCILAÇÃO EIXO DIANTEIRO	D0 = 0,1740	MASSA DO TRATOR	Mc = 1780,000
MOMENTO DE INÉRCIA	Q = 279,8960		

VELOCIDADE O0 = 3,884 rad/s
VELOCIDADE O2 = 1,488 rad/s
VELOCIDADE O4 = 0,405 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O1 = 1,540 rad/s
VELOCIDADE O3 = 2,162 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O0 = 3,884 rad/s
VELOCIDADE O2 = 1,488 rad/s
VELOCIDADE O4 = 0,414 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O1 = 1,540 rad/s
VELOCIDADE O3 = 2,162 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,289 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,000 rad/s

A CAPOTAGEM PARA

Localização:

Data:

Engenheiro:

Exemplo 6.4

A capotagem para

ENSAIO n.º:

ESTRUTURA DE PROTEÇÃO MONTADA NA FRENTE

DO TRATOR DE VIA ESTREITA:

UNIDADES CARACTERÍSTICAS:

LINEAR (m): MASSA (kg):

MOMENTO DE INÉRCIA (kgm^2): ÂNGULO (radianos)

ALTURA DO CDG	H1 = 0,7660	DIST. H. CDG-EIXO TRASEIRO	L3 = 0,7970
H. DIST. CDG - EIXO DIANTEIRO	L2 = 1,1490	ALTURA PNEUS TRASEIROS	D3 = 1,4800
ALTURA PNEUS DIANTEIROS	D2 = 0,8800	ALTURA TOTAL (PT IMPACTO)	H6 = 2,1100
DIST. H. CDG-PT INTER. ANTERIOR	L6 = -0,2000	LARGURA ESTRUTURA PROTEÇÃO	B6 = 0,7000
ALTURA DO CAPÔ	H7 = 1,3700	LARGURA CAPÔ	B7 = 0,8000
DIST. H. CDG -ARESTA FRT CAPÔ	L7 = 1,6390	ALTURA PT ARTICUL. EIXO DIANTEIRO	H0 = 0,4450
VIA EIXO TRASEIRO	S = 1,1150	LARGURA PNEUS RODAS TRASEIRAS	B0 = 0,9100
ÂNG. OSCILAÇÃO EIXO DIANTEIRO	D0 = 0,1570	MASSA DO TRATOR	Mc = 1800,000
MOMENTO DE INÉRCIA	Q = 250,0000		

VELOCIDADE O0 = 2,735 rad/s
VELOCIDADE O2 = 1,212 rad/s
VELOCIDADE O4 = 1,337 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O1 = 1,271 rad/s
VELOCIDADE O3 = 2,810 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,000 rad/s

A INCLINAÇÃO CONTINUA

Localização:

Data:

Engenheiro:

Exemplo 6.5

A inclinação continua

ENSAIO n.º:

ESTRUTURA DE PROTEÇÃO MONTADA NA FRENTE

DO TRATOR DE VIA ESTREITA:

UNIDADES CARACTERÍSTICAS:

LINEAR (m): MASSA (kg):

MOMENTO DE INÉRCIA (kgm^2): ÂNGULO (radianos)

ALTURA DO CDG	H1 = 0,7653	DIST. H. CDG-EIXO TRASEIRO	L3 = 0,7970
H. DIST. CDG - EIXO DIANTEIRO	L2 = 1,1490	ALTURA PNEUS TRASEIROS	D3 = 1,2930
ALTURA PNEUS DIANTEIROS	D2 = 0,8800	ALTURA TOTAL (PT IMPACTO)	H6 = 1,9600
DIST. H. CDG-PT INTER. ANTERIOR	L6 = -0,4000	LARGURA ESTRUTURA PROTEÇÃO	B6 = 0,7000
ALTURA DO CAPÔ	H7 = 1,3700	LARGURA CAPÔ	B7 = 0,8750
DIST. H. CDG -ARESTA FRT CAPÔ	L7 = 1,6390	ALTURA PT ARTICUL. EIXO DIANTEIRO	H0 = 0,4450
VIA EIXO TRASEIRO	S = 1,1150	LARGURA PNEUS RODAS TRASEIRAS	B0 = 0,1950
ÂNG. OSCILAÇÃO EIXO DIANTEIRO	D0 = 0,1570	MASSA DO TRATOR	Mc = 1800,000
MOMENTO DE INÉRCIA	Q = 275,0000		

VELOCIDADE O0 = 3,815 rad/s
VELOCIDADE O2 = 1,105 rad/s
VELOCIDADE O4 = 0,786 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O1 = 1,130 rad/s
VELOCIDADE O3 = 2,196 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O0 = 3,815 rad/s
VELOCIDADE O2 = 1,105 rad/s
VELOCIDADE O4 = 0,980 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O1 = 1,130 rad/s
VELOCIDADE O3 = 2,196 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,675 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,548 rad/s

A INCLINAÇÃO CONTINUA

Localização:

Data:

Engenheiro:

Exemplo 6.6

A inclinação continua

ENSAIO n.º:

ESTRUTURA DE PROTEÇÃO MONTADA NA FRENTE

DO TRATOR DE VIA ESTREITA:

UNIDADES CARACTERÍSTICAS:

LINEAR (m): MASSA (kg):

MOMENTO DE INÉRCIA (kgm^2): ÂNGULO (radianos)

ALTURA DO CDG	H1 = 0,7620	DIST. H. CDG-EIXO TRASEIRO	L3 = 0,7970
H. DIST. CDG - EIXO DIANTEIRO	L2 = 1,1490	ALTURA PNEUS TRASEIROS	D3 = 1,5500
ALTURA PNEUS DIANTEIROS	D2 = 0,8800	ALTURA TOTAL (PT IMPACTO)	H6 = 2,1000
DIST. H. CDG-PT INTER. ANTERIOR	L6 = -0,4780	LARGURA ESTRUTURA PROTEÇÃO	B6 = 0,7780
ALTURA DO CAPÔ	H7 = 1,5500	LARGURA CAPÔ	B7 = 0,9500
DIST. H. CDG -ARESTA FRT CAPÔ	L7 = 1,6390	ALTURA PT ARTICUL. EIXO DIANTEIRO	H0 = 0,4450
VIA EIXO TRASEIRO	S = 1,1150	LARGURA PNEUS RODAS TRASEIRAS	B0 = 0,1950
ÂNG. OSCILAÇÃO EIXO DIANTEIRO	D0 = 0,1570	MASSA DO TRATOR	Mc = 1800,000
MOMENTO DE INÉRCIA	Q = 200,0000		

**O CAPÔ DO MOTOR TOCA NO SOLO ANTES DA ROPS
MÉTODO DE CÁLCULO NÃO VIÁVEL**

Localização:

Data:

Engenheiro:

Exemplo 6.7

Método de cálculo não viável

ENSAIO n.º:

ESTRUTURA DE PROTEÇÃO MONTADA NA FRENTE

DO TRATOR DE VIA ESTREITA:

UNIDADES CARACTERÍSTICAS:

LINEAR (m): MASSA (kg):

MOMENTO DE INÉRCIA (kgm^2): ÂNGULO (radianos)

ALTURA DO CDG	H1 = 0,7180	DIST. H. CDG-EIXO TRASEIRO	L3 = 0,8110
H. DIST. CGD - EIXO DIANTEIRO	L2 = 1,1590	ALTURA PNEUS TRASEIROS	D3 = 1,2170
ALTURA PNEUS DIANTEIROS	D2 = 0,7020	ALTURA TOTAL (PT IMPACTO)	H6 = 2,0040
DIST. H. CDG-PT INTER. ANTERIOR	L6 = -0,3790	LARGURA ESTRUTURA PROTEÇÃO	B6 = 0,6400
ALTURA DO CAPÔ	H7 = 1,2120	LARGURA CAPÔ	B7 = 0,3600
DIST. H. CDG -ARESTA FRT CAPÔ	L7 = 1,6390	ALTURA PT ARTICUL. EIXO DIANTEIRO	H0 = 0,4400
VIA EIXO TRASEIRO	S = 0,9000	LARGURA PNEUS RODAS TRASEIRAS	B0 = 0,3150
ÂNG. OSCILAÇÃO EIXO DIANTEIRO	D0 = 0,1740	MASSA DO TRATOR	Mc = 1780,000
MOMENTO DE INÉRCIA	Q = 279,8960		

VELOCIDADE O0 = 3,884 rad/s
VELOCIDADE O2 = 1,488 rad/s
VELOCIDADE O4 = 0,581 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O1 = 1,540 rad/s
VELOCIDADE O3 = 2,313 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O0 = 3,884 rad/s
VELOCIDADE O2 = 1,488 rad/s
VELOCIDADE O4 = 0,633 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O1 = 1,540 rad/s
VELOCIDADE O3 = 2,313 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,373 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,000 rad/s

A CAPOTAGEM PARA

Localização:

Data:

Engenheiro:

Exemplo 6.8

A capotagem para

ENSAIO n.º:

ESTRUTURA DE PROTEÇÃO MONTADA NA FRENTE

DO TRATOR DE VIA ESTREITA:

UNIDADES CARACTERÍSTICAS:

LINEAR (m): MASSA (kg):

MOMENTO DE INÉRCIA (kgm^2): ÂNGULO (radianos)

ALTURA DO CDG	H1 = 0,7620	DIST. H. CDG-EIXO TRASEIRO	L3 = 0,7970
H. DIST. CGD - EIXO DIANTEIRO	L2 = 1,1490	ALTURA PNEUS TRASEIROS	D3 = 1,2930
ALTURA PNEUS DIANTEIROS	D2 = 0,8800	ALTURA TOTAL (PT IMPACTO)	H6 = 1,9670
DIST. H. CDG-PT INTER. ANTERIOR	L6 = -0,3000	LARGURA ESTRUTURA PROTEÇÃO	B6 = 0,7700
ALTURA DO CAPÔ	H7 = 1,3500	LARGURA CAPÔ	B7 = 0,9500
DIST. H. CDG -ARESTA FRT CAPÔ	L7 = 1,6390	ALTURA PT ARTICUL. EIXO DIANTEIRO	H0 = 0,4450
VIA EIXO TRASEIRO	S = 1,1150	LARGURA PNEUS RODAS TRASEIRAS	B0 = 0,1950
ÂNG. OSCILAÇÃO EIXO DIANTEIRO	D0 = 0,1570	MASSA DO TRATOR	Mc = 1800,000
MOMENTO DE INÉRCIA	Q = 300,0000		

VELOCIDADE O0 = 3,790 rad/s
VELOCIDADE O2 = 1,133 rad/s
VELOCIDADE O4 = 0,801 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O1 = 1,159 rad/s
VELOCIDADE O3 = 2,118 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O0 = 3,790 rad/s
VELOCIDADE O2 = 1,133 rad/s
VELOCIDADE O4 = 0,856 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O1 = 1,159 rad/s
VELOCIDADE O3 = 2,118 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,562 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,205 rad/s

A INCLINAÇÃO CONTINUA

Localização:

Data:

Engenheiro:

Exemplo 6.9

A inclinação continua

ENSAIO n.º:

ESTRUTURA DE PROTEÇÃO MONTADA NA FRENTE

DO TRATOR DE VIA ESTREITA:

UNIDADES CARACTERÍSTICAS:

LINEAR (m): MASSA (kg):

MOMENTO DE INÉRCIA (kgm^2): ÂNGULO (radianos)

ALTURA DO CDG	H1 = 0,7653	DIST. H. CDG-EIXO TRASEIRO	L3 = 0,7970
H. DIST. CGD - EIXO DIANTEIRO	L2 = 1,1490	ALTURA PNEUS TRASEIROS	D3 = 1,3800
ALTURA PNEUS DIANTEIROS	D2 = 0,8800	ALTURA TOTAL (PT IMPACTO)	H6 = 1,9600
DIST. H. CDG-PT INTER. ANTERIOR	L6 = -0,3000	LARGURA ESTRUTURA PROTEÇÃO	B6 = 0,7000
ALTURA DO CAPÔ	H7 = 1,3700	LARGURA CAPÔ	B7 = 0,8900
DIST. H. CDG -ARESTA FRT CAPÔ	L7 = 1,6390	ALTURA PT ARTICUL. EIXO DIANTEIRO	H0 = 0,4450
VIA EIXO TRASEIRO	S = 1,1150	LARGURA PNEUS RODAS TRASEIRAS	B0 = 0,1950
ÂNG. OSCILAÇÃO EIXO DIANTEIRO	D0 = 0,1570	MASSA DO TRATOR	Mc = 1800,000
MOMENTO DE INÉRCIA	Q = 275,0000		

VELOCIDADE O0 = 3,815 rad/s
VELOCIDADE O2 = 0,724 rad/s
VELOCIDADE O4 = 0,808 rad/s
VELOCIDADE O6 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O8 = 0,000 rad/s

VELOCIDADE O1 = 0,748 rad/s
VELOCIDADE O3 = 1,956 rad/s
VELOCIDADE O5 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O7 = 0,000 rad/s
VELOCIDADE O9 = 0,407 rad/s

A INCLINAÇÃO CONTINUA

Localização:

Data:

Engenheiro:

Exemplo 6.10

A inclinação continua

ENSAIO n.º:

ESTRUTURA DE PROTEÇÃO MONTADA NA FRENTE

DO TRATOR DE VIA ESTREITA:

UNIDADES CARACTERÍSTICAS:

LINEAR (m): MASSA (kg):

MOMENTO DE INÉRCIA (kgm^2): ÂNGULO (radianos)

ALTURA DO CDG	H1 = 0,7653	DIST. H. CDG-EIXO TRASEIRO	L3 = 0,7970
H. DIST. CGD - EIXO DIANTEIRO	L2 = 1,1490	ALTURA PNEUS TRASEIROS	D3 = 1,4800
ALTURA PNEUS DIANTEIROS	D2 = 0,9000	ALTURA TOTAL (PT IMPACTO)	H6 = 1,9600
DIST. H. CDG-PT INTER. ANTERIOR	L6 = -0,4000	LARGURA ESTRUTURA PROTEÇÃO	B6 = 0,7000
ALTURA DO CAPÔ	H7 = 1,3700	LARGURA CAPÔ	B7 = 0,8000
DIST. H. CDG -ARESTA FRT CAPÔ	L7 = 1,6390	ALTURA PT ARTICUL. EIXO DIANTEIRO	H0 = 0,4450
VIA EIXO TRASEIRO	S = 1,1150	LARGURA PNEUS RODAS TRASEIRAS	B0 = 0,1950
ÂNG. OSCILAÇÃO EIXO DIANTEIRO	D0 = 0,1570	MASSA DO TRATOR	Mc = 1800,000
MOMENTO DE INÉRCIA	Q = 250,0000		

VELOCIDADE O0 = 3,840
VELOCIDADE O2 = 0,235
VELOCIDADE O4 = 0,000
VELOCIDADE O6 = 0,000
VELOCIDADE O8 = 0,000

VELOCIDADE O1 = 0,246
VELOCIDADE O3 = 0,000
VELOCIDADE O5 = 0,000
VELOCIDADE O7 = 0,000
VELOCIDADE O9 = 0,000

VELOCIDADE O0 = 3,840
VELOCIDADE O2 = 0,235
VELOCIDADE O4 = 0,000
VELOCIDADE O6 = 0,000
VELOCIDADE O8 = 0,000

VELOCIDADE O1 = 0,246
VELOCIDADE O3 = 0,000
VELOCIDADE O5 = 0,000
VELOCIDADE O7 = 0,000
VELOCIDADE O9 = 0,000

A CAPOTAGEM PARA

Localização:

Data:

Engenheiro:

Exemplo 6.11

A capotagem para

Notas explicativas do anexo IX

- 1) À exceção da numeração das partes B2 e B3, que foi harmonizada com a totalidade do anexo, o texto dos requisitos e a numeração constantes do ponto B são idênticos ao texto e à numeração do código da OCDE normalizado para o ensaio oficial de estruturas de proteção montadas à retaguarda em tratores agrícolas e florestais com rodas de via estreita, Código OCDE 6, edição 2015, de julho de 2014.
- 2) Recorda-se aos utilizadores que o ponto índice do banco é determinado de acordo com a norma ISO 5353 e é um ponto fixo em relação ao trator que não se move quando o banco é regulado fora da posição média. Para efeitos da determinação da zona livre, o banco é colocado na posição recuada mais alta.
- 3) O programa e os exemplos estão disponíveis no sítio web da OCDE.
- 4) Deformação permanente + elástica medidas no ponto em que o nível de energia exigido é obtido.

ANEXO X

Requisitos aplicáveis às estruturas de proteção em caso de capotagem (estruturas de proteção em caso de capotagem montadas na retaguarda em tratores de via estreita)

A. Disposições gerais

1. Os requisitos da União aplicáveis às estruturas de proteção em caso de capotagem (montadas na retaguarda de tratores de via estreita) são enunciados no ponto B.
2. Os ensaios podem ser realizados em conformidade com o procedimento estático ou o procedimento dinâmico, de acordo com o enunciado nas partes B1 e B2. Os dois métodos são considerados equivalentes.

B. Requisitos aplicáveis às estruturas de proteção em caso de capotagem (montadas na retaguarda de tratores de via estreita)⁽¹⁾

1. DEFINIÇÕES

1.1. [Não aplicável]

1.2. *Estrutura de proteção em caso de capotagem (ROPS)*

Por estrutura de proteção em caso de capotagem (cabina ou quadro de proteção), adiante designada por «estrutura de proteção», entende-se as estruturas montadas num trator com o objetivo principal de evitar ou de limitar os riscos para o condutor em caso de capotagem do trator durante a sua utilização normal.

A estrutura de proteção em caso de capotagem é caracterizada pela preservação de uma zona livre suficientemente grande para proteger o condutor sentado no interior da estrutura ou num espaço delimitado por uma série de linhas retas ligando os bordos exteriores da estrutura a qualquer parte do trator que possa entrar em contacto com o solo plano e que seja capaz de manter o trator nessa posição se o trator capotar.

1.3. *Via*

1.3.1. Definição preliminar: plano médio da roda ou da lagarta.

O plano médio da roda é equidistante dos dois planos que passam pela periferia das jantes ou lagartas nos seus bordos exteriores.

1.3.2. Definição de via

O plano vertical que passa pelo eixo da roda intersesta o seu plano médio ao longo de uma linha reta que intersesta a superfície de apoio num ponto. Se **A** e **B** forem os dois pontos assim definidos para as rodas no mesmo eixo do trator, então a largura da via é a distância entre os pontos **A** e **B**. A via pode assim ser definida para as rodas dianteiras e traseiras. Se existirem rodados duplos, a via é a distância entre dois planos, sendo cada um o plano médio de cada par de rodas. No caso dos tratores de lagartas, a via é a distância entre os planos médios das lagartas.

1.3.3. Definição adicional: plano médio do trator

Consideram-se as posições extremas dos pontos **A** e **B**, correspondendo ao valor máximo possível para a via, no caso do eixo traseiro. O plano vertical perpendicular ao segmento

AB no seu ponto central é o plano médio do trator.

1.4. *Distância entre eixos*

A distância entre os planos verticais que passam pelos dois segmentos **AB** anteriormente definidos, correspondendo um às rodas dianteiras e o outro às rodas traseiras.

1.5. *Determinação do ponto índice do banco; Localização e regulação do banco para os ensaios*

1.5.1. Ponto índice do banco (SIP)⁽²⁾

O ponto índice do banco é determinado em conformidade com a norma ISO 5353:1995

1.5.2. Localização e regulação do banco para os ensaios

1.5.2.1. Se o banco for regulável, deve ser colocado na posição mais alta e mais recuada;

1.5.2.2. Se a inclinação do encosto do banco for regulável, deve ser colocada na posição média;

1.5.2.3. Se o banco dispuser de um sistema de suspensão, este deverá ser bloqueado na posição média, salvo instruções em contrário claramente especificadas pelo fabricante do banco;

1.5.2.4. Se a posição do banco for regulável apenas em comprimento e em altura, o eixo longitudinal que passa pelo ponto índice do banco deve ser paralelo ao plano longitudinal vertical do trator que passa pelo centro do volante, sendo autorizado um desvio lateral não superior a 100 mm;

1.6. *Zona livre*

1.6.1. Plano de referência

A zona livre está ilustrada nas figuras 7.1 e 7.2. A zona é definida em relação ao plano de referência e ao ponto índice do banco. O plano de referência é um plano vertical, geralmente longitudinal ao trator e passando pelo ponto índice do banco e pelo centro do volante. Normalmente, o plano de referência coincide com o plano longitudinal médio do trator. Considera-se que este plano de referência se desloca horizontalmente com o banco e o volante durante a aplicação da carga, mas se mantém perpendicular ao trator ou à base da estrutura de proteção em caso de capotagem. A zona livre é definida com base nos pontos 1.6.2 e 1.6.3.

1.6.2. Determinação da zona livre para tratores com um banco não reversível

A zona livre para tratores com um banco não reversível é definida nos pontos 1.6.2.1 a 1.6.2.13 e é delimitada pelos planos seguintes, sendo que o trator deve estar colocado numa superfície horizontal, o banco regulado na posição definida nos pontos 1.5.2.1 a 1.5.2.4⁽²⁾, e o volante, se regulável, regulado na posição média para condução sentada:

1.6.2.1. Um plano horizontal **A₁ B₁ B₂ A₂**, $(810 + a_v)$ mm acima do ponto índice do banco com a linha **B₁B₂** situada $(a_h - 10)$ mm atrás do SIP;

1.6.2.2. Um plano inclinado **H₁ H₂ G₂ G₁**, perpendicular ao plano de referência, compreendendo um ponto 150 mm atrás da linha **B₁B₂** e o ponto mais recuado do encosto do banco;

1.6.2.3. Uma superfície cilíndrica **A₁ A₂ H₂ H₁** perpendicular ao plano de referência, com um raio de 120 mm, tangente aos planos definidos em 1.6.2.1 e 1.6.2.2;

- 1.6.2.4. Uma superfície cilíndrica, $B_1 C_1 C_2 B_2$, perpendicular ao plano de referência, com um raio de 900 mm prolongando-se 400 mm para a frente e tangente ao plano definido em 1.6.2.1 ao longo da linha $B_1 B_2$;
- 1.6.2.5. um plano inclinado, $C_1 D_1 D_2 C_2$, perpendicular ao plano de referência, contíguo à superfície definida em 1.6.2.4 e que passa a 40 mm do bordo exterior dianteiro do volante. No caso de um volante sobrelevado, este plano prolonga-se para a frente a partir da linha $B_1 B_2$ tangencialmente à superfície definida em 1.6.2.4;
- 1.6.2.6. Um plano vertical, $D_1 K_1 E_1 E_2 K_2 D_2$ perpendicular ao plano de referência 40 mm para a frente do bordo exterior do volante;
- 1.6.2.7. Um plano horizontal $E_1 F_1 P_1 N_1 N_2 P_2 F_2 E_2$ que passa por um ponto $(90 - a_v)$ mm abaixo do ponto índice do banco;
- 1.6.2.8. Uma superfície $G_1 L_1 M_1 N_1 N_2 M_2 L_2 G_2$, se necessário curva a partir do limite inferior do plano definido em 1.6.2.2 até ao plano horizontal definido em 1.6.2.7, perpendicular ao plano de referência, e em contacto com o encosto do banco ao longo de todo o seu comprimento;
- 1.6.2.9. Dois planos verticais $K_1 I_1 F_1 E_1$ e $K_2 I_2 F_2 E_2$ paralelos ao plano de referência, a 250 mm de cada lado do plano de referência, e delimitados no topo a 300 mm acima do plano definido em 1.6.2.7;
- 1.6.2.10. Dois planos inclinados e paralelos $A_1 B_1 C_1 D_1 K_1 I_1 L_1 G_1 H_1$ e $A_2 B_2 C_2 D_2 K_2 I_2 L_2 G_2 H_2$ estendendo-se do bordo superior dos planos definidos em 1.6.2.9 até ao plano horizontal definido em 1.6.2.1, pelo menos a 100 mm do plano de referência no lado em que a carga é aplicada;
- 1.6.2.11. Duas partes dos planos verticais $Q_1 P_1 N_1 M_1$ e $Q_2 P_2 N_2 M_2$ paralelos ao plano de referência, a 200 mm de cada lado do plano de referência, e delimitados no topo a 300 mm acima do plano horizontal definido em 1.6.2.7
- 1.6.2.12. Duas partes – $I_1 Q_1 P_1 F_1$ e $I_2 Q_2 P_2 F_2$ – de um plano vertical, perpendicular ao plano de referência e que passa $(210 - a_h)$ mm à frente do SIP;
- 1.6.2.13. Duas partes – $I_1 Q_1 M_1 L_1$ e $I_2 Q_2 M_2 L_2$ – do plano horizontal que passa 300 mm acima do plano definido no ponto 1.6.2.7.
- 1.6.3. Determinação da zona livre para tratores com uma posição de condução reversível
- Para tratores com uma posição de condução reversível (banco e volante reversíveis), a zona livre corresponde à envolvente das duas zonas livres definidas pelas duas posições diferentes do volante e do banco.
- 1.6.3.1. Se a estrutura de proteção for do tipo com dois montantes à retaguarda, para cada posição do volante e do banco, a zona livre deve ser definida com base, respetivamente, nos pontos 1.6.1 e 1.6.2 para a posição do condutor na posição normal e com base nos pontos 1.6.1 e 1.6.2 do anexo IX para a posição do condutor na posição invertida (ver figura 7.2.a).
- 1.6.3.2. Se a estrutura de proteção for de outro tipo, para cada posição do volante e do banco, a zona livre é definida com base nos pontos 1.6.1 e 1.6.2 do presente anexo (ver figura 7.2.b).

1.9. *Símbolos*

a_h	(mm)	Metade da regulação horizontal do banco
a_v	(mm)	Metade da regulação vertical do banco
B	(mm)	Largura mínima total do trator;
B_6	(mm)	Largura exterior máxima da estrutura de proteção;
D	(mm)	Deformação da estrutura no ponto de impacto (ensaios dinâmicos) ou no ponto e no eixo de aplicação da carga (ensaios estáticos);
D'	(mm)	Deformação da estrutura para a energia calculada requerida;
E_a	(J)	Energia de deformação absorvida no ponto em que a carga é retirada. Área contida sob a curva F-D ;
E_i	(J)	Energia de deformação absorvida. Área sob a curva F-D ;
E'_i	(J)	Energia de deformação absorvida após aplicação de carga adicional na sequência de uma fratura ou fissura;
E''_i	(J)	Energia de deformação absorvida durante o ensaio de sobrecarga no caso de a carga ter sido retirada antes do início do ensaio de sobrecarga. Área sob a curva F-D ;
E_{il}	(J)	Entrada de energia que deve ser absorvida durante a aplicação da carga longitudinal.
E_{is}	(J)	Entrada de energia que deve ser absorvida durante a aplicação da carga lateral;
F	(N)	Força da carga estática;
F'	(N)	Carga para a energia calculada requerida, correspondente a E'_i ;
F-D		Diagrama força/deformação;
F_{max}	(N)	Carga estática máxima que intervém durante a aplicação da carga, excluindo a sobrecarga;
F_v	(N)	Força de esmagamento vertical;
H	(mm)	Altura de queda do bloco pendular (ensaios dinâmicos);
H'	(mm)	Altura de queda do bloco pendular para o ensaio adicional (ensaios dinâmicos);
I	(kgm ²)	Momento de inércia de referência do trator em relação ao eixo das rodas traseiras, qualquer que seja a massa destas rodas;
L	(mm)	Distância entre eixos de referência do trator;
M	(kg)	Massa de referência do trator durante os ensaios de resistência.

2. **ÂMBITO DE APLICAÇÃO**

- 2.1. O presente anexo é aplicável aos tratores que comportam pelo menos dois eixos equipados de rodas com pneus ou de lagartas em vez de rodas e com as seguintes características:
 - 2.1.1. Distância ao solo dos pontos mais baixos dos eixos dianteiro e traseiro não superior a 600 mm, tendo em conta o diferencial;
 - 2.1.2. Via mínima fixa ou regulável do eixo equipado com pneus de maiores dimensões inferior a 1 150 mm. Supondo que o eixo equipado com pneus mais largos se encontra regulado para uma via de, no máximo, 1 150 mm, a via do outro eixo deve poder regular-se de modo a que os bordos exteriores dos pneus mais estreitos não ultrapassem os bordos exteriores dos pneus do outro eixo. Sempre que os dois eixos estejam equipados de jantes e pneus das mesmas dimensões, a via fixa ou regulável dos dois eixos deve ser inferior a 1 150 mm;

- 2.1.3. Massa superior a 400 kg, sem carga, mas incluindo a estrutura de proteção contra a capotagem e os pneus da maior dimensão recomendada pelo fabricante. No caso de tratores com uma posição de condução reversível (banco e volante reversíveis), a massa sem carga deve ser inferior a 3 500 kg e a massa máxima admissível não deve exceder 5 250 kg. Para todos os tratores, a relação de massas (*massa máxima admissível/massa de referência*) não deve ser superior a 1,75.
- 2.1.4. Estrutura de proteção em caso de capotagem do tipo de arco de segurança, quadro ou de cabina, montada parcial ou totalmente atrás do ponto índice do banco e tendo uma zona livre cujo limite superior se situa a $810 + a_v$) mm acima do ponto índice do banco a fim de prever um espaço suficientemente grande e desobstruído para a proteção do condutor.
- 2.2. Reconhece-se que podem existir modelos de tratores, por exemplo, máquinas florestais especiais, como os tratores-carregadores e rechegadores, aos quais o presente anexo não se aplica.

B1 PROCEDIMENTO DE ENSAIO ESTÁTICO

3. REGRAS E INSTRUÇÕES

3.1. Condições dos ensaios de resistência das estruturas de proteção e da sua fixação ao trator

3.1.1. Requisitos gerais

3.1.1.1. Finalidade dos ensaios

Os ensaios efetuados com o auxílio de dispositivos especiais destinam-se a simular as cargas sofridas pela estrutura de proteção em caso de capotagem do trator. Estes ensaios permitem observar a resistência da estrutura de proteção e das suas fixações ao trator, bem como de todas as partes do trator que transmitem a carga de ensaio.

3.1.1.2. Métodos de ensaio

Os ensaios podem ser realizados em conformidade com o procedimento estático ou com o método dinâmico (ver anexo II). Os dois métodos são considerados equivalentes.

3.1.1.3. Disposições gerais aplicáveis à preparação dos ensaios

3.1.1.3.1. A estrutura de proteção deve estar conforme às especificações da produção em série. Deve ser fixada a um dos tratores para que foi concebido em conformidade com o método indicado pelo fabricante.

Nota: Num ensaio de resistência estático, não é necessário dispor de um trator completo; todavia, a estrutura de proteção e as partes do trator às quais este dispositivo está fixado devem constituir uma instalação operacional, adiante designada por «conjunto».

3.1.1.3.2. Tanto no ensaio estático como no ensaio dinâmico, o trator (ou o conjunto) deve estar equipado com todos os elementos de produção em série suscetíveis de ter influência sobre a resistência da estrutura de proteção ou que possam ser necessários ao ensaio de resistência.

Os elementos que possam acarretar riscos na zona livre devem igualmente estar presentes no trator (ou no conjunto) para que se possa verificar se estão reunidas as condições de aceitação exigidas em 3.1.3. Todos os elementos do trator ou da estrutura de proteção,

incluindo para proteção contra intempéries, devem ser fornecidos ou descritos em desenhos.

3.1.1.3.3. Nos ensaios de resistência, é necessário retirar todos os painéis e elementos amovíveis não estruturais, de modo a que não possam contribuir para reforçar a estrutura de proteção.

3.1.1.3.4. A via deve estar regulada de tal forma que, na medida do possível, a estrutura de proteção, durante os ensaios de resistência, não seja suportada pelos pneus ou pelas lagartas. Se estes ensaios forem realizados de acordo com o procedimento estático, as rodas ou as lagartas podem ser retiradas.

3.1.2. Ensaios

3.1.2.1. Sequência dos ensaios de acordo com o procedimento estático

A sequência de ensaios, sem prejuízo dos ensaios adicionais mencionados nos pontos 3.2.1.6 e 3.2.1.7, é a seguinte:

1) aplicação de carga na retaguarda da estrutura

(ver 3.2.1.1);

2) ensaio de esmagamento à retaguarda

(ver 3.2.1.4);

3) aplicação de carga na parte frontal da estrutura

(ver 3.2.1.2);

4) aplicação de carga na parte lateral da estrutura

(ver 3.2.1.3);

5) esmagamento na parte frontal da estrutura

(ver 3.2.1.5).

3.1.2.2. Requisitos gerais

3.1.2.2.1. Se, durante o ensaio, algum elemento do dispositivo de fixação do trator se deslocar ou partir, o ensaio deve ser recomeçado.

3.1.2.2.2. Não se admitem reparações nem regulações do trator ou da estrutura de proteção durante os ensaios.

3.1.2.2.3. Durante o ensaio, o trator deve estar destravado e a transmissão em ponto morto.

- 3.1.2.2.4. Se o trator estiver equipado com um sistema de suspensão entre o quadro e as rodas, tal sistema deve estar bloqueado durante os ensaios.
- 3.1.2.2.5. O lado escolhido para a primeira carga na retaguarda da estrutura dever ser aquele que, segundo as autoridades responsáveis pelos ensaios, resultar da aplicação da série de cargas nas condições mais desfavoráveis para a estrutura. A carga lateral e a carga à retaguarda devem ser aplicadas nos dois lados do plano longitudinal médio da estrutura de proteção. A carga frontal deve ser aplicada do mesmo lado do plano longitudinal médio da estrutura de proteção que a carga lateral.
- 3.1.3. Condições de aceitação
 - 3.1.3.1. Considera-se que uma estrutura de proteção cumpre os requisitos de resistência se reunir as seguintes condições:
 - 3.1.3.1.1. Durante o ensaio estático, no momento em que for atingida a energia requerida em cada ensaio de carga horizontal prescrito ou no ensaio de sobrecarga, a força deve ser superior a $0,8 F$;
 - 3.1.3.1.2. Se, durante um ensaio estático, aparecerem fraturas ou fissuras em consequência da aplicação da força de esmagamento, deve realizar-se um ensaio de esmagamento adicional, tal como definido em 3.2.1.7, imediatamente após o ensaio de esmagamento que provocou as fraturas ou fissuras;
 - 3.1.3.1.3. Durante os ensaios que não o ensaio de sobrecarga, nenhuma parte da estrutura de proteção deve penetrar na zona livre, tal como definida no ponto 1.6;
 - 3.1.3.1.4. Durante os ensaios que não o ensaio de sobrecarga, todas as partes da zona livre devem estar protegidas pela estrutura, em conformidade com o ponto 3.2.2.2;
 - 3.1.3.1.5. Durante os ensaios, a estrutura de proteção não deve exercer qualquer constrangimento sobre a estrutura do banco;
 - 3.1.3.1.6. A deformação elástica, medida em conformidade com o ponto 3.2.2.3, deve ser inferior a 250 mm.
 - 3.1.3.2. Não devem existir quaisquer acessórios que possam constituir um risco para o condutor. Não devem existir acessórios ou elementos salientes suscetíveis de ferir o condutor em caso de capotagem do trator nem acessórios ou elementos suscetíveis de o prender - bloqueando-lhe uma perna ou um pé, por exemplo - na sequência de deformações da estrutura.
- 3.1.4. [Não aplicável]
- 3.1.5. Aparelhagem e equipamento de ensaio
 - 3.1.5.1. Dispositivo para os ensaios estáticos
 - 3.1.5.1.1. O dispositivo para os ensaios estáticos deve permitir a aplicação de pressões ou cargas à estrutura de proteção.
 - 3.1.5.1.2. Deve-se proceder de modo a que a carga seja distribuída uniformemente segundo a normal à direção da aplicação da carga e ao longo de uma viga cujo comprimento esteja compreendido entre 250 e 700 mm e tenha, entre estes limites, um valor múltiplo exato de 50 mm. A dimensão vertical da extremidade da viga rígida deve ser de 150 mm. Os bordos

da viga em contacto com a estrutura de proteção devem ser curvos, com um raio máximo de 50 mm.

3.1.5.1.3. O suporte deve poder ser adaptado a qualquer ângulo relativamente à direção da carga, de modo a poder acompanhar as variações angulares da superfície da estrutura de proteção que suporta a carga à medida que esta estrutura se for deformando.

3.1.5.1.4. Direção da força (desvio relativamente à horizontal e à vertical):

- no início do ensaio, sob uma carga nula: $\pm 2^\circ$,
- durante o ensaio, sob carga: 10° acima da horizontal e 20° abaixo da horizontal. Estas variações devem ser reduzidas ao mínimo.

3.1.5.1.5. A velocidade de deformação deve ser suficientemente lenta (menos de 5 mm/s) para que a carga possa ser considerada estática em qualquer momento.

3.1.5.2. Aparelhagem de medição da energia absorvida pela estrutura

3.1.5.2.1. Deve traçar-se a curva força-deformação para determinar a energia absorvida pela estrutura. Não é necessário medir a força e a deformação no ponto de aplicação da carga à estrutura; no entanto, a força e a deformação devem ser medidas simultânea e colinearmente.

3.1.5.2.2. O ponto de origem das medições da deformação deve ser escolhido de forma a que apenas a energia absorvida pela estrutura e/ou pela deformação de certas partes do trator seja tomada em consideração. A energia absorvida pela deformação e/ou a derrapagem da fixação devem ser ignoradas.

3.1.5.3. Meios de fixação do trator ao solo

3.1.5.3.1. As calhas de fixação, que devem ter o afastamento necessário e cobrir a superfície exigida para possibilitar a fixação do trator em todos os casos representados, devem estar rigidamente fixadas a uma base resistente na proximidade do dispositivo de ensaio.

3.1.5.3.2. O trator deve ser fixado às calhas por qualquer meio adequado (placas, calços, cabos, suportes, etc.) de modo que não possa deslocar-se durante os ensaios. Este requisito deve ser verificado durante o ensaio por meio dos dispositivos habituais de medição do comprimento.

Se o trator se deslocar, há que repetir todo o ensaio, salvo se o sistema de medição das deformações utilizado para traçar a curva força-deformação estiver ligado ao trator.

3.1.5.4. Dispositivo de esmagamento

Um dispositivo como o ilustrado na figura 7.3 deve poder exercer uma força descendente sobre uma estrutura de proteção, por meio de uma travessa rígida com cerca de 250 mm de largura, ligada ao mecanismo de aplicação da carga por juntas universais. Devem prever-se suportes sob os eixos de forma a que os pneus do trator não suportem a força de esmagamento.

3.1.5.5. Outros aparelhos de medição

São igualmente necessários os seguintes aparelhos de medição:

- 3.1.5.5.1. Dispositivo de medição da deformação elástica (diferença entre a deformação instantânea máxima e a deformação permanente, ver figura 7.4).
- 3.1.5.5.2. Dispositivo destinado a verificar que a estrutura de proteção não penetrou na zona livre e que esta permaneceu dentro da proteção da estrutura durante o ensaio (ver ponto 3.2.2.2).

3.2. Procedimento de ensaio estático

3.2.1. Ensaio de carga e de esmagamento

3.2.1.1. **Aplicação de carga à retaguarda**

- 3.2.1.1.1. A carga deve ser aplicada horizontalmente, num plano vertical paralelo ao plano médio do trator.

O ponto de aplicação da carga deve situar-se na parte da estrutura de proteção contra a capotagem suscetível de embater no solo em primeiro lugar, no caso de o trator tombar para trás, normalmente o bordo superior. O plano vertical no qual a carga é aplicada deve situar-se a uma distância de 1/6 da largura do topo da estrutura de proteção, dentro de um plano vertical paralelo ao plano médio do trator que toca a extremidade exterior do topo da estrutura de proteção.

Se, nesse ponto, a estrutura for curva ou saliente, colocar-se-ão cunhas, de modo a possibilitar a aplicação da carga nesse ponto, sem que tal se traduza por um reforço da estrutura.

- 3.2.1.1.2. O conjunto deve ser fixado ao solo em conformidade com a descrição do ponto 3.1.6.3.

- 3.2.1.1.3. A energia absorvida pela estrutura de proteção durante o ensaio deve ser pelo menos igual a:

$$E_{il} = 2,165 \times 10^{-7} M L^2$$

ou

$$E_{il} = 0,574 \times I$$

- 3.2.1.1.4. No caso de tratores com uma posição de condução reversível (banco e volante reversíveis), a energia deve ser o valor maior dado por uma das fórmulas acima ou abaixo:

$$E_{il} = 500 + 0,5 M$$

3.2.1.2. Aplicação de carga à frente

- 3.2.1.2.1. A carga deve ser aplicada horizontalmente, num plano vertical paralelo ao plano médio do trator. O ponto de aplicação deve estar situado na parte da estrutura de proteção suscetível de embater no solo em primeiro lugar em caso de tombamento lateral do trator em andamento para a frente, normalmente no bordo superior. O ponto de aplicação da carga deve situar-se a 1/6 da largura do topo da estrutura de proteção, dentro de um plano vertical paralelo ao plano médio do trator que toca a extremidade exterior do topo da estrutura de proteção.

Se, nesse ponto, a estrutura for curva ou saliente, colocar-se-ão cunhas, de modo a possibilitar a aplicação da carga nesse ponto, sem que tal se traduza por um reforço da

estrutura.

3.2.1.2.2. O conjunto deve ser fixado ao solo em conformidade com a descrição do ponto 3.1.6.3.

3.2.1.2.3. A energia absorvida pela estrutura de proteção durante o ensaio deve ser pelo menos igual a:

$$E_{il} = 500 + 0,5 M$$

3.2.1.2.4. No caso de tratores com posição de condução reversível (banco e volante reversíveis):

se a estrutura de proteção consistir num arco de segurança à retaguarda com dois montantes, aplica-se igualmente a fórmula anterior;

para outros tipos de estruturas de proteção, a energia deve ser o valor maior dado pela fórmula acima ou por uma das seguintes:

$$E_{il} = 2,165 \times 10^{-7} ML^2$$

ou

$$E_{il} = 0,574 I$$

3.2.1.3. **Aplicação de carga lateral**

3.2.1.3.1. A carga lateral deve ser aplicada horizontalmente, num plano vertical perpendicular ao plano médio do trator e que passa 60 mm à frente do ponto índice do banco, regulado na sua posição média no eixo longitudinal. O ponto de aplicação da carga deve situar-se na parte da estrutura de proteção contra a capotagem suscetível de embater no solo em primeiro lugar, no caso de o trator tombar para o lado, normalmente o bordo superior.

3.2.1.3.2. O conjunto deve ser fixado ao solo em conformidade com a descrição do ponto 3.1.6.3.

3.2.1.3.3. A energia absorvida pela estrutura de proteção durante o ensaio deve ser pelo menos igual a:

$$E_{is} = 1,75 M$$

3.2.1.3.4. Para os tratores com uma posição de condução reversível (banco e volante reversíveis), o ponto de aplicação da carga deve estar situado no plano perpendicular ao plano médio do trator e que passa pelo ponto médio do segmento que une os dois pontos índice do banco definidos de acordo com as duas posições diferentes do banco. No caso de estruturas de proteção com um sistema de dois montantes, a carga deve ser aplicada num deles.

3.2.1.3.5. No caso de um trator com posição de condução reversível (banco e volante reversíveis) cuja estrutura de proteção consista num arco de segurança à retaguarda com dois montantes, a energia deve ser o valor maior dado pelas fórmulas seguintes:

$$E_{is} = 1,75 M$$

ou

$$E_{is} = 1,75 M (B_6 + B)/2B$$

3.2.1.4. **Esmagamento à retaguarda**

A viga deve ser colocada sobre os elementos estruturais superiores situados mais à retaguarda da estrutura de proteção, devendo a resultante das forças de esmagamento situar-se no plano médio do trator. Aplica-se uma força F_v , em que:

$$F_v = 20 M$$

A força F_v deve ser mantida durante cinco segundos após a cessação de qualquer movimento visualmente perceptível da estrutura de proteção.

Se a parte de trás do teto da estrutura de proteção não puder suportar toda a força de esmagamento, será necessário aplicar esta força até que o teto fique deformado de maneira a coincidir com o plano que une a parte superior da estrutura de proteção à parte traseira do trator capaz de suportar o trator em caso de capotagem.

A força deve ser em seguida suprimida e a viga de esmagamento reposicionada por cima da parte da estrutura de proteção que suportaria o trator completamente virado. Aplica-se de novo a força de esmagamento F_v .

3.2.1.5. Esmagamento à frente

A viga deve ser colocada transversalmente sobre o ou os elementos estruturais superiores situados mais à frente, devendo a resultante das forças de esmagamento situar-se no plano médio do trator. Aplica-se uma força F_v , em que:

$$F_v = 20 M$$

A força F_v deve ser mantida durante cinco segundos após a cessação de qualquer movimento visualmente perceptível da estrutura de proteção.

Se a parte da frente do teto da estrutura de proteção não puder suportar toda a força de esmagamento, será necessário aplicar esta força até que o teto fique deformado de maneira a coincidir com o plano que une a parte superior da estrutura de proteção à parte da frente do trator capaz de suportar o trator em caso de capotagem.

A força deve ser em seguida suprimida e a viga de esmagamento reposicionada por cima da parte da estrutura de proteção que suportaria o trator completamente virado. Aplica-se de novo a força de esmagamento F_v .

3.2.1.6. Ensaio de sobrecarga adicional (figuras 7.5 a 7.7)

Deve proceder-se a um ensaio de sobrecarga sempre que a força diminuir mais de 3 % no decorrer dos últimos 5 % da deformação atingida quando a energia exigida é absorvida pela estrutura (ver figura 7.6).

O ensaio de sobrecarga consiste em prosseguir a aplicação da carga horizontal por incrementos de 5 % da energia inicial exigida até um máximo de 20 % de energia acrescentada (ver figura 7.7).

O ensaio de sobrecarga considera-se satisfatório se, após cada incremento de 5 %, 10 % ou 15 % da energia exigida, a força diminuir menos de 3 % para um incremento de 5 % e se a força permanecer superior a $0,8 F_{max}$.

O ensaio de sobrecarga considera-se satisfatório se, após absorção pela estrutura de 20 % da energia acrescentada, a força permanecer superior a $0,8 F_{max}$.

São admitidas durante o ensaio de sobrecarga fraturas ou fissuras suplementares e/ou a

penetração na zona livre ou a ausência de proteção desta zona na sequência de uma deformação elástica. No entanto, uma vez retirada a carga, a estrutura não deve penetrar na zona livre, a qual deve estar completamente protegida.

3.2.1.7. **Ensaio de esmagamento adicionais**

Se, no decorrer de um ensaio de esmagamento, aparecerem fraturas ou fissuras não admissíveis, haverá que proceder a um segundo ensaio de esmagamento similar, imediatamente após o ensaio que provocou tais fraturas ou fissuras, mas com uma força de $1,2 F_v$.

3.2.2. **Medições a efetuar**

3.2.2.1. Fraturas e fissuras

Após cada ensaio, serão visualmente examinados, para deteção de fraturas e fissuras, todos os elementos de ligação e estruturais e os dispositivos de fixação.

3.2.2.2. Penetração na zona livre

Durante cada ensaio, a estrutura de proteção deve ser examinada para verificar se qualquer parte da mesma penetrou na zona livre definida no ponto 1.6.

Além disso, a zona livre não deve situar-se fora do espaço protegido pela estrutura de proteção. Para esse efeito, considera-se como fora do espaço protegido pela estrutura de proteção contra a capotagem qualquer parte desse espaço que entrasse em contacto com o plano do solo se o trator tombasse para o lado do impacto. Para esse efeito, supõe-se que os pneus dos eixos dianteiro e traseiro, bem como a via, apresentam as dimensões mínimas especificadas pelo fabricante.

3.2.2.3. Deformação elástica sob aplicação de carga lateral

A deformação elástica é medida a $(810 + a_v)$ mm acima do ponto índice do banco, no plano vertical de aplicação da carga. Esta medição pode ser efetuada com a ajuda de um aparelho como o representado na figura 7.4.

3.2.2.4. Deformação permanente

Após o ensaio de esmagamento final, deve registar-se a deformação permanente da estrutura de proteção. Para este efeito, deve usar-se, antes do início do ensaio, a posição dos elementos principais da estrutura de proteção contra a capotagem em relação ao ponto índice do banco.

3.3. **Extensão a outros modelos de tratores**

3.3.1. [Não aplicável]

3.3.2. **Extensão técnica**

No caso de modificações técnicas a um trator, à estrutura de proteção ou ao método de fixação da estrutura de proteção ao trator, a estação de ensaio que realizou o ensaio original pode emitir um «boletim de extensão técnica» nos casos seguintes:

3.3.2.1. Extensão dos resultados de ensaios estruturais a outros modelos de tratores

Os ensaios de carga e de esmagamento não são obrigatórios para cada modelo de trator,

desde que a estrutura de proteção e o trator satisfaçam as condições previstas nos pontos 3.3.2.1.1 a 3.3.2.1.5.

- 3.3.2.1.1. A estrutura deve ser idêntica àquela já ensaiada;
- 3.3.2.1.2. A energia necessária não deve ultrapassar a energia calculada para o ensaio original em mais de 5 %; o limite de 5% deve aplicar-se também às extensões no caso da substituição de rodas por lagartas no mesmo trator;
- 3.3.2.1.3. O método de fixação e os componentes do trator onde é efetuada a fixação devem ser idênticos;
- 3.3.2.1.4. Todos os elementos, como os guarda-lamas e o capô do motor, que possam servir de suporte à estrutura de proteção, devem ser idênticos;
- 3.3.2.1.5. A posição e as dimensões críticas do banco no interior da estrutura de proteção e as posições relativas da estrutura de proteção no trator devem ser tais que a zona livre continue a ser protegida pela estrutura deformada durante todos os ensaios (a verificação deve fazer-se de acordo com a mesma referência de zona livre que no relatório de ensaio original, ou seja o ponto de referência do banco [SRP] ou o ponto índice do banco [SIP]).

3.3.2.2. Extensão dos resultados de ensaio estruturais a modelos alterados da estrutura de proteção

Este procedimento deve ser seguido quando as disposições do ponto 3.3.2.1 não se encontram preenchidas; não deve ser aplicado se o princípio do método de fixação da estrutura de proteção ao trator for modificado (por exemplo, substituição de suportes de borracha por um dispositivo de suspensão):

- 3.3.2.2.1. Modificações que não afetam os resultados do ensaio original (por exemplo, a fixação por soldadura da placa de montagem de um acessório a um ponto não crítico da estrutura), inserção de bancos com uma posição diferente do SIP na estrutura de proteção (sob reserva de verificação de que a(s) nova(s) zona(s) livre(s) continuam a ser protegida(s) pela estrutura deformada durante todos os ensaios).
- 3.3.2.2.2. Modificações suscetíveis de ter impacto nos resultados do ensaio original sem pôr em causa a aceitabilidade da estrutura de proteção (por exemplo, modificação de um componente da estrutura, modificação do método de fixação da estrutura de proteção ao trator). Pode-se proceder a um ensaio de validação cujos resultados serão consignados no boletim de extensão.

Os limites para este tipo de extensão são os seguintes:

- 3.3.2.2.2.1. Não podem ser aceites mais de 5 extensões sem um ensaio de validação;
- 3.3.2.2.2.2. Os resultados do ensaio de validação são aceites para extensão se todas as condições de aceitação do anexo estiverem cumpridas e:
 - se a deformação medida após cada ensaio de impacto não se desviar da deformação medida após cada ensaio de impacto e consignada no relatório de ensaio original em mais de $\pm 7\%$ (no caso de um ensaio dinâmico);
 - se a força medida quando o nível de energia necessário foi atingido durante os diversos ensaios de carga horizontal não se afastar mais de $\pm 7\%$ da força medida quando o nível de energia necessário foi atingido no ensaio original e se a deformação medida⁽³⁾ quando o nível de energia necessário foi atingido durante os diversos ensaios de carga horizontal não se afastar mais de $\pm 7\%$ da deformação

medida quando o nível de energia necessário foi atingido no ensaio original (no caso de um ensaio estático).

3.3.2.2.3. Um mesmo boletim de extensão pode cobrir várias modificações de uma estrutura de proteção se estas representarem diferentes opções da mesma estrutura de proteção, mas só pode ser aceite um único ensaio de validação para um mesmo boletim de extensão. As opções não ensaiadas devem ser descritas numa secção específica do boletim de extensão.

3.3.2.2.3. Aumento da massa de referência declarada pelo fabricante para uma estrutura de proteção já ensaiada. Se o fabricante pretender manter o mesmo número de homologação, é possível emitir um boletim de extensão após um ensaio de validação (neste caso, os limites de $\pm 7\%$ especificados no ponto 3.3.2.2.2 não são aplicáveis).

3.4. [Não aplicável]

3.5. *Comportamento das estruturas de proteção a baixas temperaturas*

3.5.1. Se o fabricante indicar que a estrutura de proteção possui uma resistência especial à fragilização que ocorre a baixas temperaturas, deve dar informações pormenorizadas que serão incluídas no boletim de ensaio.

3.5.2. Os requisitos e processos descritos a seguir destinam-se a reforçar a estrutura de proteção e a evitar as fraturas a baixas temperaturas. Sugere-se que, em termos de materiais utilizados, sejam observados os requisitos mínimos seguintes na apreciação da adequação da estrutura de proteção para operar a baixas temperaturas nos países em que esta proteção adicional é exigida.

3.5.2.1. Os pernos e as porcas usados na fixação da estrutura de proteção ao trator e para ligar as partes estruturais da estrutura de proteção devem ter propriedades suficientes e comprovadas de resistência às baixas temperaturas.

3.5.2.2. Todos os elétrodos de soldadura utilizados no fabrico dos elementos estruturais e as fixações ao trator devem ser compatíveis com os materiais utilizados para a estrutura de proteção, como indicado no ponto 3.5.2.3.

3.5.2.3. Os aços utilizados nos elementos estruturais da estrutura de proteção devem ser sujeitos a um controlo de dureza e exibir um nível mínimo de energia de impacto no ensaio de Charpy com entalhe em V segundo as indicações do quadro 7.1. A qualidade e a classe do aço devem ser especificadas segundo a norma ISO 630:1995.

Um aço de uma espessura bruta de laminação inferior a 2,5 mm e um teor de carbono inferior a 0,2 % é considerado satisfatório.

Os elementos estruturais da estrutura de proteção construídos com outros materiais que não aço devem ter uma resistência equivalente ao impacto a baixas temperaturas.

3.5.2.4. Ao efetuar o ensaio de Charpy com entalhe em V para verificação dos requisitos mínimos de energia de impacto, a dimensão do provete não deve ser inferior à maior das dimensões enumeradas no quadro 7.1 admitidas pelo material.

3.5.2.5.

Os ensaios de Charpy com entalhe em V devem ser efetuados em conformidade com o procedimento descrito em

ASTM A 370-1979, exceto para as dimensões dos provetes que devam respeitar as dimensões dadas no quadro 7.1.

Dimensões do provete	Energia a	
	-30 °C	-20 °C
mm	J	J ^{b)}
10 x 10 ^{a)}	11	27,5
10 x 9	10	25
10 x 8	9,5	24
10 x 7,5 ^{a)}	9,5	24
10 x 7	9	22,5
10 x 6,7	8,5	21
10 x 6	8	20
10 x 5 ^{a)}	7,5	19
10 x 4	7	17,5
10 x 3,5	6	15
10 x 3	6	15
10 x 2,5 ^{a)}	5,5	14

Quadro 7.1

Nível mínimo de energia de impacto requerido no ensaio de Charpy com entalhe em V

- a) Indica as dimensões preferenciais. As dimensões do provete não devem ser inferiores às maiores dimensões preferenciais admitidas pelo material.
- b) A energia requerida a -20 °C é igual a 2,5 vezes o valor especificado para -30 °C. Outros fatores afetam a resistência à energia de impacto, a saber, o sentido da laminação, o limite de elasticidade, a orientação do grão e a soldadura. Estes fatores devem ser considerados ao selecionar e utilizar o aço.

3.5.2.6. Uma outra maneira de proceder consiste em utilizar aços calmados ou semicalmados, devendo ser fornecidas especificações adequadas. A qualidade e a classe do aço devem ser especificadas segundo a norma ISO 630:1995, Amd 1:2003.

3.5.2.7. Os provetes devem ser retirados no sentido longitudinal de laminados planos, de perfis tubulares ou estruturais antes de lhes ser dada forma ou serem soldados para uso na estrutura de proteção. Os provetes retirados dos perfis tubulares ou estruturais devem ser retirados do meio do lado que tem a maior dimensão e não devem incluir soldaduras.

3.6. [Não aplicável]

Figura 7.1

Zona livre

Dimensões em mm

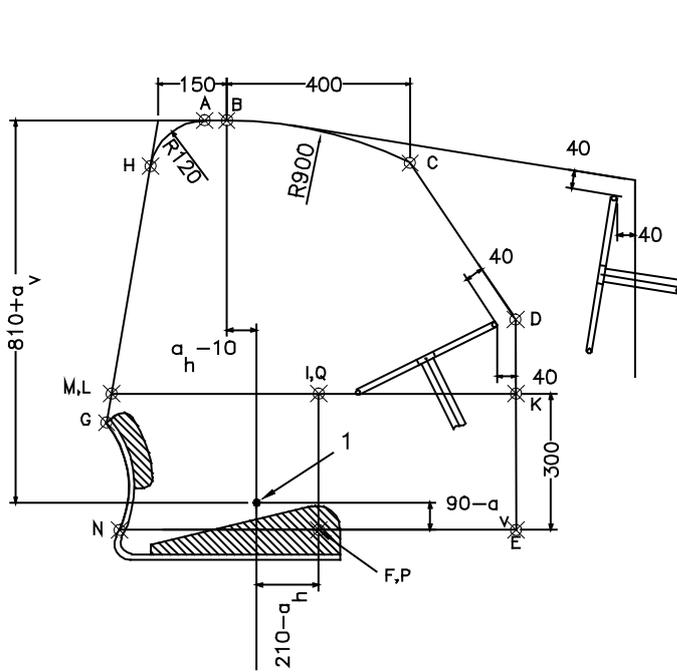


Figura 7.1.a

Vista lateral
Corte no plano de referência

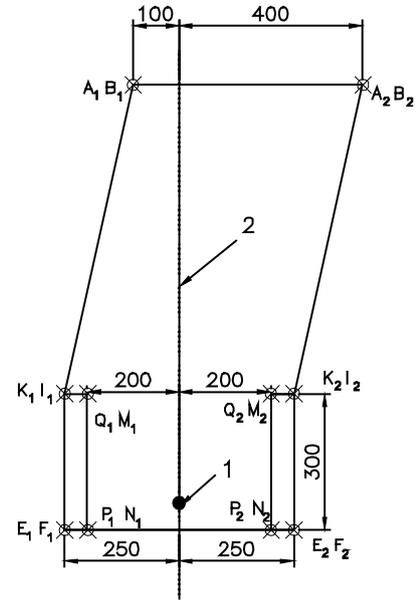


Figura 7.1.b

Vista da retaguarda

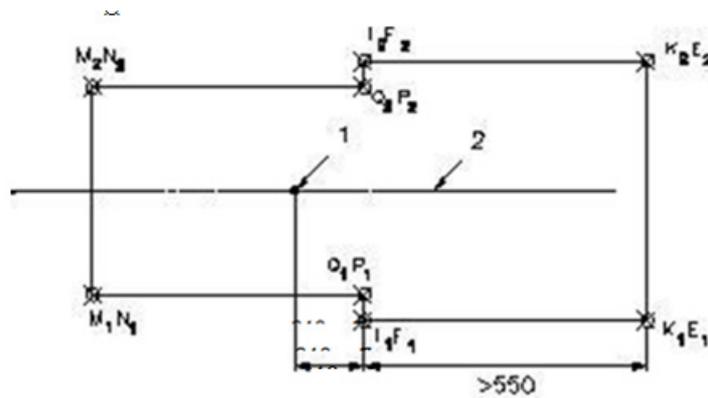


Figura 7.1.c

Vista de cima

- 1 – Ponto índice do banco
- 2 – Plano de referência

Figura 7.2.a

**Zona livre para tratores com posição de condução reversível:
arco de segurança de dois montantes**

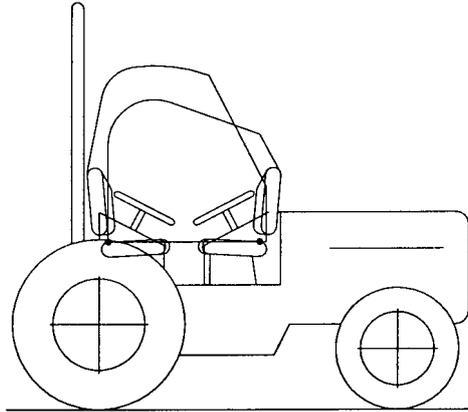


Figura 7.2.b

**Zona livre para tratores com posição de condução reversível:
outros tipos de ROPS**

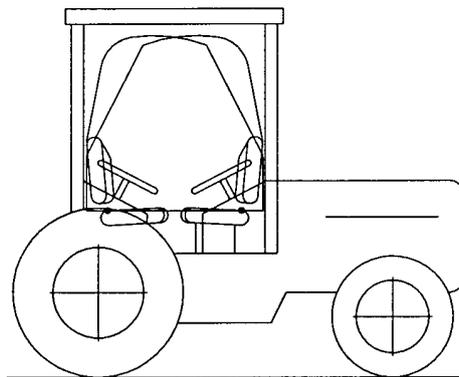


Figura 7.3

Exemplo de dispositivo de esmagamento do trator

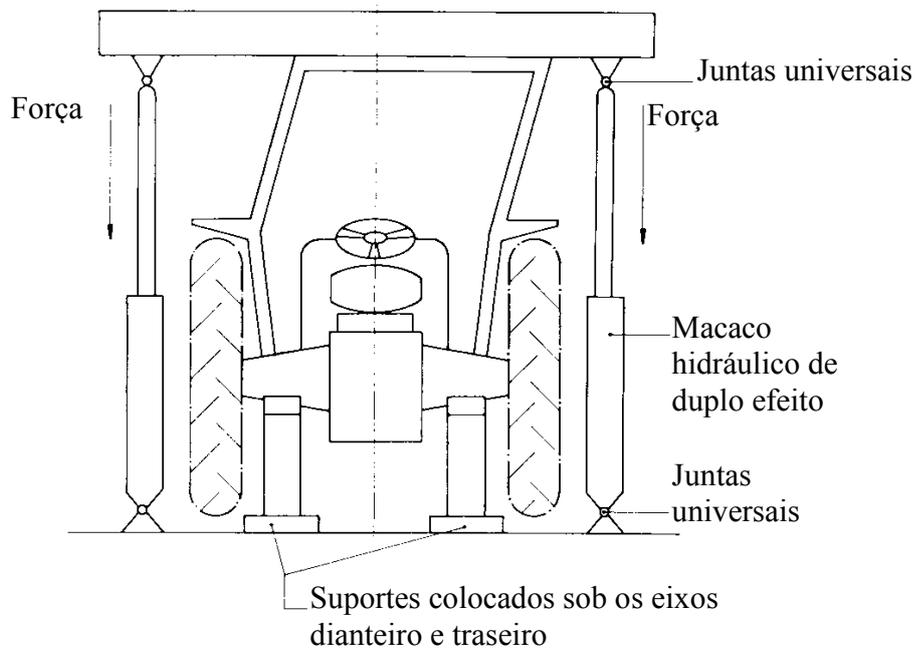
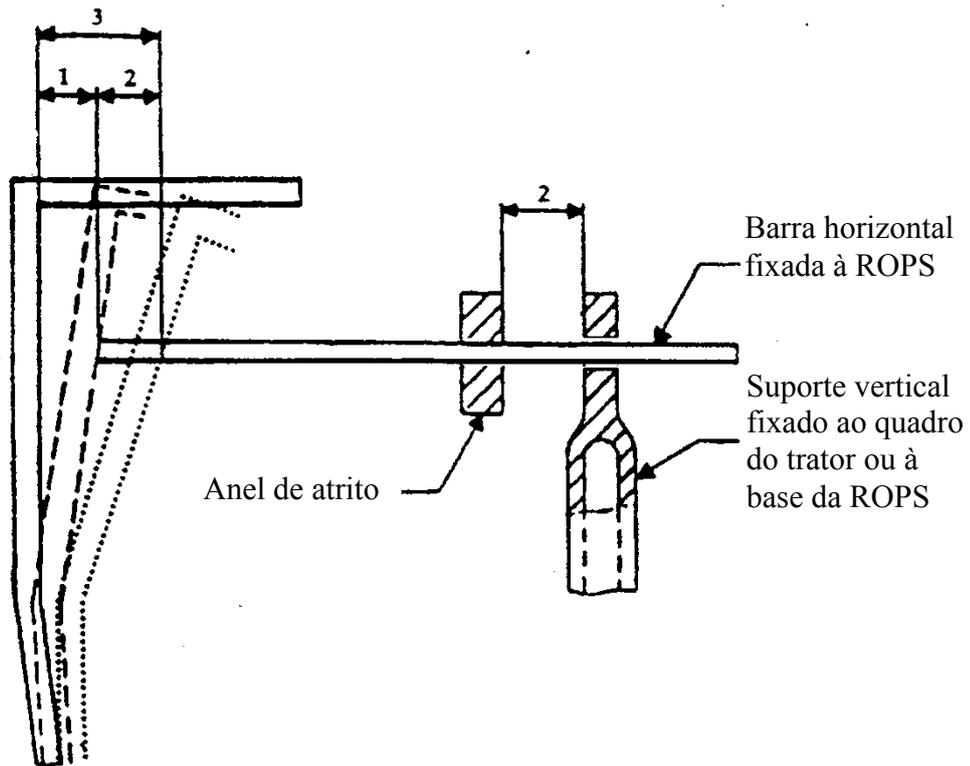


Figura 7.4

Exemplo de um aparelho de medição da deformação elástica

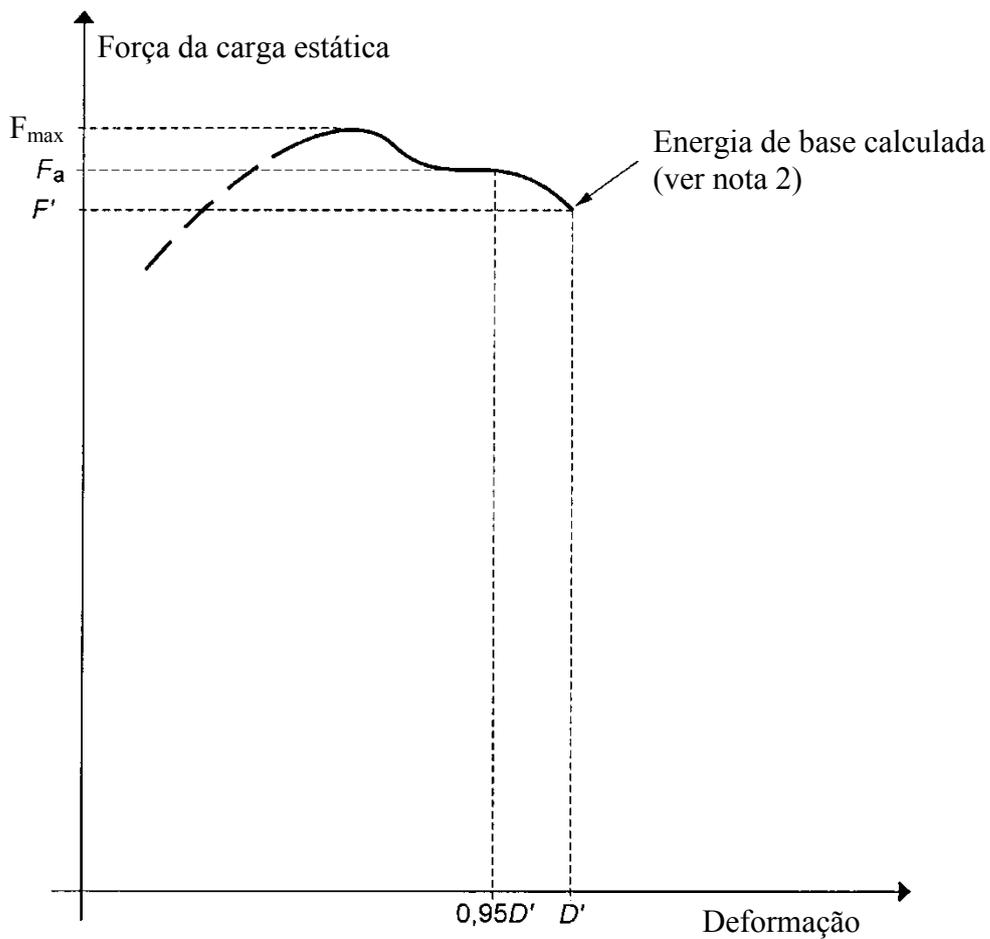


- 1 – Deformação permanente
- 2 – Deformação elástica
- 3 – Deformação total (permanente e elástica)

Figura 7.5

Curva força/deformação

O ensaio de sobrecarga não é necessário



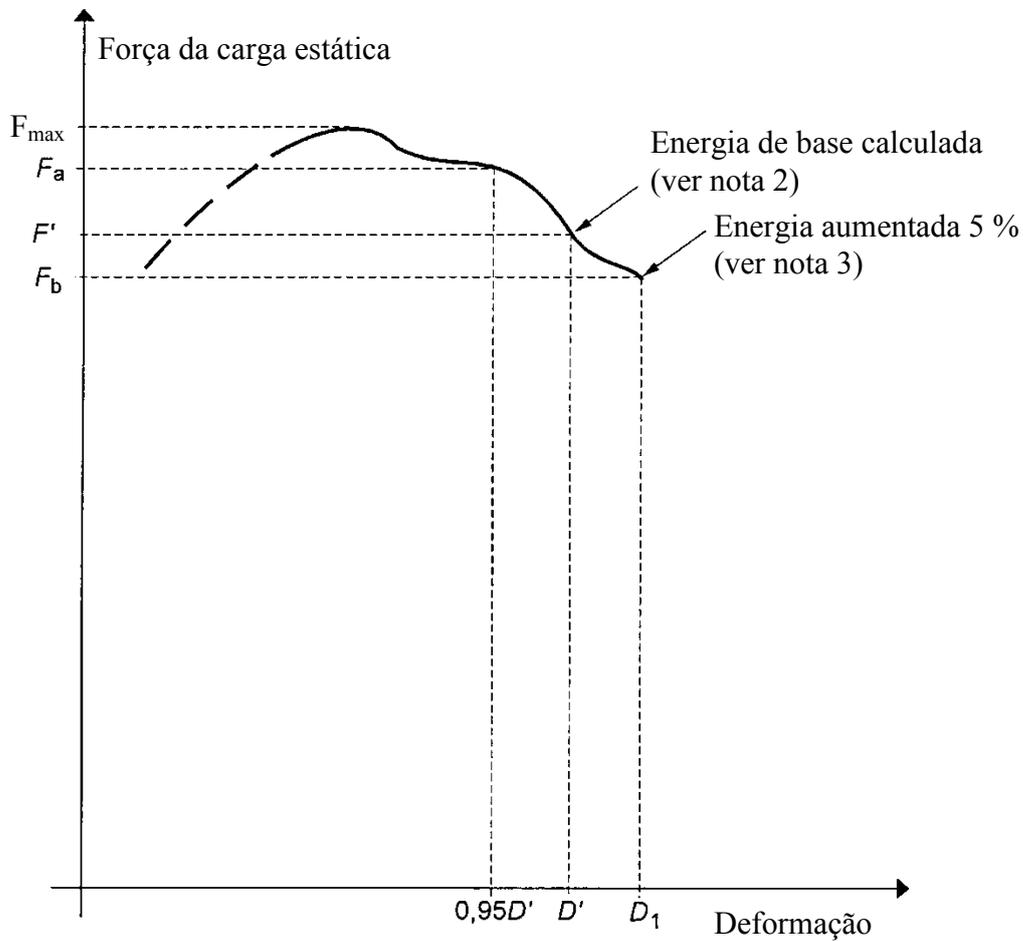
Notas:

1. Localizar F_a em relação a $0,95 D'$
2. O ensaio de sobrecarga não é necessário dado que $F_a \leq 1,03 F'$

Figura 7.6

Curva força/deformação

O ensaio de sobrecarga é necessário



Notas:

1. Localizar F_a em relação a $0,95 D'$
2. O ensaio de sobrecarga é necessário dado que $F_a > 1,03 F'$
3. O ensaio de sobrecarga é satisfatório dado que $F_b > 0,97F'$ e $F_b > 0,8F_{max}$.

B2. PROCEDIMENTO ALTERNATIVO DE ENSAIO DINÂMICO

Este ponto define o procedimento de ensaio dinâmico em alternativa ao procedimento de ensaio estático enunciado na parte B1.

4. REGRAS E INSTRUÇÕES

4.1. *Condições dos ensaios de resistência das estruturas de proteção e da sua fixação ao trator*

4.1.1. Requisitos gerais

Ver requisitos para ensaios estáticos na parte B1

4.1.2. Ensaios

4.1.2.1. Sequência dos ensaios de acordo com o procedimento dinâmico

A sequência de ensaios, sem prejuízo dos ensaios adicionais mencionados nos pontos 4.2.1.6 e 4.2.1.7, é a seguinte:

- 1) impacto na retaguarda da estrutura**
(ver 4.2.1.1);
- 2) ensaio de esmagamento à retaguarda**
(ver 4.2.1.4);
- 3) impacto na frente da estrutura**
(ver 4.2.1.2);
- 4) impacto na parte lateral da estrutura**
(ver 4.2.1.3);
- 5) esmagamento na parte frontal da estrutura**
(ver 4.2.1.5).

4.1.2.2. Requisitos gerais

4.1.2.2.1. Se, durante o ensaio, algum elemento do dispositivo de fixação do trator se deslocar ou partir, o ensaio deve ser recommençado.

4.1.2.2.2. Não se admitem reparações nem regulações do trator ou da estrutura de proteção durante os ensaios.

4.1.2.2.3. Durante o ensaio, o trator deve estar destravado e a transmissão em ponto morto.

4.1.2.2.4. Se o trator estiver equipado com um sistema de suspensão entre o quadro e as rodas, tal sistema deve estar bloqueado durante os ensaios.

4.1.2.2.5. O lado escolhido para o primeiro impacto na retaguarda da estrutura dever ser aquele que, segundo as autoridades responsáveis pelos ensaios, implicar a aplicação da série de impactos ou de cargas nas condições mais desfavoráveis para a estrutura. O impacto lateral e o impacto na retaguarda devem ser aplicados nos dois lados do plano

longitudinal médio da estrutura de proteção. O impacto na frente deve ser aplicado do mesmo lado do plano longitudinal médio da estrutura de proteção que o impacto lateral.

4.1.3. Condições de aceitação

4.1.3.1. Considera-se que uma estrutura de proteção cumpre os requisitos de resistência se reunir as seguintes condições:

4.1.3.1.1. Após cada ensaio, deve estar isenta de fraturas ou fissuras na aceção do ponto 4.2.1.2.1. Se, durante o ensaio dinâmico, aparecerem fraturas ou fissuras significativas, deve realizar-se um ensaio adicional de impacto ou de esmagamento, tal como definido em 4.2.1.6 ou 4.2.1.7, imediatamente após o ensaio que provocou as fraturas ou fissuras;

4.1.3.1.2. Durante os ensaios que não o ensaio de sobrecarga, nenhuma parte da estrutura de proteção deve penetrar na zona livre, tal como definida no ponto 1.6;

4.1.3.1.3. Durante os ensaios que não o ensaio de sobrecarga, todas as partes da zona livre devem estar protegidas pela estrutura, em conformidade com o ponto 4.2.2.2;

4.1.3.1.4. Durante os ensaios, a estrutura de proteção não deve exercer qualquer constrangimento sobre a estrutura do banco;

4.1.3.1.5. A deformação elástica, medida em conformidade com o ponto 4.2.2.3, deve ser inferior a 250 mm.

4.1.3.2. Não devem existir quaisquer acessórios que possam constituir um risco para o condutor. Não devem existir acessórios ou elementos salientes suscetíveis de ferir o condutor em caso de capotagem do trator nem acessórios ou elementos suscetíveis de prender - bloqueando-lhe uma perna ou um pé, por exemplo - na sequência de deformações da estrutura.

4.1.4. [Não aplicável]

4.1.5. Aparelhagem e equipamento para ensaios dinâmicos

4.1.5.1. Bloco pendular

4.1.5.1.1. Um bloco que funciona como um pêndulo deve ser suspenso por duas correntes ou cabos a pontos de articulação situados a pelo menos 6 m acima do solo. Deve ser previsto um meio para regular separadamente a altura de suspensão do bloco e o ângulo entre o bloco e as correntes ou cabos de suspensão.

4.1.5.1.2. A massa do bloco pendular deve ter $2\,000 \pm 20$ kg, excluindo a massa das correntes ou cabos, que não pode exceder 100 kg. O comprimento dos lados da face de impacto deve ser de 680 ± 20 mm (ver figura 7.18). O enchimento do bloco deverá estar distribuído de tal forma que o seu centro de gravidade permaneça constante e coincida com o centro geométrico do paralelepípedo.

4.1.5.1.3. O paralelepípedo deve estar ligado ao sistema que o puxa para trás por um mecanismo de desprendimento instantâneo concebido e situado de forma a soltar o bloco pendular sem provocar oscilações do paralelepípedo relativamente ao seu eixo horizontal perpendicular ao plano de oscilação do pêndulo.

4.1.5.2. Suportes do pêndulo

Os pontos de articulação do pêndulo devem ser fixados rigidamente de modo a que a

sua deslocação em qualquer direção não ultrapasse 1 % da altura da queda.

4.1.5.3. Cabos de fixação

4.1.5.3.1. As calhas de fixação, que devem ter o afastamento necessário e cobrir a superfície exigida para possibilitar a fixação do trator em todos os casos representados (ver figuras 7.19, 7.20 e 7.21), devem estar rigidamente fixadas a uma base resistente situada sob o pêndulo.

4.1.5.3.2. O trator deve estar preso às calhas por meio de um cabo de aço 6×19 de fios redondos com alma em fibra conforme com a norma ISO 2408:2004 e com um diâmetro nominal de 13 mm. Os fios metálicos devem ter uma resistência à tração de 1 770 MPa.

4.1.5.3.3. Para todos os ensaios, o eixo central de um trator articulado deve estar apoiado e fixado ao solo de modo adequado. Para o ensaio de impacto lateral, o eixo deve ser igualmente apoiado do lado oposto ao do impacto. As rodas dianteiras e traseiras ou as lagartas não têm necessariamente que estar no mesmo alinhamento, se tal facilitar a fixação adequada dos cabos.

4.1.5.4. Calço para a roda e viga

4.1.5.4.1. Durante os ensaios de impacto, as rodas devem estar calçadas por meio de uma viga de madeira macia de 150×150 mm de secção (ver figuras 7.19, 7.20 e 7.21).

4.1.5.4.2. Durante os ensaios de impacto lateral, deve fixar-se ao pavimento uma viga de madeira macia para bloquear a jante da roda do lado oposto ao impacto (ver figura 7.21).

4.1.5.5. Calços e cabos de fixação para tratores articulados

4.1.5.5.1. Devem ser utilizados calços e cabos de fixação suplementares para os tratores articulados. A sua função é assegurar à secção do trator onde se encontra a estrutura de proteção uma rigidez equivalente à de um trator não articulado.

4.1.5.5.2. As especificações suplementares para os ensaios de impacto e esmagamento são fornecidas no ponto 4.2.1.

4.1.5.6. Pressões dos pneus e deformações

4.1.5.6.1. Os pneus do trator não devem conter qualquer lastro líquido e devem ser enchidos às pressões prescritas pelo fabricante do trator para os trabalhos agrícolas.

4.1.5.6.2. A tensão a aplicar, em cada caso específico, aos cabos de fixação deve ser de forma a provocar uma deformação dos pneus igual a 12 % da altura da sua parede (distância entre o solo e o ponto mais baixo da jante) antes de aplicada tal tensão.

4.1.5.7. Dispositivo de esmagamento

Um dispositivo como o ilustrado na figura 7.3 deve poder exercer uma força descendente sobre uma estrutura de proteção, por meio de uma travessa rígida com cerca de 250 mm de largura, ligada ao mecanismo de aplicação da carga por juntas universais. Deve haver suportes sob os eixos de forma que os pneus do trator não suportem a força de esmagamento.

4.1.5.8. Aparelhos de medição

São necessários os seguintes aparelhos de medição:

- 4.1.5.8.1. Dispositivo de medição da deformação elástica (diferença entre a deformação instantânea máxima e a deformação permanente, ver figura 7.4).
- 4.1.5.8.2. Dispositivo destinado a verificar que a estrutura de proteção não penetrou na zona livre e que esta permaneceu dentro da proteção da estrutura durante o ensaio (ver ponto 4.2.2.2).

4.2. Procedimento de ensaio dinâmico

4.2.1. Ensaio de impacto e de esmagamento

4.2.1.1. Impacto à retaguarda

- 4.2.1.1.1. A posição do trator em relação ao bloco pendular deve ser tal que este atinja a estrutura de proteção no momento em que a face de impacto do bloco e as respetivas correntes ou cabos de suspensão formem com o plano vertical A um ângulo igual a $M/100$, até a um máximo de 20° , a menos que a estrutura de proteção no ponto de contacto forme com a vertical, durante a deformação, um ângulo superior. Neste caso, é necessário, com o auxílio de um dispositivo adicional, ajustar a face de impacto do bloco de modo a que, no momento da deformação máxima, seja paralela à estrutura de proteção no ponto de impacto, continuando as correntes ou cabos de suspensão a formar o ângulo atrás definido.

A altura de suspensão do bloco deve ser regulada e devem ser tomadas as medidas necessárias para impedir o bloco de rodar em torno do ponto de impacto.

O ponto de impacto deve estar situado na parte da estrutura de proteção suscetível de embater no solo em primeiro lugar no caso de o trator tombar para trás, normalmente o bordo superior. A posição do centro de gravidade do bloco deve situar-se a $1/6$ da largura do topo da estrutura de proteção, dentro de um plano vertical paralelo ao plano médio do trator que toca a extremidade exterior do topo da estrutura de proteção.

Se, nesse ponto, a estrutura for curva ou saliente, utilizar-se-ão cunhas de modo a possibilitar o impacto nesse ponto, sem que tal se traduza por um reforço da estrutura.

- 4.2.1.1.2. O trator deve ser fixado ao solo por meio de quatro cabos ligados a cada uma das extremidades dos dois eixos, segundo as indicações da figura 7.19. O espaço entre os pontos de fixação à frente e atrás deve ser tal que os cabos formem com o solo um ângulo inferior a 30° . Para além disso, os cabos de fixação atrás devem estar situados de modo a que o ponto de convergência dos dois cabos se situe no plano vertical em que se desloca o centro de gravidade do bloco pendular.

Os cabos devem ser esticados de forma a submeter os pneus às deformações indicadas no ponto 4.1.5.6.2. Uma vez esticados os cabos, a viga-calço deve ser colocada como apoio à frente das rodas traseiras e fixada em seguida ao solo.

- 4.2.1.1.3. Se o trator for articulado, o ponto de articulação deve, além disso, ser sustido por um bloco de madeira com pelo menos 100×100 mm de secção firmemente fixado ao solo.
- 4.2.1.1.4. O bloco pendular deve ser puxado para trás, de forma a que a altura do seu centro de gravidade ultrapasse a que terá no ponto de impacto num valor calculado segundo uma das duas fórmulas seguintes:

$$H = 2,165 \times 10^{-8} M L^2$$

ou

$$H = 5,73 \times 10^{-2} I$$

Solta-se em seguida o bloco pendular, que vai embater contra a estrutura de proteção.

- 4.2.1.1.5. No caso de tratores com uma posição de condução reversível (banco e volante reversíveis), a altura deve ser o valor maior dado por uma das fórmulas acima ou abaixo:

$$H = 25 + 0,07 M$$

para tratores com uma massa de referência inferior a 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,02 M$$

para tratores com uma massa de referência superior a 2 000 kg.

- 4.2.1.2. Impacto à frente

- 4.2.1.2.1. A posição do trator em relação ao bloco pendular deve ser tal que este atinja a estrutura de proteção no momento em que a face de impacto do bloco e as respetivas correntes ou cabos de suspensão formem com o plano vertical A um ângulo igual a $M/100$, até a um máximo de 20° , a menos que a estrutura de proteção no ponto de contacto forme com a vertical, durante a deformação, um ângulo superior. Neste caso, é necessário, com o auxílio de um dispositivo adicional, ajustar a face de impacto do bloco de modo a que, no momento da deformação máxima, seja paralela à estrutura de proteção no ponto de impacto, continuando as correntes ou cabos de suspensão a formar o ângulo atrás definido.

A altura de suspensão do bloco pendular deve ser regulada e devem ser tomadas as medidas necessárias para impedir o bloco de rodar em torno do ponto de impacto.

O ponto de impacto deve estar situado na parte da estrutura de proteção suscetível de embater no solo em primeiro lugar em caso de tombamento lateral do trator em andamento para a frente, normalmente no bordo superior. A posição do centro de gravidade do bloco deve situar-se a $1/6$ da largura do topo da estrutura de proteção, dentro de um plano vertical paralelo ao plano médio do trator que toca a extremidade exterior do topo da estrutura de proteção.

Se, nesse ponto, a estrutura for curva ou saliente, utilizar-se-ão cunhas de modo a possibilitar o impacto nesse ponto, sem que tal se traduza por um reforço da estrutura.

- 4.2.1.2.2. O trator deve ser fixado ao solo por meio de quatro cabos ligados a cada uma das extremidades dos dois eixos, segundo as indicações da figura 7.20. O espaço entre os pontos de fixação à frente e atrás deve ser tal que os cabos formem com o solo um ângulo inferior a 30° . Para além disso, os cabos de fixação atrás devem estar situados de modo a que o ponto de convergência dos dois cabos se situe no plano vertical em que se desloca o centro de gravidade do bloco pendular.

Os cabos devem ser esticados de forma a submeter os pneus às deformações indicadas no ponto 4.1.5.6.2. Uma vez esticados os cabos, a viga-calço deve ser colocada como apoio atrás das rodas traseiras e fixada em seguida ao solo.

- 4.2.1.2.3. Se o trator for articulado, o ponto de articulação deve, além disso, ser sustido por um

bloco de madeira com pelo menos 100×100 mm de secção firmemente fixado ao solo.

- 4.2.1.2.4. O bloco pendular deve ser puxado para trás, de forma a que a altura do seu centro de gravidade ultrapasse a que terá no ponto de impacto num valor calculado segundo uma das duas fórmulas seguintes, a escolher em função da massa de referência do conjunto submetido a ensaio:

$$H = 25 + 0,07 M$$

para tratores com uma massa de referência inferior a 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,02 M$$

para tratores com uma massa de referência superior a 2 000 kg.

Solta-se em seguida o bloco pendular, que vai embater contra a estrutura de proteção.

- 4.2.1.2.5. No caso de tratores com posição de condução reversível (banco e volante reversíveis):

- se a estrutura de proteção consistir num arco de segurança à retaguarda com dois montantes, aplica-se a fórmula acima;
- para outros tipos de estrutura de proteção, a altura é o valor maior da fórmula acima que é aplicável e da fórmula selecionada abaixo:

$$H = 2,165 \times 10^{-8} ML^2$$

ou

$$H = 5,73 \times 10^{-2} I$$

Solta-se em seguida o bloco pendular, que vai embater contra a estrutura de proteção.

- 4.2.1.3. Impacto lateral

- 4.2.1.3.1. O trator deve ser colocado em relação ao bloco pendular de modo a que este embata na estrutura de proteção no momento em que a face de impacto do bloco e as respetivas correntes ou cabos de suspensão estejam na vertical, a menos que a estrutura de proteção no ponto de contacto forme com a vertical, durante a deformação, um ângulo inferior a 20°. Neste caso, é necessário, com o auxílio de um dispositivo adicional, ajustar a face de impacto do bloco de modo a que, no momento da deformação máxima, seja paralela à estrutura de proteção no ponto de impacto, permanecendo as correntes ou cabos de suspensão na vertical do ponto de impacto.

- 4.2.1.3.2. A altura de suspensão do bloco pendular deve ser regulada e devem ser tomadas as medidas necessárias para impedir o bloco de rodar em torno do ponto de impacto.

- 4.2.1.3.3. O ponto de impacto deve estar situado na parte da estrutura de proteção suscetível de embater no solo em primeiro lugar caso o trator tombe para o lado, isto é, normalmente no bordo superior. Salvo se houver a certeza de que um outro elemento situado na mesma aresta embaterá no solo em primeiro lugar, o ponto de impacto deve estar situado no plano perpendicular ao plano médio do trator que passa 60 mm à frente do ponto índice do banco regulado em posição média no eixo longitudinal.

- 4.2.1.3.4. Para os tratores com uma posição de condução reversível (banco e volante reversíveis), o ponto de impacto deve estar situado no plano perpendicular ao plano médio do trator e

que passa pelo ponto médio do segmento que une os dois pontos índice do banco definidos de acordo com as duas posições diferentes do banco. No caso de estruturas de proteção com um sistema de dois montantes, o ponto de impacto deve situar-se num deles.

- 4.2.1.3.5. As rodas do trator situadas do lado do impacto devem ser fixadas ao solo por meio de cabos passando por cima das extremidades correspondentes dos eixos dianteiro e traseiro. Os cabos devem ser esticados de forma a submeter os pneus aos valores de deformação dados no ponto 4.1.5.6.2.

Uma vez esticados os cabos, a viga-calço deve ser colocada no solo, apoiada contra os pneus situados do lado oposto ao impacto, e fixada em seguida ao solo. Se os bordos exteriores dos pneus à frente e atrás não se encontrarem no mesmo plano vertical, pode revelar-se necessária a utilização de duas vigas ou calços. O calço deve ser então colocado contra a jante da roda sujeita à maior carga, situada no lado oposto ao ponto de impacto, segundo as indicações da figura 7.21, apoiado firmemente contra a jante e fixado em seguida na sua base. O comprimento do calço deve ser tal que, colocado contra a jante, forme um ângulo de $30^\circ \pm 3^\circ$ com o solo. Para além disso, deve ter, se possível, uma espessura 20 a 25 vezes inferior ao seu comprimento e 2 a 3 vezes inferior à sua largura. A forma das extremidades dos calços deve ser conforme ao plano de pormenor da figura 7.21.

- 4.2.1.3.6. Se o trator for articulado, o ponto de articulação deve ser sustido por um bloco de madeira com pelo menos 100×100 mm de secção e apoiado lateralmente por um dispositivo semelhante ao calço encostado à roda traseira referido no ponto 4.2.1.3.5. Em seguida, o ponto de articulação deve ser firmemente fixado ao solo.

- 4.2.1.3.7. O bloco pendular deve ser puxado para trás, de forma a que a altura do seu centro de gravidade ultrapasse a que terá no ponto de impacto num valor calculado segundo uma das duas fórmulas seguintes, a escolher em função da massa de referência do conjunto submetido a ensaio:

$$H = 25 + 0,20 M$$

para tratores com uma massa de referência inferior a 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,15 M$$

para tratores com uma massa de referência superior a 2 000 kg.

- 4.2.1.3.8. No caso de tratores com posição de condução reversível (banco e volante reversíveis):

- se a estrutura de proteção consistir num arco de segurança à retaguarda com dois montantes, a altura seleccionada é o valor maior dado pelas fórmulas aplicáveis acima e abaixo:

$$H = (25 + 0,20 M) (B_6 + B) / 2B$$

para tratores com uma massa de referência inferior a 2 000 kg;

$$H = (125 + 0,15 M) (B_6 + B) / 2B$$

para tratores com uma massa de referência superior a 2 000 kg.

- para outros tipos de estrutura de proteção, a altura seleccionada é o valor

maior dado pelas fórmulas aplicáveis acima e abaixo:

$$H = 25 + 0,20 M$$

para tratores com uma massa de referência inferior a 2 000 kg;

$$H = 125 + 0,15 M$$

para tratores com uma massa de referência superior a 2 000 kg.

Solta-se em seguida o bloco pendular, que vai embater contra a estrutura de proteção.

4.2.1.4. Esmagamento à retaguarda

Todas as disposições são idênticas às que figuram no ponto 3.2.1.4 da parte B1 do presente anexo.

4.2.1.5. Esmagamento à frente

Todas as disposições são idênticas às que figuram no ponto 3.2.1.5 da parte B1 do presente anexo.

4.2.1.6. Ensaio de impacto adicionais

Se aparecerem fraturas ou fissuras não admissíveis durante um ensaio de impacto, é necessário proceder a um segundo ensaio semelhante, mas com uma altura de queda igual a:

$$H' = (H \times 10^{-1}) (12 + 4a) (1 + 2a)^{-1}$$

imediatamente após o ensaio de impacto que originou essas fraturas ou fissuras, sendo «a» a razão entre a deformação permanente (**Dp**) e a deformação elástica (**De**):

$$a = Dp / De$$

medidas no ponto de impacto. A deformação permanente suplementar devida ao segundo impacto não deve ser superior a 30 % da deformação permanente devida ao primeiro impacto.

Para poder realizar o ensaio adicional, é necessário medir a deformação elástica durante todos os ensaios de impacto.

4.2.1.7. Ensaio de esmagamento adicionais

Se, durante um ensaio de esmagamento, aparecerem fraturas ou fissuras significativas, haverá que proceder a um segundo ensaio similar, imediatamente após o ensaio que provocou tais fraturas ou fissuras, mas com uma força igual a **1,2 F_v**.

4.2.2. Medições a efetuar

4.2.2.1. Fraturas e fissuras

Após cada ensaio, examinam-se visualmente, para deteção de fraturas e fissuras, todos os elementos de ligação e estruturais e os dispositivos de fixação, desprezando-se pequenas fraturas em partes não importantes.

Não se tomam em consideração eventuais fissuras provocadas pelas arestas do bloco pendular.

4.2.2.2. Penetração na zona livre

Durante cada ensaio, a estrutura de proteção deve ser examinada para verificar se qualquer parte da mesma penetrou na zona livre à volta do banco do condutor, segundo a definição dada no ponto 1.6.

Além disso, a zona livre não deve situar-se fora do espaço protegido pela estrutura de proteção. Para este efeito, considera-se como fora do espaço de proteção da estrutura qualquer parte deste espaço que entraria em contacto direto com o solo plano se o trator tivesse tombado para o lado em que é aplicada a carga de ensaio. Para realizar esta estimativa, os pneus e as vias dos eixos da frente e da retaguarda devem corresponder às dimensões mínimas especificadas pelo fabricante.

4.2.2.3. Deformação elástica (ao impacto lateral)

A deformação elástica é medida a $(810 + av)$ mm acima do ponto índice do banco, no plano vertical de aplicação da carga. Esta medição pode ser efetuada com a ajuda de um aparelho como o representado na figura 7.4.

4.2.2.4. Deformação permanente

Após o ensaio de esmagamento final, deve registar-se a deformação permanente da estrutura de proteção. Para este efeito, deve usar-se, antes do início do ensaio, a posição dos elementos principais da estrutura de proteção contra a capotagem em relação ao ponto índice do banco.

4.3. Extensão a outros modelos de tratores

Todas as disposições são idênticas às que figuram no ponto 3.3 da parte B1 do presente anexo.

4.4. [Não aplicável]

4.5. Comportamento das estruturas de proteção a baixas temperaturas

Todas as disposições são idênticas às que figuram no ponto 3.5 da parte B1 do presente anexo.

Figura 7.18

Bloco pendular e respetivas correntes ou cabos de suspensão

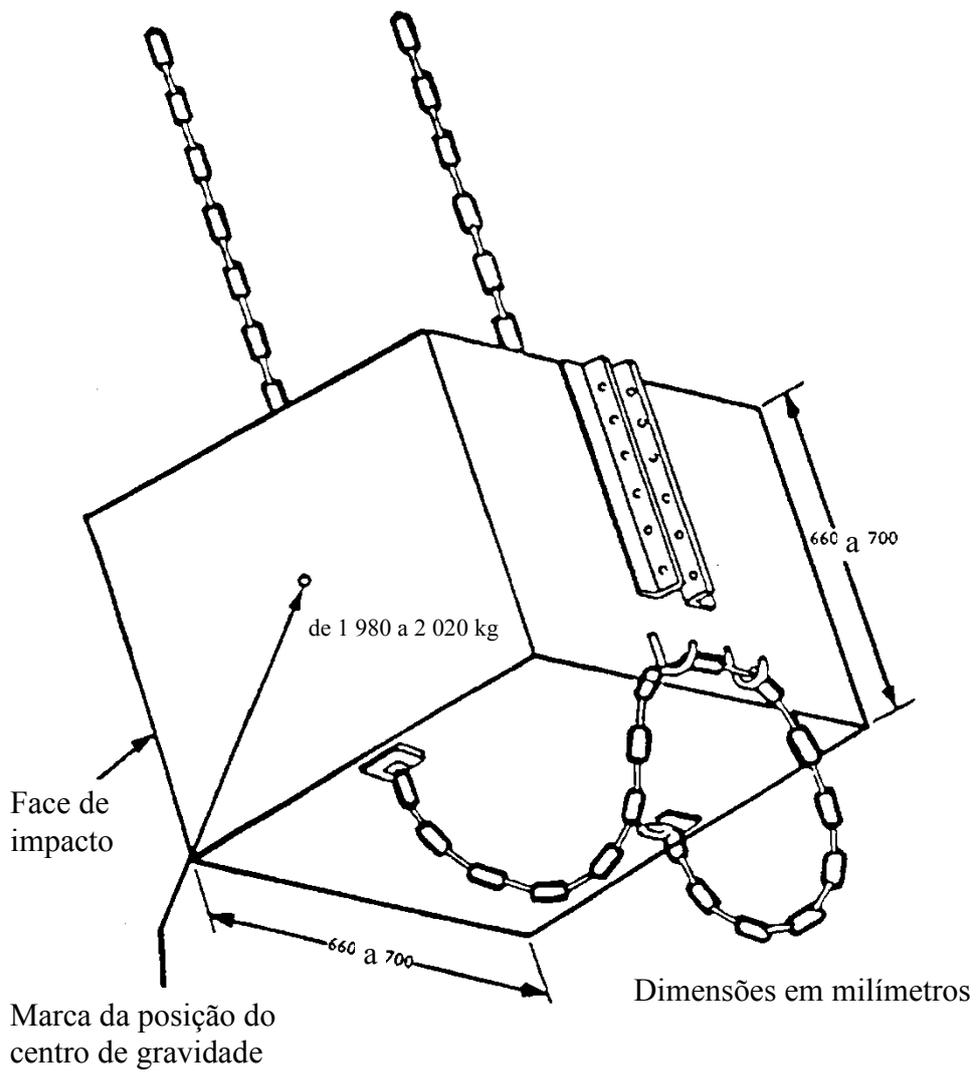


Figura 7.19

Exemplo de fixação do trator (impacto à retaguarda)

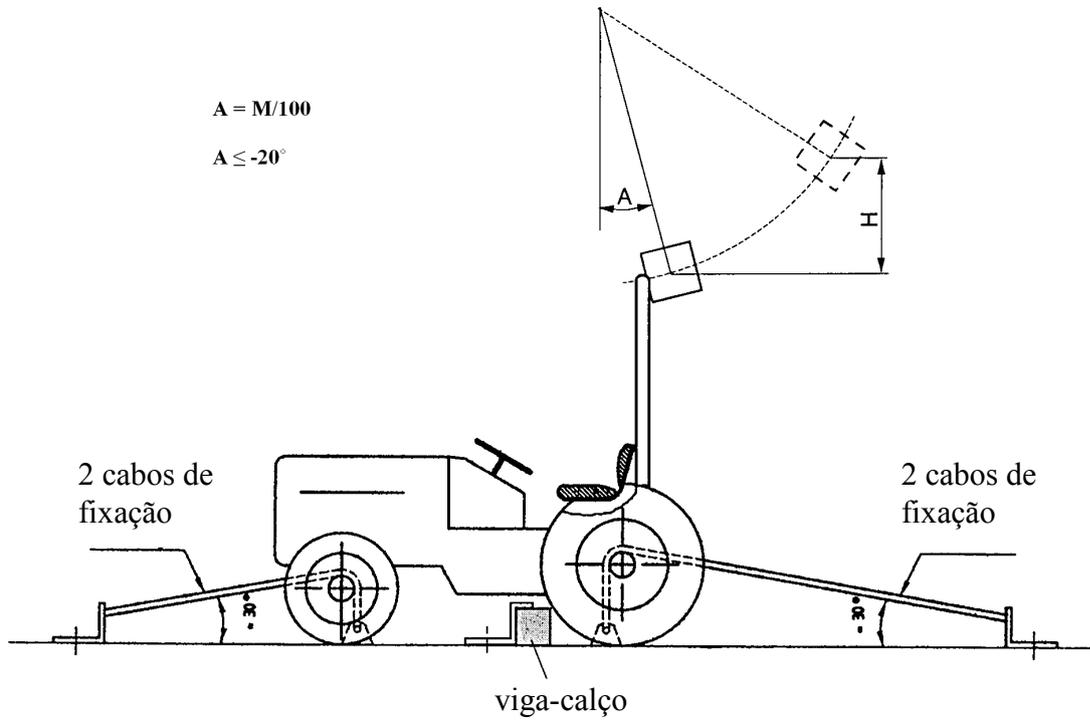


Figura 7.20

Exemplo de fixação do trator (impacto à frente)

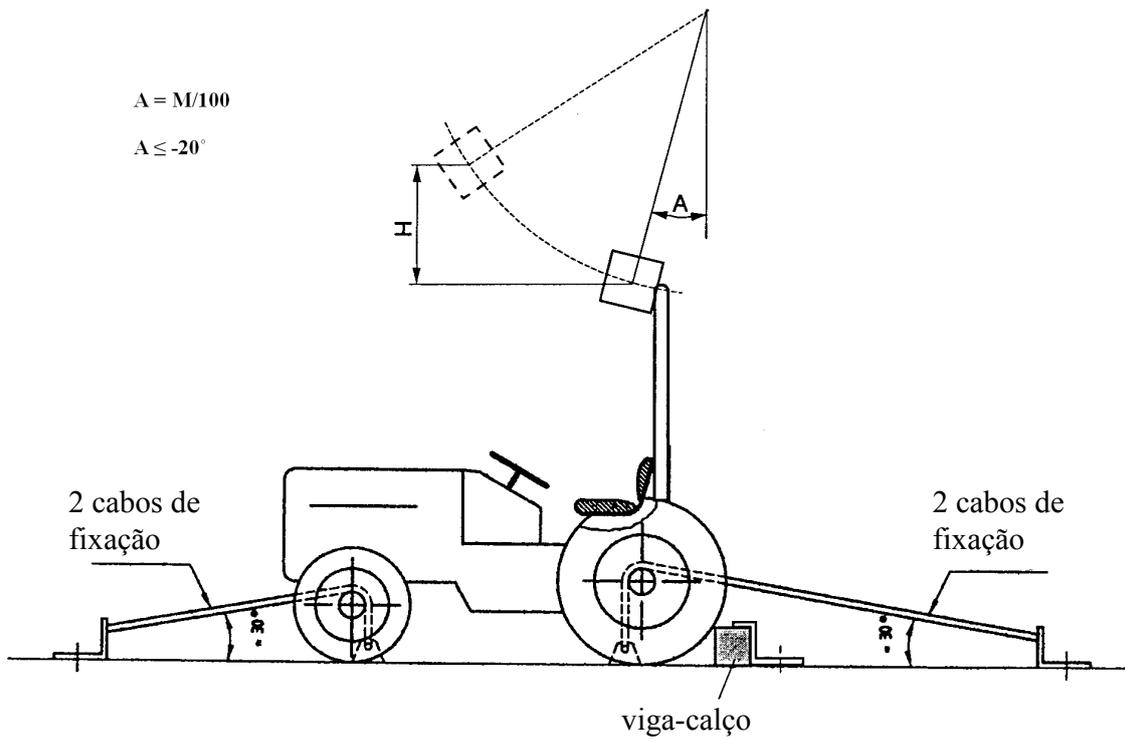
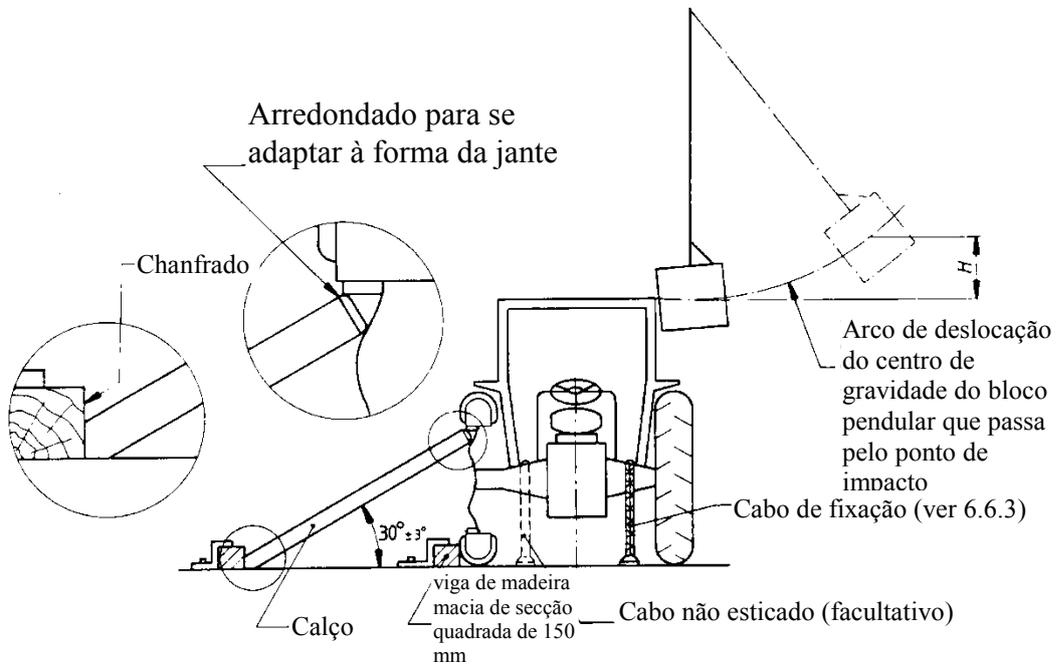


Figura 7.21

Exemplo de fixação do trator (impacto lateral)



A viga-calço é colocada contra a parte lateral das rodas dianteiras e traseiras e o calço contra a jante da roda depois de fixado

Notas explicativas do anexo X

- 1) À exceção da numeração da parte B2, que foi harmonizada com a totalidade do anexo, o texto dos requisitos e a numeração constantes do ponto B são idênticos ao texto e à numeração do código da OCDE normalizado para o ensaio oficial de estruturas de proteção em caso de capotagem montadas na retaguarda em tratores agrícolas e florestais com rodas de via estreita, Código OCDE 7, edição 2015, de julho de 2014.
- 2) Recorda-se aos utilizadores que o ponto índice do banco é determinado de acordo com a norma ISO 5353 e é um ponto fixo em relação ao trator que não se move quando o banco é regulado fora da posição média. Para efeitos da determinação da zona livre, o banco é colocado na posição recuada mais alta.
- 3) Deformação permanente + elástica medidas no ponto em que o nível de energia exigido é obtido.

ANEXO XI

Requisitos aplicáveis às estruturas de proteção contra a queda de objetos

A. Disposições gerais

1. Os requisitos da União aplicáveis às estruturas de proteção contra a queda de objetos são enunciados nas partes B e C.
2. Os veículos das categorias T e C equipados para aplicações florestais devem cumprir os requisitos enunciados na parte B.
3. Todos os outros veículos das categorias T e C, se equipados com estruturas de proteção contra a queda de objetos, devem respeitar os requisitos enunciados nas partes B e C.

B. Requisitos aplicáveis às estruturas de proteção contra a queda de objetos em veículos das categorias T e C equipados para aplicações florestais

Os veículos das categorias T e C equipados para aplicações florestais devem cumprir os requisitos enunciados na norma ISO 8083:2006 (nível I ou nível II).

C. Requisitos aplicáveis às estruturas de proteção contra a queda de objetos em veículos das categorias T e C equipados com tais estruturas⁽¹⁾

1. DEFINIÇÕES

1.1. [Não aplicável]

1.2. Estrutura de proteção contra a queda de objetos (FOPS)

Conjunto que oferece uma proteção razoável contra a queda de objetos por cima da cabeça de um operador na posição de condução.

1.3. Zona de segurança

1.3.1. Zona livre

Para os tratores equipados de uma estrutura de proteção em caso de capotagem ensaiada em conformidade com os anexos VI, VIII, IX e X do presente regulamento, a zona de segurança deve respeitar as especificações da zona livre, tal como definido no ponto 1.6 de cada um desses anexos.

1.3.2. Volume-limite de deformação (VLD)

Para os tratores equipados de estruturas de proteção em caso de capotagem ensaiados em conformidade com o anexo VII do presente regulamento, a zona de segurança deve respeitar o volume-limite de deformação (VLD) definido na norma ISO 3164:1995.

No caso de o trator ter uma posição de condução reversível (banco e volante reversíveis), a zona de segurança deve corresponder à envolvente dos dois VLD definidos pelas duas posições diferentes do volante e do banco.

1.3.3. Área superior da zona de segurança

Respectivamente o plano superior do VLD ou a superfície definida pelos pontos I₁, A₁, B₁, C₁, C₂, B₂, A₂, I₂ da zona livre para os anexos VI e VIII do presente regulamento; o plano descrito nos pontos 1.6.2.3 e 1.6.2.4 do anexo IX do presente regulamento; e a superfície definida pelos pontos H₁, A₁, B₁, C₁, C₂, B₂, A₂, H₂ para o anexo X do presente regulamento.

1.4. Tolerâncias de medição admissíveis

Distância $\pm 5\%$ da deformação máxima medida, ou ± 1 mm

Massa $\pm 0,5\%$

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

2.1. O presente ponto aplica-se a tratores agrícolas que comportam pelo menos dois eixos equipados de rodas com pneus, ou lagartas rolantes em vez de rodas.

2.2. O presente anexo estabelece os procedimentos de ensaio e os requisitos de desempenho para os tratores suscetíveis de ser expostos, aquando da utilização normal, ao risco potencial de queda de objetos durante a sua utilização normal.

3. REGRAS E INSTRUÇÕES

3.1. Disposições gerais

3.1.1. A estrutura de proteção pode ter sido fabricada pelo fabricante do trator ou por uma empresa independente. Em qualquer dos casos, o ensaio só é válido para o modelo de trator no qual foi realizado. A estrutura de proteção deve ser sujeita a um novo ensaio para cada modelo de trator em que se destine a ser montada. No entanto, as estações de ensaio podem certificar que os ensaios de resistência são igualmente válidos para os modelos de trator derivados do modelo original por modificação do motor, da transmissão, da direção e da suspensão dianteira (ver ponto 3.4: extensão a outros modelos de tratores). Por outro lado, várias estruturas de proteção podem ser objeto de um ensaio para um mesmo modelo de trator.

3.1.2. A estrutura de proteção apresentada a ensaio deve comportar pelo menos a totalidade dos componentes que transferem carga do local de impacto do ensaio de queda de objeto para a zona de segurança. A estrutura de proteção apresentada a ensaio deve ser i) firmemente fixada ao banco de ensaio nos pontos de fixação normais (ver figura 10.3 - configuração de ensaio mínima), ou ii) fixada ao quadro do trator da maneira normal, por meio de suportes, fixações ou componentes de suspensão empregados na produção normal e outras peças do trator que possam ser afetadas por cargas impostas pela estrutura de proteção [ver figuras 10.4(a) e 10.4(b)]. O quadro do veículo deve ser montado de forma rígida no pavimento do recinto de ensaios.

3.1.3. Uma estrutura de proteção deve ser concebida exclusivamente com o objetivo de proteger o condutor em caso de queda de objetos. Sobre esta estrutura pode ser possível montar uma proteção do condutor contra intempéries, de natureza mais ou menos temporária. Geralmente, o condutor retira esta proteção em períodos de tempo quente. Existem também estruturas de proteção cujo revestimento é permanente e nas quais a ventilação em alturas de tempo quente é assegurada por janelas ou defletores. Como o revestimento pode aumentar a resistência da estrutura e, se for amovível, pode não estar montado aquando de um acidente, todas as partes que puderem ser retiradas pelo

condutor devem ser retiradas para fins de ensaio. As portas, o teto de abrir e as janelas que se podem abrir devem ser retirados ou, em alternativa, mantidos em posição aberta durante o ensaio para não contribuírem para a resistência da estrutura de proteção. Há que verificar se, nesta posição, constituem um perigo para o condutor em caso de queda de objeto.

No texto que se segue, será apenas feita referência ao ensaio da estrutura de proteção. Deve entender-se que esta compreende revestimento de natureza não temporária.

Dever-se-á incluir nas especificações uma descrição de qualquer revestimento temporário eventualmente fornecido. As vidraças ou qualquer material frágil similar devem ser retirados antes dos ensaios. Os elementos do trator e da estrutura de proteção que poderiam inutilmente ser danificados pelos ensaios e que não afetam a resistência ou as dimensões da estrutura de proteção podem ser retirados antes dos ensaios, se o fabricante o desejar. Não são admitidas regulações nem reparações durante os ensaios. O fabricante pode fornecer várias amostras idênticas se forem exigidos vários ensaios de queda de objetos.

- 3.1.4. Se a mesma estrutura for utilizada para a avaliação da estrutura de proteção contra a queda de objetos e a estrutura de proteção em caso de capotagem, o ensaio da proteção contra a queda de objetos deve preceder o da estrutura de proteção em caso de capotagem (em conformidade com os anexos VI, VII, VIII, IX e X do presente regulamento), sendo permitida a retirada das zonas de impacto ou a substituição da cobertura da estrutura de proteção contra a queda de objetos.

3.2. Aparelhagem e procedimentos

3.2.1. Equipamento

3.2.1.1. Objeto para o ensaio de queda

O objeto para o ensaio de queda deve ser esférico e será largado de uma altura suficiente para desenvolver uma energia de 1365 J, devendo a altura de queda definida em função da sua massa. O objeto de ensaio, com uma superfície de impacto que apresenta propriedades que asseguram uma resistência contra as deformações durante o ensaio, deve ser uma esfera de aço maciço ou de ferro dúctil com uma massa específica de 45 ± 2 Kg e um diâmetro entre 200 e 250 mm (quadro 10.1).

NÍVEL DE ENERGIA (J)	ZONA DE SEGURANÇA	OBJETO DE QUEDA	DIMENSÕES (mm)	MASSA (kg)
1365	Zona livre*	Esfera	$200 \leq \text{Diâmetro} \leq 250$	45 ± 2
1365	VLD**	Esfera	$200 \leq \text{Diâmetro} \leq 250$	45 ± 2

Quadro 10.1

Nível de energia, zona de segurança e seleção de objeto para ensaio de queda

* Relativamente a tratores cuja ROPS deve ser ensaiada em conformidade com os anexos VI, VIII, IX ou X do presente regulamento.

** Relativamente a tratores cuja ROPS deve ser ensaiada em conformidade com o anexo VII do presente regulamento.

A instalação de ensaio deve igualmente proporcionar:

3.2.1.2.

Dispositivo que permite elevar o objeto de ensaio de queda até à altura necessária;

3.2.1.3.

Dispositivo que permite soltar o objeto de ensaio de modo a que caia em queda livre;

3.2.1.4.

Superfície de resistência suficiente para não ser deformada pelo engenho ou o banco de ensaio sob a carga do ensaio de queda;

3.2.1.5.

Dispositivo que permite determinar se a FOPS penetra na zona de segurança durante o ensaio de queda. Pode ser uma ou outra das seguintes opções:

- por um gabarito da zona de segurança, colocado na posição levantada, feito de um material capaz de indicar qualquer penetração pela FOPS; poderá ser aplicada gordura ou qualquer outra matéria adequada sobre a superfície inferior da cobertura da FOPS a fim de indicar tal penetração;
- por um aparelho dinâmico, de uma frequência de resposta suficiente para indicar a deformação prevista da FOPS na zona de segurança.

3.2.1.6.

Prescrições relativas à zona de segurança:

Em caso de utilização de um gabarito da zona de segurança, este deve ser fixado firmemente à mesma parte do trator à qual está fixado o banco do operador e deve permanecer nesta posição durante todo o ensaio.

3.2.2.

Procedimento

O procedimento de ensaio de queda deve consistir nas operações seguintes, a realizar pela ordem indicada.

3.2.2.1.

Colocar o objeto de ensaio de queda (3.2.1.1) no topo da FOPS, no lugar designado no ponto 3.2.2.2.

3.2.2.2.

Quando a zona de segurança for representada pela zona livre, o ponto de impacto deve estar situado na projeção vertical da zona livre e no lugar mais afastado dos principais elementos estruturais (ver figura 10.1).

Quando a zona de segurança for representada pelo VLD, o ponto de impacto deve estar inteiramente situado dentro da projeção vertical da zona de segurança, na posição

vertical desse mesmo volume, sobre o topo da FOPS. O que se pretende é que o ponto de impacto abranja pelo menos uma parte da projeção vertical do plano superior da zona de segurança.

Dois casos devem ser considerados:

- 3.2.2.2.1. Caso 1: Os principais elementos superiores e horizontais da FOPS não se inscrevem na projeção vertical da zona de segurança sobre a superfície superior da FOPS.

O ponto de impacto deve estar o mais perto possível do centro de gravidade da parte superior da FOPS (ver figura 10.2 - caso 1).

- 3.2.2.2.2. Caso 2: Os principais elementos superiores e horizontais da FOPS penetram na projeção vertical da zona de segurança sobre a superfície superior da estrutura de proteção.

Quando o material que cobre todas as superfícies acima da zona de segurança for de espessura uniforme, o ponto de impacto deve situar-se na superfície de maior dimensão, sendo esta a maior secção da área de projeção vertical da zona de segurança, que não inclui elementos principais superiores e horizontais. O ponto de impacto deve corresponder ao ponto, dentro da superfície de maior dimensão, que se encontra à menor distância possível do centro de gravidade da parte superior da FOPS (ver figura 10.2 - caso 2).

- 3.2.2.3. Independentemente de a zona de segurança ser representada pela zona livre ou pelo VLD, quando forem utilizados materiais diferentes ou uma espessura diferente para as diversas superfícies projetadas acima da zona de segurança, cada superfície deve ser sujeita a um ensaio de queda. Caso sejam exigidos vários ensaios de queda, o fabricante pode fornecer várias amostras idênticas da FOPS (ou partes da mesma) (uma para cada ensaio de queda). Se características de construção, tais como aberturas para janelas ou equipamentos, diferenças de materiais de cobertura ou de espessura deixarem supor a existência de um lugar mais vulnerável dentro da projeção vertical da zona de segurança, então a queda deve ser realizada nesse lugar. Além disso, se estiver previsto preencher as aberturas na FOPS com dispositivos ou equipamentos para fornecer uma proteção adequada, estes devem estar instalados durante o ensaio de queda.

- 3.2.2.4. Içar o objeto de queda verticalmente acima dos pontos indicados em 3.2.2.1 e 3.2.2.2, a uma altura que permita que a energia desenvolvida seja de 1 365 J.

- 3.2.2.5. Soltar o objeto de modo a que caia livremente sobre a FOPS.

- 3.2.2.6. Como é pouco provável que uma queda livre do objeto atinja exatamente o local posicionado como indicado em 3.2.2.1 e 3.2.2.2, são aplicados os seguintes desvios máximos.

- 3.2.2.7. O ponto de impacto do objeto de ensaio de queda deve situar-se dentro de um círculo de 100 mm de raio cujo centro deve coincidir com o eixo vertical do objeto de queda, posicionado de acordo com os pontos 3.2.2.1 e 3.2.2.2).

- 3.2.2.8. Não é fixado qualquer limite quanto à posição ou ao aspeto dos impactos ulteriores resultantes de ressalto.

- 3.3. Requisitos de desempenho

A zona de segurança não deve ser penetrada por nenhuma parte da estrutura de proteção após o primeiro impacto ou qualquer outro impacto ulterior do objeto de ensaio de queda. Se o objeto de queda penetrar na FOPS, esta deve ser considerada como não tendo passado no ensaio.

Nota 1: Em caso de estrutura de proteção em camadas múltiplas, devem ser consideradas todas as camadas, incluindo a mais profunda.

Nota 2: Considera-se que o objeto de queda penetrou na estrutura de proteção se pelo menos metade do volume da esfera tiver penetrado na camada mais profunda.

A FOPS deve cobrir e sobrepor-se completamente à projeção vertical da zona de segurança.

Se o trator for equipado com uma estrutura de proteção contra a queda de objetos fixada sobre uma estrutura de proteção em caso de capotagem homologada, a estação de ensaio que realizou o ensaio da estrutura de proteção em caso de capotagem será em princípio a única autorizada a realizar o ensaio da estrutura de proteção contra a queda de objetos e a solicitar a homologação.

3.4. Extensão a outros modelos de tratores

3.4.1. [Não aplicável]

3.4.2. Extensão técnica

Se o ensaio for realizado com os componentes mínimos exigidos (como indicado na figura 10.3), a estação de ensaio que realizou o ensaio original pode emitir um «boletim de extensão técnica» nos casos seguintes: [ver 3.4.2.1]

Se o ensaio tiver sido realizado com a inclusão de acessórios/fixações da estrutura de proteção ao trator/quadro (como ilustra a figura 10.4), então, no caso de modificações técnicas a um trator, à estrutura de proteção ou ao método de fixação da estrutura de proteção ao quadro do trator, a estação de ensaio que realizou o ensaio original pode emitir um «boletim de extensão técnica» nos casos seguintes: [ver 3.4.2.1]

3.4.2.1. Extensão dos resultados de ensaios estruturais a outros modelos de tratores

Os ensaios de impacto não são obrigatórios para cada modelo de trator, desde que a estrutura de proteção e o trator satisfaçam as condições previstas nos pontos 3.4.2.1.1 a 3.4.2.1.3.

3.4.2.1.1. A estrutura deve ser idêntica àquela já ensaiada;

3.4.2.1.2. Se o ensaio efetuado tiver incluído o método de fixação ao quadro do veículo, os componentes de fixação ao trator / as fixações da estrutura de proteção devem ser idênticos;

3.4.2.1.3. A posição e as dimensões críticas do banco no interior da estrutura de proteção e as posições relativas da estrutura de proteção no trator devem ser tais que a zona de segurança continue a ser protegida pela estrutura deformada durante todos os ensaios (a verificação deve fazer-se de acordo com a mesma referência de zona livre que no relatório de ensaio original, ou seja o ponto de referência do banco [SRP] ou o ponto índice do banco [SIP]).

3.4.2.2. Extensão dos resultados de ensaio estruturais a modelos alterados da estrutura de proteção

Este procedimento deve ser seguido quando as disposições do ponto 3.4.2.1 não se encontram preenchidas. Não deve ser aplicado se o princípio do método de fixação da estrutura de proteção ao trator for modificado (por exemplo, substituição dos suportes de borracha por um dispositivo de suspensão):

Modificações que não afetam os resultados do ensaio original (por exemplo, a fixação por soldadura da placa de montagem de um acessório a um ponto não crítico da estrutura de proteção), inserção de bancos com uma posição diferente do SRP ou do SIP na estrutura de proteção (sob reserva de verificação que a(s) nova(s) zona(s) de segurança continua(m) a ser protegida(s) pela estrutura deformada durante todos os ensaios).

Um mesmo boletim de extensão pode cobrir várias modificações de uma estrutura de proteção se estas representarem diferentes opções da mesma estrutura de proteção. As opções não ensaiadas devem ser descritas numa secção específica do boletim de extensão.

3.4.3. Em qualquer caso, o relatório de ensaio deve conter uma referência ao relatório de ensaio original.

3.5. [Não aplicável]

3.6. Comportamento das estruturas de proteção a baixas temperaturas

3.6.1. Se o fabricante indicar que a estrutura de proteção possui uma resistência especial à fragilização que ocorre a baixas temperaturas, deve dar informações pormenorizadas que serão incluídas no boletim de ensaio.

3.6.2. Os requisitos e processos descritos a seguir destinam-se a reforçar a estrutura de proteção e a evitar as fraturas a baixas temperaturas. Sugere-se que, em termos de materiais utilizados, sejam observados os requisitos mínimos seguintes na apreciação da adequação da estrutura de proteção para operar a baixas temperaturas nos países em que esta proteção adicional é exigida;

3.6.2.1. Os pernos e as porcas usados na fixação da estrutura de proteção ao trator e para ligar as partes estruturais da estrutura de proteção devem ter propriedades suficientes e comprovadas de resistência às baixas temperaturas.

3.6.2.2. Todos os elétrodos de soldadura utilizados no fabrico dos elementos estruturais e as fixações ao trator devem ser compatíveis com os materiais utilizados para a estrutura de proteção, como indicado no ponto 3.8.2.3.

3.6.2.3. Os aços utilizados nos elementos estruturais da estrutura de proteção devem ser sujeitos a um controlo de dureza e exibir um nível mínimo no ensaio de Charpy com entalhe em V segundo as indicações do quadro 10.2. A qualidade e a classe do aço devem ser especificadas segundo a norma ISO 630:1995, Amd 1:2003.

Um aço de uma espessura bruta de laminação inferior a 2,5 mm e um teor de carbono inferior a 0,2 % é considerado satisfatório.

Os elementos estruturais da estrutura de proteção construídos com outros materiais que não o aço devem ter uma resistência equivalente à exigida aos materiais em aço.

- 3.6.2.4. Ao realizar o ensaio de Charpy com entalhe em V para verificação dos requisitos mínimos de energia de impacto, a dimensão do provete não deve ser inferior à maior das dimensões enumeradas no quadro 1 admitidas pelo material.
- 3.6.2.5. Os ensaios de Charpy com entalhe em V devem ser realizados em conformidade com o procedimento descrito em ASTM A 370-1979, exceto para as dimensões dos provetes que devam respeitar as dimensões dadas no quadro 10.2.
- 3.6.2.6. Uma outra maneira de proceder consiste em utilizar aços calmados ou semicalmados, devendo ser fornecidas especificações adequadas. A qualidade e a classe do aço devem ser especificadas segundo a norma ISO 630:1995, Amd 1:2003.
- 3.6.2.7. Os provetes devem ser retirados no sentido longitudinal de laminados planos, de perfis tubulares ou estruturais antes de lhes ser dada forma ou serem soldados para uso na estrutura de proteção. Os provetes retirados dos perfis tubulares ou estruturais devem ser retirados do meio do lado que tem a maior dimensão e não devem incluir soldaduras.

Dimensões do provete	Energia a	
	-30 °C	-20 °C
mm	J	J ^{b)}
10 x 10 ^{a)}	11	27,5
10 x 9	10	25
10 x 8	9,5	24
10 x 7,5 ^{a)}	9,5	24
10 x 7	9	22,5
10 x 6,7	8,5	21
10 x 6	8	20
10 x 5 ^{a)}	7,5	19
10 x 4	7	17,5
10 x 3,5	6	15
10 x 3	6	15
10 x 2,5 ^{a)}	5,5	14

Quadro 10.2

Energia de impacto — Nível mínimo de energia de impacto requerido no ensaio de Charpy com entalhe em V

para materiais utilizados para a estrutura de proteção com os provetes a uma temperatura de -20 °C e -30 °C

- a) Indica as dimensões preferenciais. As dimensões do provete não devem ser inferiores às maiores

dimensões preferenciais admitidas pelo material.

- b) A energia requerida a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ é igual a 2,5 vezes o valor especificado para $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Outros fatores afetam a resistência à energia de impacto, a saber, o sentido da laminação, o limite de elasticidade, a orientação do grão e a soldadura. Estes fatores devem ser considerados ao selecionar e utilizar o aço.

Figura 10.1

Ponto de impacto em relação à zona livre

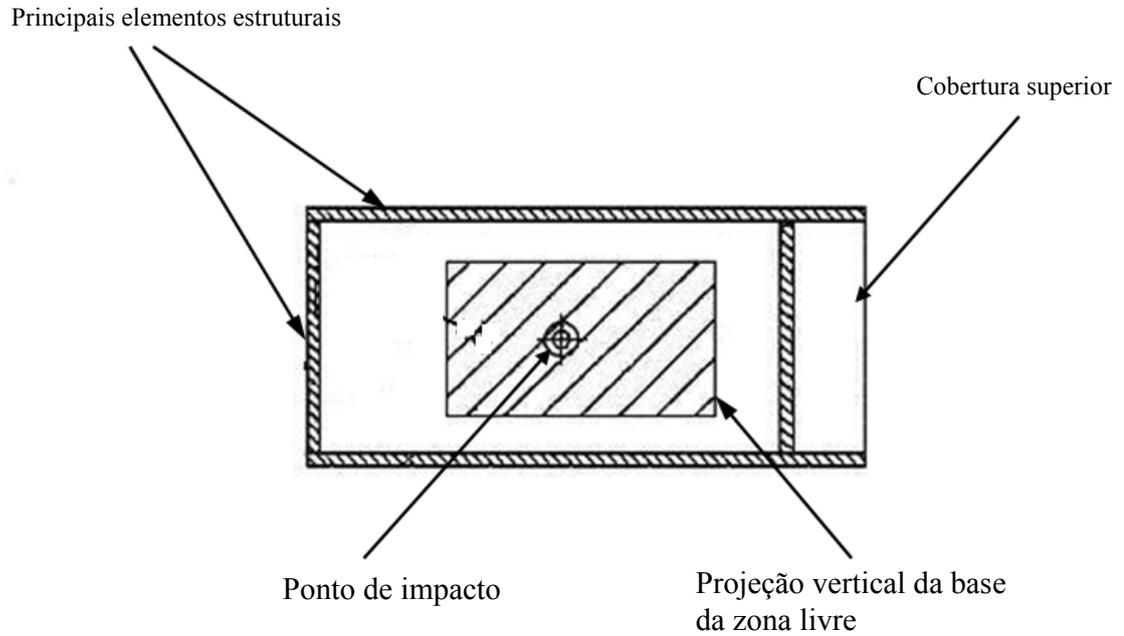
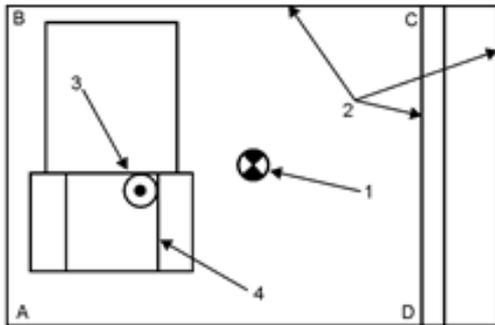


Figura 10.2

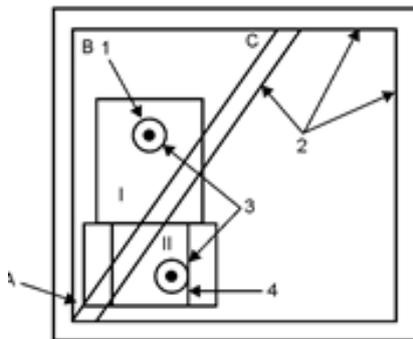
Pontos de impacto do ensaio de queda referentes ao VLD



Caso 1

Legenda

- 1. Centro de gravidade A-B-C-D
- 2. Principais elementos
- 3. Objeto de queda
- 4. Plano superior do VLD



Caso 2

Legenda

- 1. Centro de gravidade A-B-C
- 2. Principais elementos
- 3. Objeto de queda
- 4. Plano superior do VLD

Figura 10.3

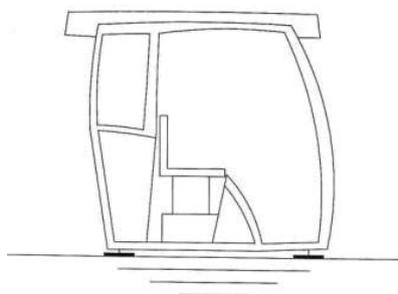
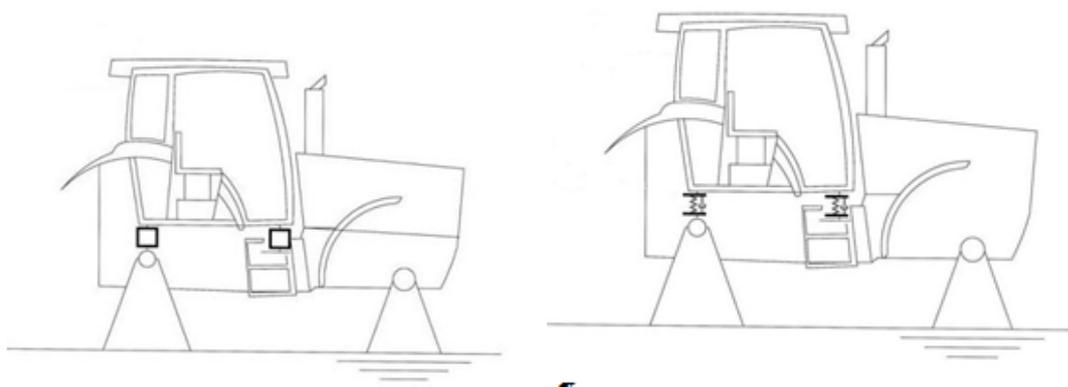


Figura 10.4:-

Configurações de ensaio da FOPS quando fixada a um veículo

Figura 10.4a (esquerda) por fixações / acessórios e Figura 10.4b (direita) por componentes de suspensão



Notas explicativas do anexo XI

- 1) Salvo indicação em contrário, o texto dos requisitos e a numeração constantes do ponto C são idênticos ao texto e à numeração do código da OCDE normalizado para o ensaio oficial das estruturas de proteção contra a queda de objetos em tratores agrícolas e florestais, Código OCDE 10, edição 2015 de julho de 2014.

ANEXO XII
Requisitos aplicáveis aos bancos dos passageiros

1. Requisitos

- 1.1. Os bancos de passageiros, se os houver, devem estar em conformidade com os requisitos enunciados na norma EN 15694:2009 e com os requisitos do ponto 2.4 do anexo XIV.
- 1.2. Um veículo equipado com um selim e guiador e com uma massa sem carga, em ordem de marcha, excluindo a massa do condutor, inferior a 400 kg, e concebido para transportar um passageiro deve cumprir os requisitos técnicos para bancos de passageiros de veículos ATV de tipo II prescritos na EN 15997:2011, como alternativa à EN 15694:2009.

ANEXO XIII

Requisitos aplicáveis à exposição do condutor ao nível sonoro

1. Requisitos gerais

1.1. Unidade de medida

O nível sonoro LA mede-se em dB com ponderação A, expresso como dB(A).

1.2. Valores-limite do nível sonoro

Nos tratores agrícolas e florestais, de rodas ou lagartas, a exposição do condutor ao nível sonoro deve situar-se dentro dos seguintes limites:

90 dB(A) em conformidade com o método 1 descrito no ponto 2,

ou

86 dB(A) em conformidade com o método 2 descrito no ponto 3.

1.3. Aparelhos de medição

As medições do nível sonoro à altura dos ouvidos dos condutores devem ser feitas por meio de um sonómetro conforme com o tipo descrito na publicação n.º 179, primeira edição de 1965, da Comissão Eletrotécnica Internacional.

Em caso de leituras variáveis, é necessário tomar os valores médios dos valores máximos.

2. Método de ensaio 1

2.1. Condições de medição

As medições devem ser feitas nas seguintes condições:

2.1.1. O trator deve estar sem carga, isto é, sem acessórios opcionais, mas com fluido de arrefecimento, lubrificantes, reservatório de combustível cheio, ferramentas e condutor. Este último não deve estar vestido com roupas demasiado pesadas nem usar cachecol ou chapéu. Nenhum objeto suscetível de exercer uma ação perturbadora no campo sonoro se deverá encontrar sobre o trator.

2.1.2. Os pneus devem estar cheios à pressão de ar prescrita pelo fabricante do trator; o motor, a transmissão e os eixos motores devem encontrar-se à temperatura normal de funcionamento e, se o trator tiver tomadas de arrefecimento de ar, estas devem permanecer abertas durante as medições;

2.1.3. O equipamento adicional acionado pelo motor ou de modo autónomo, como por exemplo os limpa-para-brisas, a ventoinha de ar quente, a tomada de força, etc., deve ser posto fora de funcionamento durante o tempo das medições se for suscetível de influenciar a medição do nível sonoro; os órgãos que normalmente funcionam em simultâneo com o motor, como a ventoinha de arrefecimento do motor, devem estar em funcionamento durante o período das medições;

2.1.4. a zona de ensaio tem de estar localizada numa zona aberta e suficientemente silenciosa; pode ser, por exemplo, um espaço aberto de 50 metros de raio, com uma parte central com um raio de pelo menos 20 metros, que seja praticamente horizontal ou por uma zona plana com uma pista sólida, tanto quanto possível plana e sem fendas. Se possível, a pista deve estar limpa e seca (por exemplo sem gravilha, folhagem, neve, etc.). Declives e desníveis serão apenas admissíveis se as variações do nível sonoro por eles causadas se encontrarem dentro dos limites de erro dos aparelhos de medição.

2.1.5. O piso da pista deve ser de natureza tal que os pneus não produzam ruído excessivo;

2.1.6. O tempo deve estar limpo e sem vento ou com vento fraco.

O nível sonoro ambiente causado pelo vento ou outras fontes sonoras à altura do ouvido do condutor deverá ser inferior em pelo menos 10 dB(A) ao nível sonoro do trator.

2.1.7. No caso de se utilizar um veículo para o registo das medições, este deve ser rebocado ou conduzido a uma distância suficientemente afastada do trator para evitar qualquer interferência. Durante as medições, não deve haver nenhum objeto suscetível de perturbar nem nenhuma superfície refletora a menos de 20 metros de cada lado da pista de ensaio nem a menos de 20 metros da frente e da retaguarda do trator. Esta condição pode considerar-se satisfeita se as variações do nível sonoro assim causadas permanecerem dentro dos limites de erro; caso contrário, a medição deve ser suspensa durante o período de perturbação.

2.1.8. Todas as medições de uma mesma série devem ser executadas na mesma pista.

2.1.9. Os veículos da categoria C com lagartas rolantes metálicas devem ser ensaiados sobre uma camada de areia húmida, tal como especificado no ponto 5.3.2 da norma ISO 6395:2008.

2.2. Método de medição

2.2.1. O microfone deve ser colocado 250 mm ao lado do plano médio do banco, sendo o lado escolhido aquele em que se registar o nível sonoro mais elevado.

A membrana do microfone deve estar dirigida para a frente e o centro do microfone colocado a 790 mm acima e a 150 mm à frente do ponto de referência do banco (S) descrito no anexo III. Deve ser evitada uma vibração excessiva do microfone.

2.2.2. O nível sonoro máximo em dB(A) é determinado do seguinte modo:

2.2.2.1. Nos tratores equipados de série com uma cabina fechada, todas as aberturas (por exemplo portas, janelas, etc.) devem estar fechadas durante uma primeira série de medições;

2.2.2.1.1. Durante uma segunda série de medições, é necessário deixá-las abertas desde que, uma vez abertas, não constituam um perigo para a circulação rodoviária; os para-brisas rebatíveis, no entanto, devem permanecer fechados;

2.2.2.2. O ruído deve ser medido utilizando a resposta lenta do sonómetro à carga correspondente ao ruído máximo na combinação da caixa de velocidades que permita obter a velocidade para a frente mais próxima de 7,5 km/h, ou de 5 km/h nos tratores com lagartas rolantes metálicas.

O acelerador deve ser carregado a fundo. Partindo de uma carga nula, a carga aplicada

deve ser aumentada até à obtenção do nível sonoro máximo. A cada aumento de carga, deve dar-se tempo até o nível sonoro estabilizar, antes de proceder à medição.

- 2.2.2.3. O ruído deve ser medido utilizando a resposta lenta do sonómetro à carga correspondente ao ruído máximo numa combinação qualquer da caixa de velocidades, mas diferente da referida no ponto 2.2.2.2 e para a qual se tenha registado um nível sonoro pelo menos 1 dB(A) superior ao registado à velocidade mencionada no ponto 2.2.2.2.

O acelerador deve ser carregado a fundo. Partindo de uma carga nula, a carga aplicada deve ser aumentada até à obtenção do nível sonoro máximo. A cada aumento de carga, deve dar-se tempo até o nível sonoro estabilizar, antes de proceder à medição.

- 2.2.2.4. O ruído deve ser medido à velocidade máxima de projeto do trator sem carga.

2.3 Teor do relatório de ensaio

- 2.3.1. Relativamente aos tratores das categorias T e C com lagartas rolantes de borracha, o relatório de ensaio deve incluir as medições do nível sonoro levadas a cabo nas seguintes condições:

2.3.1.1. Com a relação de caixa que permita aproximar-se o mais possível da velocidade de 7,5 km/h.

2.3.1.2. Com qualquer outra relação de caixa, se as condições mencionadas no ponto 2.2.2.3 estiverem preenchidas;

2.3.1.3. À velocidade máxima de projeto.

- 2.3.2. Relativamente aos tratores da categoria C com lagartas rolantes metálicas, o relatório de ensaio deve incluir as medições do nível sonoro levadas a cabo nas seguintes condições:

2.3.2.1. Com a relação de caixa que permita aproximar-se o mais possível da velocidade de 5 km/h;

2.3.2.2. Com o trator imobilizado.

2.4. Critérios de avaliação

2.4.1. No que se refere aos tratores da categoria T com lagartas rolantes de borracha, as medições descritas nos pontos 2.2.2.1, 2.2.2.2, 2.2.2.3 e 2.2.2.4 não podem ultrapassar os valores indicados no ponto 1.2.

2.4.2. No que se refere aos tratores da categoria C com lagartas rolantes metálicas, a medição descrita no ponto 2.3.2.2 não pode ultrapassar os valores indicados no ponto 1.2. As medições descritas nos pontos 2.3.2.1 e 2.3.2.2 devem ser incluídas no relatório de ensaio.

3. Método de ensaio 2

3.1. Condições de medição

As medições devem ser feitas nas seguintes condições:

- 3.1.1. O trator deve estar sem carga, isto é, sem acessórios opcionais, mas com fluido de arrefecimento e lubrificantes, reservatório de combustível cheio, ferramentas e condutor. Este último não deve estar vestido com roupas demasiado pesadas nem usar cachecol ou

chapéu. Nenhum objeto suscetível de exercer uma ação perturbadora no campo sonoro se deverá encontrar sobre o trator.

3.1.2. Os pneus devem estar cheios à pressão de ar prescrita pelo fabricante do trator; o motor, a transmissão e os eixos motores devem encontrar-se à temperatura normal de funcionamento e, se o motor tiver tomadas de ar de arrefecimento, estas devem permanecer completamente abertas.

3.1.3. O equipamento adicional acionado pelo motor ou de modo autónomo, como por exemplo os limpa-para-brisas, a ventoinha de ar quente, a tomada de força, etc., deve ser posto fora de funcionamento durante o tempo das medições se for suscetível de influenciar a medição do nível sonoro; os órgãos que normalmente funcionam em simultâneo com o motor, como a ventoinha de arrefecimento do motor, devem estar em funcionamento durante o período das medições;

3.1.4. A zona de ensaio tem de estar localizada numa zona aberta e suficientemente silenciosa: pode ser, por exemplo, um espaço aberto de 50 metros de raio, com uma parte central com um raio de pelo menos 20 metros, que seja praticamente horizontal ou por uma zona plana com uma pista sólida, tanto quanto possível plana e sem fendas. Se possível, a pista deve estar limpa e seca (por exemplo sem gravilha, folhagem, neve, etc.). Declives e desníveis serão apenas admissíveis se as variações do nível sonoro por eles causadas se encontrarem dentro dos limites de erro dos aparelhos de medição;

3.1.5. O piso da pista deve ser de natureza tal que os pneus não produzam ruído excessivo;

3.1.6. O tempo deve estar limpo e sem vento ou com vento fraco.

O nível sonoro ambiente causado pelo vento ou outras fontes sonoras à altura do ouvido do condutor deverá ser inferior em pelo menos 10 dB(A) ao nível sonoro do trator.

3.1.7. No caso de se utilizar um veículo para o registo das medições, este deve ser rebocado ou conduzido a uma distância suficientemente afastada do trator para evitar qualquer interferência. Durante as medições, não deve haver nenhum objeto suscetível de perturbar nem nenhuma superfície refletora a menos de 20 metros de cada lado da pista de ensaio nem a menos de 20 metros da frente e da retaguarda do trator. Esta condição pode considerar-se satisfeita se as variações do nível sonoro assim causadas permanecerem dentro dos limites de erro; caso contrário, a medição deve ser suspensa durante o período de perturbação.

3.1.8. Todas as medições de uma mesma série devem ser executadas na mesma pista.

3.1.9. Os veículos da categoria C com lagartas rolantes metálicas devem ser ensaiados sobre uma camada de areia húmida, tal como especificado no ponto 5.3.2 da norma ISO 6395:2008.

3.2. Método de medição

3.2.1. O microfone deve ser colocado 250 mm ao lado do plano médio do banco, sendo o lado escolhido aquele em que se registar o nível sonoro mais elevado.

A membrana do microfone deve estar dirigida para a frente e o centro do microfone colocado a 790 mm acima e a 150 mm à frente do ponto de referência do banco (S) descrito no anexo III. Deve ser evitada uma vibração excessiva do microfone.

3.2.2. O nível sonoro é determinado do seguinte modo:

- 3.2.2.1. O trator deve circular sobre um mesmo percurso à mesma velocidade de ensaio pelo menos três vezes durante pelo menos 10 segundos;
- 3.2.2.2. Nos tratores equipados de série com uma cabina fechada, todas as aberturas (por exemplo portas, janelas, etc.) devem estar fechadas durante uma primeira série de medições;
- 3.2.2.2.1. Durante uma segunda série de medições, é necessário deixá-las abertas desde que, uma vez abertas, não constituam um perigo para a circulação rodoviária; os para-brisas rebatíveis, no entanto, devem permanecer fechados;
- 3.2.2.3. O ruído deve ser medido ao regime máximo do motor utilizando a resposta lenta do sonómetro, ou seja, na combinação de caixa de velocidades que permita obter a velocidade mais próxima de 7,5 km/h ao regime nominal do motor. O trator deve estar sem carga durante a medição.

3.3 Teor do relatório de ensaio

Relativamente aos tratores da categoria C com lagartas rolantes metálicas, o relatório de ensaio deve incluir as medições do nível sonoro levadas a cabo nas seguintes condições:

- 3.3.1. Com a relação de caixa que permita aproximar-se o mais possível da velocidade de 5 km/h;
- 3.3.2. Com o trator imobilizado.

3.4 Critérios de avaliação

- 3.4.1. No que se refere aos tratores da categoria T com lagartas rolantes de borracha, as medições descritas nos pontos 3.2.2.2 e 3.2.2.3 não podem ultrapassar os valores indicados no ponto 1.2.
- 3.4.2. No que se refere aos tratores da categoria C com lagartas rolantes metálicas, a medição descrita no ponto 3.3.2 não pode ultrapassar os valores indicados no ponto 1.2. As medições efetuadas em conformidade com os pontos 3.3.1 e 3.3.2 devem ser incluídas no relatório de ensaio.