

Monografia 2

SEGURANÇA E ERGONOMIA EM MAQUINARIA AGRÍCOLA

Tratores Agrícolas

São Paulo
1987

NSI/MA – Núcleo Setorial de Informações em Maquinaria Agrícola



Fundação de Ciência e Tecnologia – Cientec



Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A – IPT

INTRODUÇÃO

É indiscutível a importância do Setor Agropecuário no contexto da economia nacional, tanto pelo fator econômico, como pelo fator humano. O número de pessoas envolvidas nessa atividade evidencia, cada vez mais, a necessidade de se proporcionar melhores condições de trabalho a essa categoria profissional que, regra geral, não goza dos mesmos privilégios e vantagens já outorgados a outras categorias.

Embora o crescimento populacional tenha exigido do homem do campo maior produção agrícola, o setor agropecuário vem contando com um número cada vez menor de trabalhadores envolvidos nessa área.

Para atender à demanda cada vez maior de alimentos, a moderna tecnologia tem contribuído muito com o agricultor, colocando à sua disposição diferentes insumos agrícolas, representados, dentre outros, por máquinas e implementos agrícolas. Entretanto, se por um lado esses insumos contribuem para o aumento da produção, por outro, expõem o trabalhador a riscos de acidentes, provocados pela falta de condições mínimas de segurança. Essa situação agrava-se ainda mais quando são constatados casos em que trabalhadores despreparados e, portanto, sem um treinamento adequado, propõem-se a operar máquinas sofisticadas, contribuindo, certamente, para a ocorrência de acidentes de trabalho, muitos deles de extrema gravidade.

Em vista desses fatos, constatou-se a necessidade de se desenvolver estudos com a finalidade de aperfeiçoar os postos de operação dos diferentes tratores e máquinas agrícolas, no sentido de propiciar ao trabalhador condições seguras para o desempenho de suas funções.

ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES RURAIS

A nível nacional, não há dados estatísticos que possibilitem tirar conclusões sobre os acidentes do trabalho na agricultura, suas origens principais, fontes de riscos etc. São encontrados, apenas, dados pesquisados e divulgados por alguns estabelecimentos e empresas rurais que exprimem realidades específicas, como a da cultura da cana-de-açúcar (em algumas regiões do estado de São Paulo), a exploração florestal e outras.

Estudos realizados pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, da Secretaria da Agricultura do estado de São Paulo, no ano agrícola 1975/76, indicam que dos 110.700 acidentes do trabalho que ocorreram em 28.300 propriedades agrícolas do Estado, 13.700 foram causados pelo uso de tratores e máquinas agrícolas, resultando na morte de 2.000 pessoas.

A nível internacional pode-se contar com dados estatísticos mais precisos. Na França, por exemplo, dados divulgados pelo Instituto Francês de Engenharia Agrícola, no ano agrícola 1977/78, de cada seis famílias residentes no meio rural, pelo menos uma estava envolvida em acidentes do trabalho provocados, única e exclusivamente, pelo uso de tratores e máquinas agrícolas.

Os Estados Unidos, por sua vez, divulgaram dados comparativos dos acidentes de trabalho fatais ocorridos em cada Estado, em diferentes tipos de atividades. Como exemplo, a Tabela 1 apresenta dados do estado da Califórnia, no período de 1976 a 1978.

Analisando esses dados, nota-se que a agricultura situa-se entre as atividades que apresentam maior número de acidentes, levando-se em conta

TABELA 1
Acidentes fatais com trabalhadores na Califórnia — EUA — 1976, 1977 e 1978

Tipo de atividade	Número de trabalhadores			Número de fatalidades			Índice de fatalidades a cada grupo de 10.000 trabalhadores		
	1976	1977	1978	1976	1977	1978	1976	1977	1978
Transportes e utilidade pública	412.300	426.300	455.500	90	93	111	2,18	2,18	2,44
Mineração	34.700	35.600	37.100	5	12	6	1,44	3,37	1,62
Agricultura, florestas e pesca	348.200	341.800	356.400	80	58	55	2,30	1,70	1,54
Construção	317.600	366.100	417.500	71	61	62	2,24	1,67	1,49
Atividades ligadas ao governo	1.378.900	1.424.300	1.431.700	117	101	128	0,85	0,71	0,89
Comércio atacadista	485.300	507.500	534.300	34	33	28	0,70	0,65	0,52
Atividades industriais de fabricação	1.650.900	1.728.300	1.875.200	103	78	85	0,62	0,45	0,45
Comércio varejista	1.390.300	1.474.900	1.591.700	59	58	48	0,42	0,39	0,30
Serviços gerais	1.753.700	1.876.400	2.046.400	77	62	51	0,44	0,33	0,25
Atividades financeiras imobiliárias e de seguros	468.700	505.400	553.200	9	8	8	0,19	0,16	0,14
TOTAL	8.240.500	8.686.600	9.299.000	645	565	585	—	—	—
MÉDIA	—	—	—	—	—	—	0,78	0,65	0,63

Fonte: Depto. de Relações Industriais/OSHA - Califórnia.

TABELA 2
Acidentes fatais com trabalhadores na Califórnia segundo as causas — 1978

Tipo de atividades	Atividades governamentais	Transportes e utilidade pública	Indústrias de fabricação	Construção	Agricultura	Serviços gerais	Comércio varejista	Comércio atacadista	Ativ. financeiras, imobiliária e seguros	Mineração	Outras	TOTAL
Causas												
Acidentes com veículos motorizados (incluindo aviões)	45	88	0	11	23	24	15	14	4	3	1	238
Ataques cardíacos	47	5	4	7	0	3	4	2	1	0	0	73
Tiro, facadas e assaltos	15	4	2	0	0	5	25	1	1	0	0	53
Projeção de objetos	2	2	19	5	2	5	0	2	1	2	0	40
Acidentes com equipamentos pesados	0	1	7	9	14	1	0	3	0	0	0	35
Asfixias	3	2	10	7	3	3	0	0	1	0	1	30
Queda de alturas	1	2	7	7	2	5	2	0	0	0	1	27
Eletrocução	4	0	5	7	6	2	0	1	0	1	0	26
Explosões	0	4	7	4	2	1	1	1	0	0	0	20
Esmagamento	1	3	7	2	1	0	0	2	0	0	0	16
Outros	10	0	7	3	2	2	1	2	0	0	0	27
TOTAL	128	111	85	62	55	51	48	28	8	6	3	585

Fonte: Depto. de Relações Industriais/OSHA - Califórnia.

a população envolvida. Dos 585 acidentes fatais ocorridos no ano de 1978, 55 referem-se à área da agricultura, floresta e pesca, sendo 23 provocados pelo uso de veículos motorizados (incluindo aviões), conforme demonstrado na Tabela 2.

Em termos de risco profissional, os índices apresentados vêm confirmar que a agricultura enquadra-se juntamente com a construção civil e exploração petrolífera, fato esse já considerado como norma em diferentes países que dedicam atenção especial à área de prevenção de acidentes do trabalho.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E SEGURANÇA DO TRABALHO

Quando se aborda o tema Segurança do Trabalho, é preciso lembrar que, no Brasil, se começou a legislar sobre o assunto em 1943, quando entrou em vigor a CLT — Consolidação das Leis do Trabalho. A partir dessa data, houve várias modificações da CLT no que se refere à Segurança do Trabalho, sendo introduzida a primeira alteração substancial em fevereiro de 1967, através do Decreto-Lei nº 229, ocasião em que se tornou obrigatório a constituição de Serviços Especializados em Segurança e Medicina do Trabalho pelas empresas.

Na área rural, propriamente dita, somente a partir de 1973, com a aprovação da Lei nº 5.889, ficou estabelecido em seu Artigo 13º que nos "locais de Trabalho Rural serão observadas as Normas de Segurança e Higiene estabelecidas em Portaria do Ministério do Trabalho e Previdência Social".

Não fosse pelo disposto no Artigo 13º, a regulamentação relativa à Segurança e Medicina do Trabalho, contida na CLT, seria totalmente aplicada ao setor rural, já que no Artigo 1º da Lei nº 5.889 reza que "as relações de trabalho rural serão reguladas por esta Lei e, no que com ela não colidirem, pelas Normas da Consolidação das Leis do Trabalho, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943".

Posteriormente, com a aprovação da Lei nº 6.514 em 22 de dezembro de 1977, que altera o Capítulo V da CLT, passou a constar no Artigo 154 que "a observância, em todos os locais de trabalho, do disposto neste Capítulo, não desobriga as empresas do cumprimento de outras disposições que, com relação à matéria, sejam incluídas em códigos de obras ou regulamentos sanitários dos Estados ou Municípios em que se situem os respectivos Estabelecimentos, bem como daquelas oriundas de convenções coletivas de trabalho".

Reza, ainda, no Artigo 155 da Lei nº 6.514 e respectivo inciso II que "incumbe aos órgãos de âmbito nacional competente em matéria de Segurança e Medicina do Trabalho (Secretaria de Segurança e Medicina do Ministério do Trabalho) coordenar, orientar, controlar e supervisio-

nar a fiscalização e demais atividades relacionadas com a Segurança e Medicina do Trabalho em todo o Território Nacional".

A luz dos dispositivos legais, ora em vigor, compete ao Ministério do Trabalho regulamentar todos os aspectos pertinentes à Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho, quer seja a nível urbano, quer seja a nível rural. Esta tem sido a linha do Ministério ao instituir, por exemplo, a obrigatoriedade do Certificado de Aprovação para os equipamentos de proteção individual, emitidos através dos resultados de laudos de ensaios realizados em laboratórios devidamente credenciados para esse fim.

O Ministério do Trabalho não é competente legalmente para baixar Normas de construção de máquinas, mas o é para exigir que as máquinas portem os dispositivos necessários para eliminar ou neutralizar todos os riscos de acidentes do trabalho, sendo sua a competência para baixas as Normas de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho aplicáveis às referidas máquinas.

Com relação aos tratores e outras máquinas agrícolas, os seus operadores, quando não possuem seus contratos de trabalho elaborados de acordo com o disposto na Lei nº 5.889, estão obedecendo ao disposto na CLT e, portanto, os aspectos concernentes à Segurança e Medicina do Trabalho são regulamentados pelo Ministério do Trabalho, sem prejuízo da ação de qualquer outro Ministério.

ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO CONTRA CAPOTAGEM

O trator agrícola de rodas, apesar de não ser um veículo veloz, é perigoso. O risco de acidentes aumenta ainda mais quando não utilizado de forma conveniente ou quando operado por profissionais não treinados para esse fim.

A força de tração de suas rodas, quando encontram apoio suficiente no solo, converte-se em esforço de giro considerável que, aliado à topografia do solo agrícola, faz com que o trator possa tombar ou empinar com facilidade.

A estabilidade do trator está diretamente relacionada com a sua massa, a altura do centro de gravidade, a largura das suas rodas e, ainda, a velocidade com que o veículo está sendo conduzido.

Dentro desse enfoque, pode-se relacionar como causas do tombamento lateral do trator:

- o emprego de dispositivos e implementos que elevam o centro de gravidade do trator;
- as valetas, pedras, cupinzeiros e tocos que se encontram no trajeto do trator;
- as curvas demasiadamente fechadas em solos aderentes;
- a freagem ineficiente dos veículos que estão sendo tracionados pelo trator;

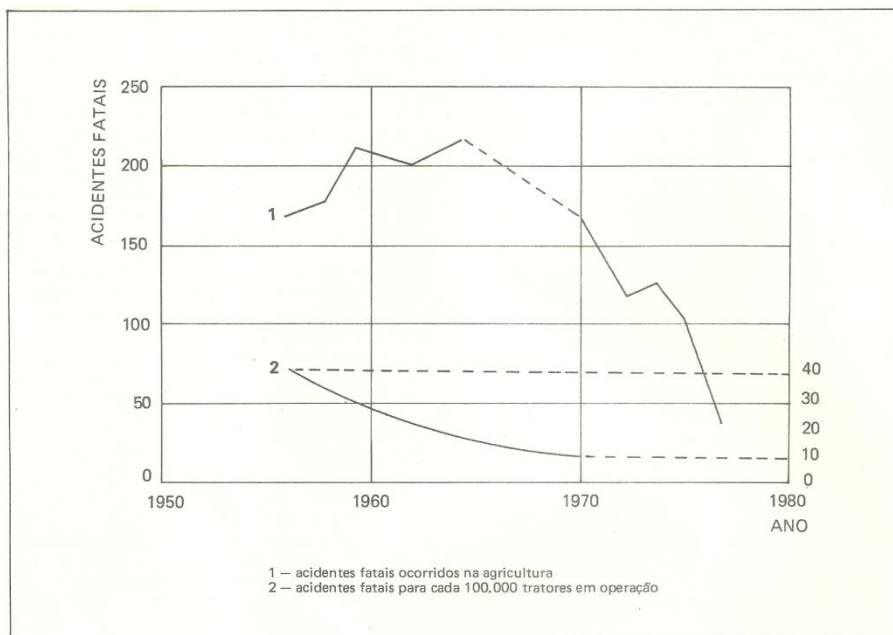


FIGURA 1
Índice de acidentes fatais na agricultura — República Federal da Alemanha, 1950 a 1980

- o uso de freios independentes à alta velocidade ou de modo brusco;
 - o trabalho em solo demasiadamente inclinado.
- No que se refere ao empinamento, pode-se relacionar como causas:

- o uso de ponto de engate excessivamente alto;
- os cabeçalhos dos veículos e implementos a serem tracionados mal situados;
- o tracionamento de cargas excessivas em subidas;
- os obstáculos (como canais) situados no sentido transversal do trajeto do trator;
- o tracionamento de cargas superiores a sua capacidade.

Em vista de tais fatos, a prevenção de acidentes deve ter como pressuposto básico dois aspectos fundamentais. O primeiro, no sentido de assegurar ou desenvolver métodos que venham a prevenir o risco — treinamento dos operadores. O segundo no sentido de proporcionar meios para minimizar os danos que o acidente possa produzir ao trabalhador.

Preocupados com o elevado número de acidentes de trabalho que ocorriam com tratores agrícolas, muitos dos quais de extrema gravidade, diferentes países estabeleceram a obrigatoriedade de treinamentos intensivos aos operadores de tratores e máquinas agrícolas, o que contribuiu para a redução de grande número de acidentes.

A título de exemplo, vale destacar que na República Federal da Alemanha, no início dos anos 60, eram registrados mais de 200 trabalhadores vítimas de acidentes fatais na agricultura, conseqüentes do tombamento de tratores, o que correspondia a um valor aproximado de 40 trabalhadores mortos para cada grupo de 100.000 tratores em operação. De 1960 em diante, através da campanha de treinamento e orientação desenvolvida, aliada à experiência adquirida no trabalho pelos operadores, o índice de acidentes fatais foi decrescendo ano a ano, a ponto de se registrar, em 1963, 20 trabalhadores mortos para cada grupo de 100.000 tratores em operação (Figura 1).

Embora o número de acidentes tenha reduzido, seu índice ainda continuava muito alto, levando o governo federal a estabelecer, a partir de 1970, a obrigatoriedade do uso de estruturas de

proteção contra capotagem nos veículos. A adoção dessa medida e a obrigatoriedade de ensaios de comprovação de qualidade das estruturas, contribuíram para que os veículos fabricados a partir desse ano, oferecessem aos tratoristas maior segurança no trabalho. Estudos posteriores realizados naqueles países demonstraram que, para cada grupo de 100.000 tratores em uso, ocorria, em média, um acidente fatal.

A exemplo da República Federal da Alemanha, outros países desenvolveram, também, trabalhos e pesquisas com o intuito de reduzir os acidentes fatais provocados pelo tombamento ou empinamento do trator, chegando às mesmas conclusões, ou seja, à necessidade de se dotar o trator de estruturas de proteção contra capotagem, uma vez que, se não impede o tombamento do veículo, pelo menos evita que seu operador seja uma vítima de acidente fatal.

Atualmente, a conscientização quanto à necessidade desse tipo de proteção é geral, valendo destacar que os países membros da Comunidade Econômica Européia exigem que essas estruturas sejam ensaiadas, segundo as normas técnicas da ISO e, se aprovadas, recebem o Certificado de Homologação, expedido pelo órgão competente, para fabricação e comercialização.

Para a concretização das presentes medidas, houve, e continua havendo por parte dos países empenhados na redução dos infortúnios laborais provocados pelo trator agrícola, rigorosa e constante comprovação de qualidade das estruturas de proteção, rejeitando-se todas aquelas que não atendem às exigências mínimas dos ensaios estabelecidos que, por sua vez, contam com a participação ativa de diferentes organismos, dentre os quais a ASAE, CEE, ISO e OECD.

Uma estrutura de proteção contra capotagem, seja ela em forma de *cabine* ou de *arco*, deve apresentar, quando instalada no trator, resistência suficiente capaz de proteger o operador em caso de tombamento do veículo. Para isso, deve oferecer uma resistência mínima, com deformações que absorvam a energia no momento do contato com o solo (no caso de tombamento ou empinamento), sem afetar a área ocupada pelo operador.

Muito embora, na prática, os tombamentos ou empinamentos do trator apresentem características muito diferenciadas, de maneira a se estabelecer critérios básicos para aprovação de uma estrutura de proteção contra capotagem, foram realizados diferentes estudos de casos reais de tombamento do veículo, concluindo-se que a determinação da energia nos pontos de impacto pode ser realizada das seguintes formas:

- **cálculo teórico:** baseado no comportamento dinâmico do trator em caso de tombamento, onde são consideradas tanto a massa do trator e sua distribuição, quanto a dos dispositivos ou implementos acoplados e demais forças que interagem no sistema; sobre esse método já existe, atualmente, vasta literatura para consulta;

- **ensaios experimentais:** realizados de forma padronizada, levando em conta as deformações da estrutura e o respectivo comportamento em termos de absorção de energia, durante e após o ensaio, atentando para a área livre que deve permanecer no posto de operação do tratorista.

Os métodos de ensaios são, na verdade, um conjunto de procedimentos aos quais a estrutura de proteção é submetida, em termos de choques e forças com energias equivalentes às de um tombamento real, possibilitando concluir que, se a estrutura resistir a tais choques ou esforços, logicamente apresentará características de resistência em casos de tombamento real.

Ensaios de estruturas de proteção contra capotagem

Os métodos de ensaios abordados neste trabalho são os estabelecidos nas normas da ISO, uma vez que a padronização brasileira baseia-se nessas normas.

Ensaio dinâmico — Norma ISO 3463*

A realização do *ensaio dinâmico* de estruturas de proteção contra capotagem de tratores agrícolas teve sua origem na Suíça, em 1954. A princípio, os tratores eram dotados de estruturas de proteção e a uma velocidade constante, conduzidos em um terreno inclinado, de maneira a se provocar o tombamento real do veículo. Após o tombamento, eram realizados os cálculos necessários com vistas a se obter o valor da força e o respectivo sentido de direção responsáveis pela deformação observada no equipamento. Os resultados obtidos nos ensaios de tombamento real e em laboratório, devidamente comparados, permitiram o estabelecimento do método de ensaio hoje conhecido como dinâmico.

O ensaio dinâmico:

- abrange tratores de rodas com massa de referência compreendida entre 800 e 6.000 kg;
- consiste em fazer com que uma massa de 2.000 kg, com dimensões de 680 x 680 mm, suspensa mediante duas correntes com ponto de giro formando um raio de 6 m sobre o solo, desloque-se do ponto de partida, devidamente calculado, ao ponto de choque, em movimento pendular;
- exige que o trator esteja ancorado no solo e suporte um conjunto de três choques e dois esmagamentos em pontos preestabelecidos na norma;
- só é válido para a estrutura montada sobre o trator em que será usada, devendo ser nova;

(*) Ver norma do INMETRO NBR 9405 e Projeto de Norma da ABNT 12:02.07-004.

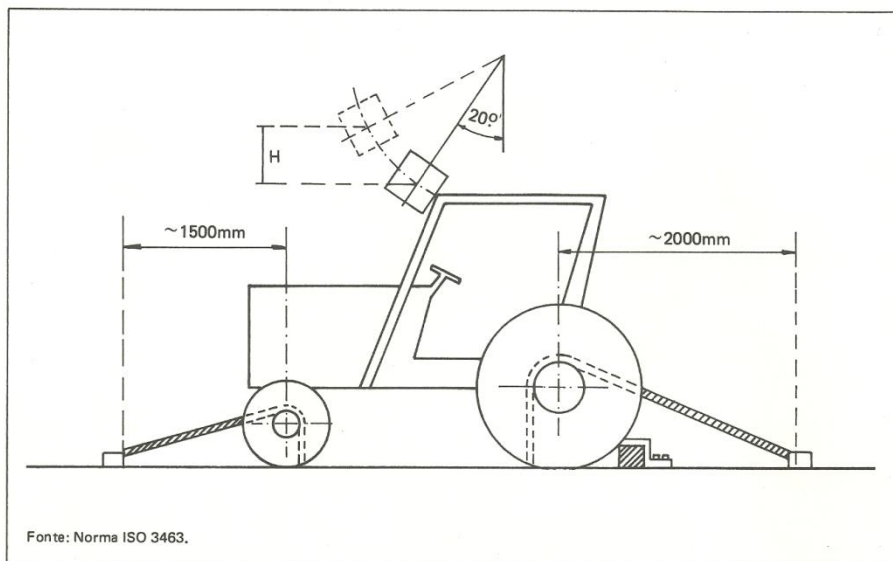


FIGURA 2
Impacto frontal

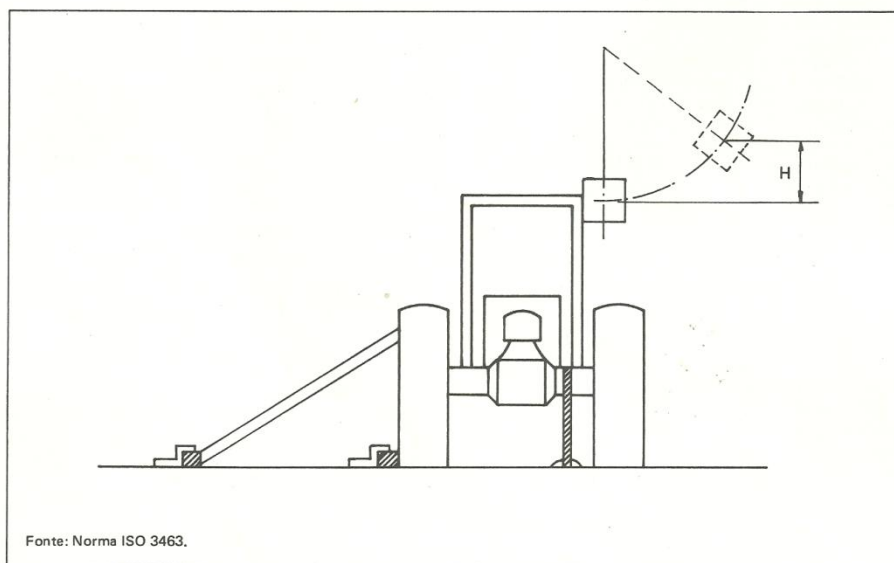


FIGURA 3
Impacto lateral

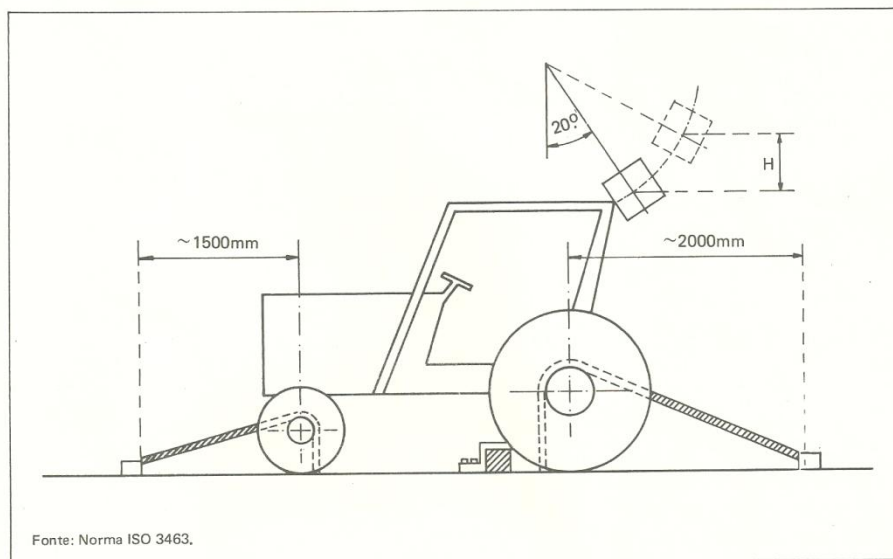


FIGURA 4
Impacto na traseira

mente ensaiada sobre cada modelo diferente de trator que venha a ser instalada. Todavia, o Código de Ensaios adotado pelos países membros da Comunidade Econômica Europeia permite a certificação de estruturas de proteção para modelos de tratores derivados do original, sempre que sua massa não apresentar modificação superior a 5% e que sua resistência mecânica e pontos de ancoragem apresentarem as mesmas características do modelo original; a presente *Extensão de Homologação*, como é chamada, só pode ser executada pelo laboratório responsável pelo ensaio original que, após emitir o laudo técnico solicitado pelo interessado, fornece o respectivo Certificado de Aprovação pelo órgão competente;

- para ser realizado, permite a retirada dos elementos que possam ser danificados inutilmente, como vidros, cristais, espelhos retrovisores etc.;
- não admite qualquer tipo de reparos após iniciado o ensaio;
- reprová, automaticamente, a estrutura de proteção que, durante a realização dos ensaios, apresentar fissuras ou trincas;
- especifica que a massa do trator, considerada como *massa de referência* compreende a massa do trator com os depósitos de combustível

e água completos (sem água nos pneus), sem contrapesos e sem lastros, mas incluindo a massa da estrutura, ou da cabine, e mais 75 kg correspondente à massa do operador;

- especifica que a altura do bloco deve ser calculada em função da massa do trator; no caso do impacto na traseira da estrutura, deve ser levada em consideração, também, a distância entre as rodas;
- determina que o sistema de fixação do trator e do posicionamento do bloco, para a realização do ensaio definido na norma, encontra-se conforme esquematizado nas Figuras 2, 3 e 4.

O ensaio de esmagamento consiste em aplicar uma carga na parte superior da estrutura, calculada em função da massa de referência do trator, cujas características encontram-se representadas na Figura 5.

Uma vez realizados os ensaios, verifica-se, para fins de certificação da estrutura, se:

- apareceram fissuras ou trincas na estrutura;
- a diferença entre as deformações instantânea e permanente está dentro dos 250 mm permitidos;
- a zona de segurança, definida a partir do *ponto de referência do assento*, conforme demonstrado nas Figuras 6 e 7, foi respeitada.

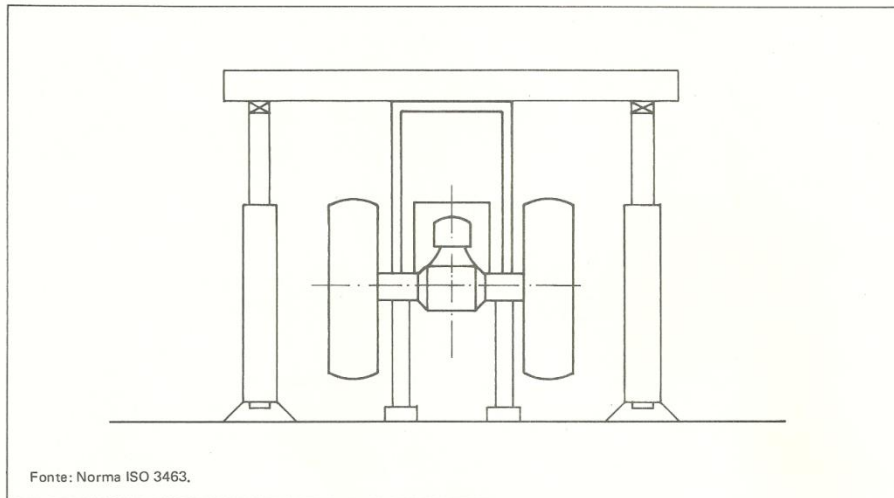


FIGURA 5
Ensaio de esmagamento

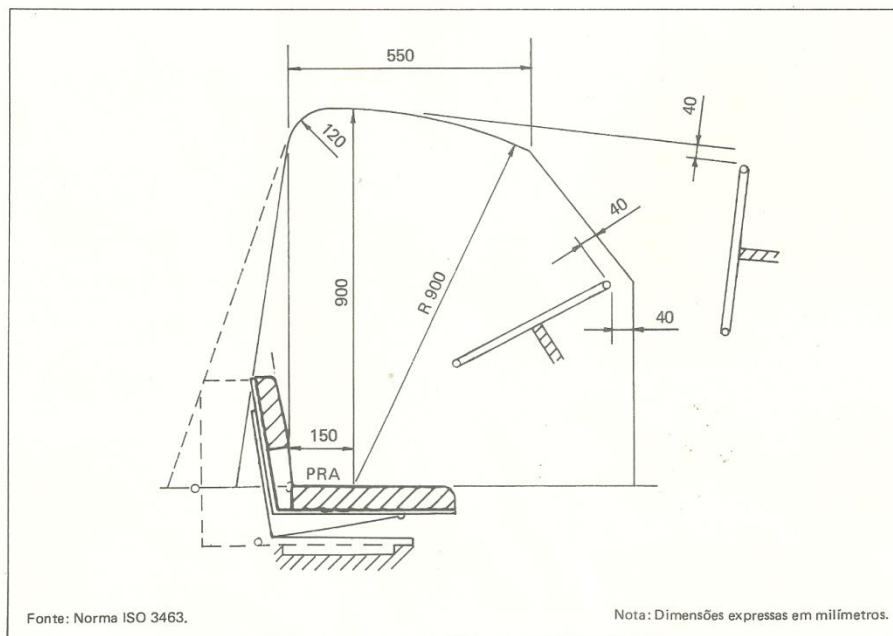


FIGURA 6
Delimitação da zona de segurança – Vista lateral

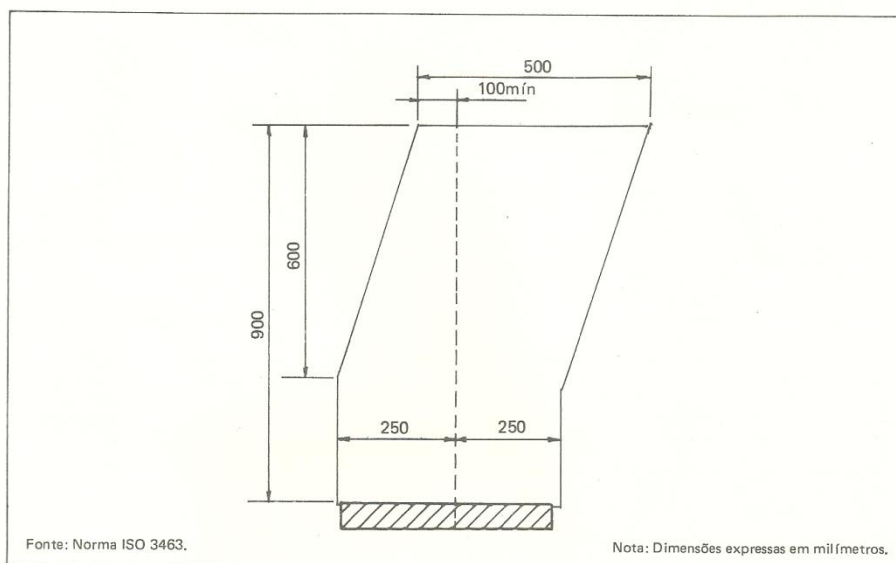


FIGURA 7
Delimitação da zona de segurança — Vista frontal

Ensaio estático — Norma ISO 5700*

A realização do *ensaio estático* nas estruturas de proteção contra capotagem teve sua origem nos Estados Unidos em 1967, ocasião em que foi publicada a primeira norma técnica sobre o assunto.

A grande vantagem desse ensaio é que, com a aplicação de cargas estáticas de forma paulatina, é possível observar e analisar detalhadamente o comportamento da estrutura, quando esta recebe o esforço correspondente. A realização do ensaio controlado permite analisar os diversos componentes da estrutura, de maneira a melhorar a sua eficiência e minimizar os respectivos custos de fabricação.

Por outro lado, o ensaio estático, nunca simula o que se sucede no caso de um tombamento ou empinamento real do trator; os diversos materiais que compõem a estrutura comportam-se de maneira diferente. As deformações não são demasiadamente elevadas, mas os esforços triaxiais que sempre provocam um tombamento real podem causar trincas ou fissuras, além da deformação do material.

Por este motivo, foi necessário transcorrer um certo tempo para que, com base em compara-

ções experimentais sobre estruturas idênticas ensaiadas estática e dinamicamente, o método de ensaio estático fosse aceito internacionalmente.

O ensaio estático consiste na aplicação de cargas crescentes sobre distintos elementos da estrutura que irão ocasionar deformações de caráter elástico e plástico, servindo para avaliar a energia absorvida pela estrutura de proteção. A área delimitada pela curva tensão/deformação irá definir a energia absorvida pela estrutura, que deve ser equivalente àquela que seria absorvida em caso de tombamento ou empinamento real do trator, ou com a energia absorvida pela estrutura quando da realização do ensaio dinâmico.

O estabelecimento das quantidades mínimas de energia que a estrutura de proteção deve absorver não foi fácil de ser definido, visto que uma estrutura mais rígida se deforma menos do que outra mais branda que, por sua vez, absorve uma quantidade maior de energia. Este fato dificultou o estabelecimento de fórmulas de aceitação universal com interpretação matemática direta do fenômeno físico e, por esse motivo, algumas estruturas são beneficiadas e outras, prejudicadas. Além disso, deve-se considerar que o ensaio estático produz maior deformação da estrutura do que o ensaio dinâmico equivalente, possibilitando a penetração de elementos na zona de segurança, o que a reprovava automaticamente.

No sentido de solucionar o problema, foi esta-

(*) Ver norma do INMETRO NBR 9405 e Projeto de Norma da ABNT 12:02.07-004.

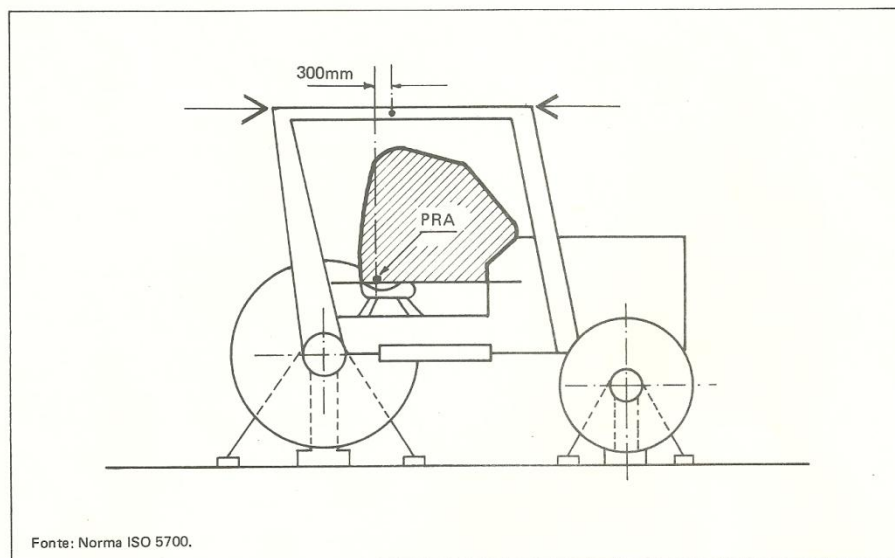


FIGURA 8
Zona de segurança

belecido internacionalmente que a energia a ser absorvida pela estrutura de proteção no ensaio estático, considerando-se todas as perdas dos métodos, é equivalente, em média, a 60% da que seria absorvida pelo ensaio dinâmico.

O ensaio estático:

- abrange tratores de rodas com massa de referência compreendida entre 600 e 15.000 kg, cuja bitola seja superior a 1.150 mm;
- deve ser realizado com o trator fixado firmemente sobre cavaletes;
- mantém, para o conjunto trator/estrutura de proteção, as mesmas prescrições gerais do ensaio dinâmico. Todavia, admite-se que o ensaio seja realizado sem o trator, mas com dispositivos de laboratório que permitam a fixação da estrutura de proteção em idênticas condições que seriam proporcionadas pelo veículo;
- permite que a estrutura de proteção seja submetida à aplicação de cargas na parte dianteira, lateral e traseira, bem como à aplicação de cargas sob forma de esmagamento;
- requer, durante a realização do ensaio, a instalação de dispositivos tais que permitam o registro, de forma contínua, das deformações produzidas na estrutura, de maneira a se avaliar a eficiência da mesma com relação à zona de segurança;
- não admite qualquer tipo de reparos durante a realização do ensaio;
- reprova, automaticamente, a estrutura de proteção que, durante a realização do ensaio, apresentar fissuras ou trincas;
- reprova, automaticamente, a estrutura de proteção que, durante a realização dos ensaios, apresentar deformação tal que seus elementos ingressem na zona de segurança.

Uma vez realizados os ensaios, verifica-se, para fins de certificação da estrutura, se:

- apareceram fissuras ou trincas na estrutura;
- a deformação elástica e plástica da estrutura está dentro do limite permitido;
- a zona de segurança, definida a partir do *ponto de referência do assento*, conforme demonstrada na Figura 8, foi respeitada.

Ensaio de estruturas de tratores de esteiras

Os métodos de ensaios *estático e dinâmico* utilizados a nível internacional abrangem tratores de rodas considerados convencionais.

Até então, os esforços dispendidos pela ISO para elaborar norma específica para ensaios de estrutura de proteção para tratores agrícolas de esteiras, fracassaram por falta de apoio da maioria dos países europeus que não utilizam esse tipo de trator em sua agricultura.

Estudou-se a possibilidade de se utilizar, para a realização dos ensaios das estruturas, a norma americana SAEJ 1040 C para maquinaria de movimento de terra incluindo os tratores de esteiras) equivalentes à norma ISO 3471.

Este método de ensaio foi definido como *estático*, muito embora a estrutura de proteção ensaiada comporte-se fundamentalmente como *arco de segurança*, e abrange todos os tratores de esteira, com massa superior a 700 kg ou mais de 15 kW, conforme definido na norma ISO 3471, cuja estrutura é totalmente fixada nos elementos resistentes do trator.

Realizado o ensaio, são verificadas as condições em que se encontra a denominada zona de segurança do operador, reprovando-se todas aquelas que não atenderem às exigências mínimas estabelecidas para o tipo de trator.

Por outro lado, deve-se considerar que os tratores de esteiras usados em derrubadas necessitam ser dotados de estrutura que proteja o operador, em caso de queda de árvores ou objetos no posto de operação do mesmo.

Ponto de referência do assento

Tanto no ensaio dinâmico quanto no estático, a zona de segurança referente ao posto de operação do trator é definida a partir do ponto de referência do assento do veículo.

Para a determinação desse ponto, foi desenvolvida uma metodologia de trabalho específica, onde é utilizado um dispositivo especial que, colocado sobre o assento e submetido a uma carga pré-determinada, permite que sejam traçadas as linhas que definem o referido ponto.

Por sua vez, o assento do veículo deve estar regulado em sua posição mais alta e mais afastada do volante, por ser esta a posição mais desfavorável observada no posto de operação do trator.

O ponto de referência do assento, conforme definido nas normas ISO 3462 e ABNT NBR 9405 "é um ponto situado no plano médio longitudinal central do assento, onde o plano tangencial do encosto intersecciona um plano horizontal". Este plano horizontal corta o plano da superfície inferior do dispositivo, 150 mm adiante do plano paralelo à face posterior do encosto do dispositivo.

POSTO DE OPERAÇÃO DO TRATOR

Há uma série de aspectos a serem analisados no posto de operação do trator. Os que assumem maior importância sob o ponto de vista de segurança e ergonomia são o acesso e as dimensões do posto de operação, os órgãos de comando, os esforços nos comandos e o cinto de segurança.

Todos eles, já normalizados a nível internacional, influem de maneira decisiva no rendimento

do trator e nos índices de acidentes que ocorrem nessas máquinas.

Acesso e dimensões

O posicionamento e as características das vias de acesso ao posto de operação do trator agrícola pode ser causa de inúmeros acidentes, quando não se dispõe de pedais e corrimãos para o uso do tratorista.

Após a realização de trabalhos em torno do assunto, foi aprovada a norma internacional ISO 4253, estabelecendo algumas dimensões e características dos pedais de acesso ao posto de operação agrícola.

Além dessa norma, foi estabelecida a Directiva CEE 77/150, adotada pelas fábricas de tratores agrícolas dos países membros da Comunidade Econômica Européia, cujo conteúdo pode ser resumido em:

- o primeiro degrau deve estar posicionado a uma altura variando de 500 a 550 mm, sendo mais indicada a altura de 500 mm;
- o distanciamento de um degrau ao outro sucessivo não pode ser superior a 300 mm;
- cada degrau deve possuir uma superfície de apoio ao pé (profundidade do degrau) de, no mínimo, 150 mm;
- a largura dos degraus deve ser de, no mínimo, 200 mm;
- é recomendado que os degraus estejam dispostos de forma inclinada em relação à vertical, de maneira a facilitar o acesso do tratorista;
- faz-se necessário a colocação de corrimãos em ambos os lados da via de acesso, para apoio do tratorista, tanto para subir quanto para descer do trator.

No que se refere a tratores dotados de cabines fechadas, a norma da ISO 4253 e a normativa adotada pela CEE, UNE 68-046, especificam que:

- as portas de acesso devem possuir as seguintes dimensões:
 - largura mínima de 150 mm a nível do assoalho ou piso da cabine,
 - largura mínima de 450 mm a 750 mm de altura do assoalho,
 - largura mínima de 470 mm a 1.100 mm de altura do assoalho e
 - largura mínima de 250 mm a 1.350 mm de altura do assoalho;
- a(s) porta(s) de emergência deve(m) possuir as seguintes dimensões mínimas:
 - 510 x 510 mm, se quadradas,
 - 610 x 400 mm, se retangulares, e
 - 610 mm de diâmetro, se redondas.

De acordo com as normas, faz-se necessário um espaçamento livre no interior da cabine, conforme demonstrado na Figura 9.

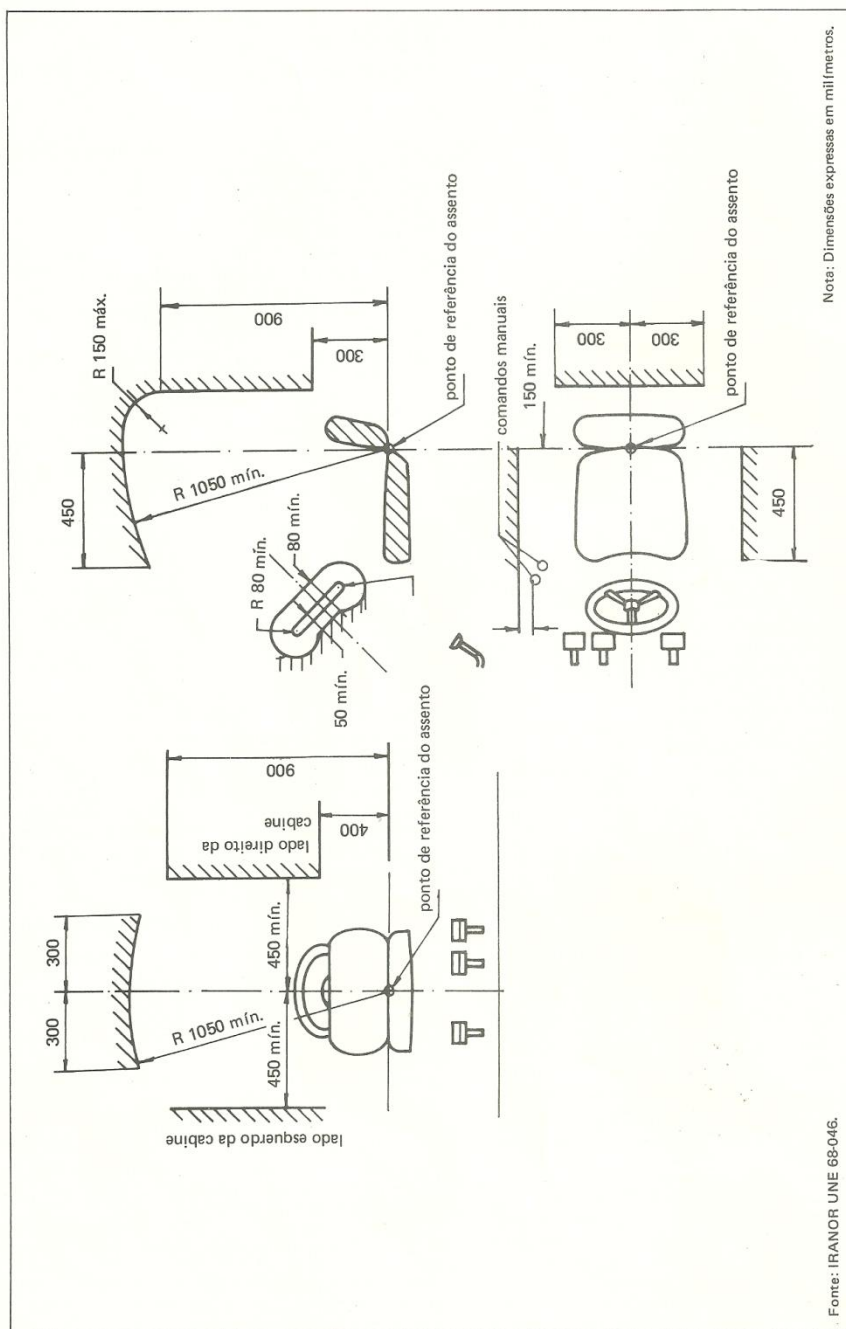


TABELA 3
Forças recomendadas para o acionamento dos comandos

Dispositivo a ser operado	Tipo de controle	Força máxima aplicada pelo operador no controle (N)	OBSERVAÇÃO	
Freio de serviço	Pedal	600	Pressão	As forças aplicadas devem ser suficientes para o funcionamento efetivo
	Alavanca manual	400	Tração	
Freio de estacionamento	Pedal	600	Pressão	
	Alavanca manual	400	Tração	
Embreagem	Pedal	350	Pressão	
Embreagem dupla		400		
Engate de tomada de força	Pedal	300	Pressão	
	Alavanca manual	200	Tração	
Sistema de direção manual	Volante	250		Aplica-se quando se muda o sentido de direção, perfazendo uma curva de raio equivalente a 12 metros.
Sistema de direção c/força aux. aplicado no caso de falha do sist. aux.		600		
Sistema hidráulico	Alavanca manual	70	Pressão e Tração	

Nota: Para os casos dos comandos não mencionados explicitamente, a norma recomenda que se adote o critério de similaridade.
Fonte: Norma ISO 3778.

O assento do trator, além das características exigidas no tocante a vibrações, deve possuir regulagens que possibilitem o ajuste para operadores com diferentes estaturas e massas (kg).

Órgãos de comando

Os órgãos de comando do trator agrícola devem estar posicionados de maneira que o tratorista possa acioná-los sem se deslocar de sua posição normal de trabalho. Os pedais não devem estar posicionados de maneira que dificulte o acesso do tratorista no posto de operação do trator.

Dentro desse enfoque, o posicionamento dos comandos em relação ao tratorista está condicionado à facilidade de acionamento e ao esforço máximo a ser realizado sobre os mesmos. Para que o tratorista realize as operações comodamente com o trator e com o mínimo de esforço, a norma ISO 4253 estabelece os ângulos de localização dos comandos, conforme demonstrados nas Figuras 10 e 11.

Por outro lado, é recomendado internacionalmente para o trabalhador sentado os seguintes ângulos relacionados com o corpo humano, para fins de trabalho cômodo:

ângulo do quadril, entre quadril e coxa . . .	120°
ângulo entre a planta dos pés e a barriga da perna	de 90 a 120°
ângulo do joelho	de 90 a 150°
ângulo do ombro	de 0 a 70°
ângulo do cotovelo	de 6 a 180°

A combinação dos ângulos adequados, relacionados com o corpo humano e as disposições da norma ISO 4253, permite o estabelecimento das posições relativas ao assento do trator, os pedais e o volante do veículo, sendo importante frisar a necessidade de se deixar espaço livre para movimentação dos pés e para troca de posturas durante o trabalho do tratorista.

No que se refere ao esforço dispendido pelo tratorista para o acionamento dos comandos do trator, a norma ISO 3778 estabelece que os comandos devem ser acionados com a aplicação das forças específicas apresentadas na Tabela 3.

Cinto de segurança

Em tratores agrícolas sem estruturas de proteção contra capotagem não é recomendado o uso de cinto de segurança.

Quando não existe qualquer sistema de proteção sobre o trator, inclusive de proteção solar (capota no posto de operação). Há uma pequena possibilidade de o tratorista sair rapidamente do veículo, em caso de tombamento. O mesmo não acontece aos equipados com capota de proteção solar. Neste caso, o tratorista pode acidentarse seriamente, batendo com a cabeça na estrutura.

Já para os tratores equipados com estruturas de proteção contra capotagem ou cabine de segurança, o uso do cinto deve ser obrigatório, uma vez que protegerá o operador em seu posto de operação, mesmo que o veículo venha a ficar com as rodas para cima.

O cinto de segurança, para realmente oferecer proteção adequada ao tratorista, deve:

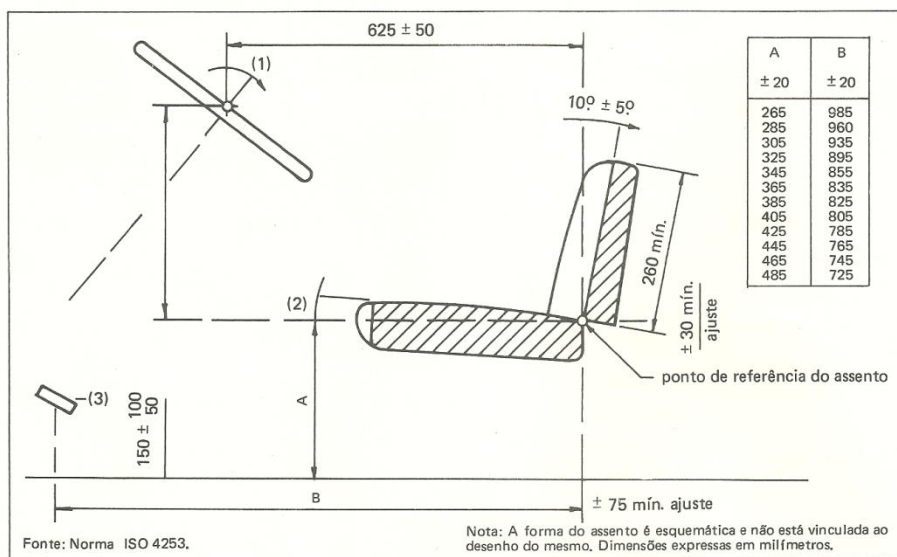


FIGURA 10
Localização de comandos – Vista lateral

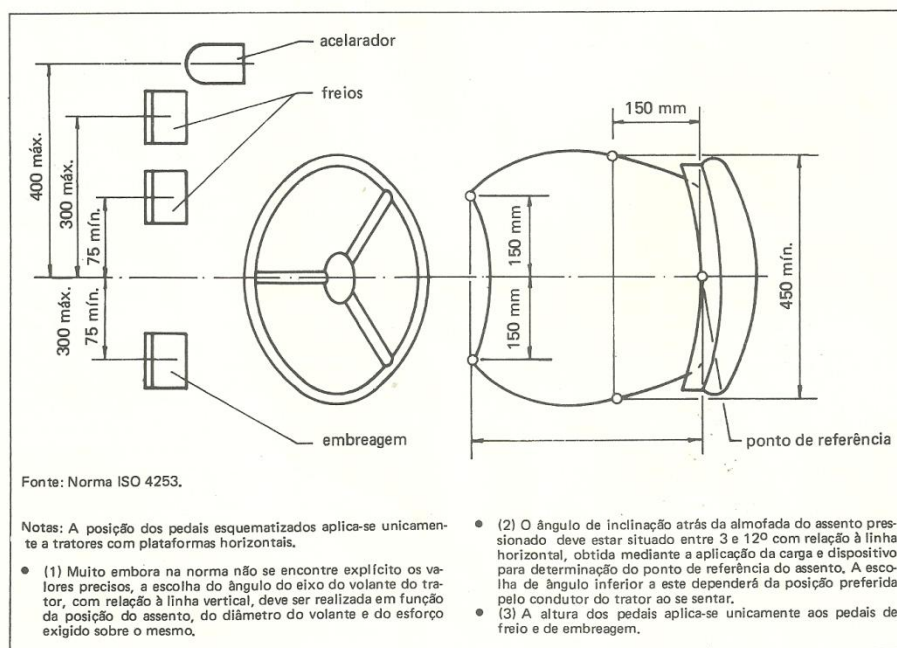


FIGURA 11
Localização de comandos – Planta

- ser instalado de maneira a permitir a livre movimentação do tratorista;
- oferecer ancoragens resistentes à força de tração de uma carga de, pelo menos, 4.500 N a 45° com a horizontal aplicada em um plano longitudinal central do assento;
- ter os postos de ancoragem ensaiados conforme estabelecido nas normas técnicas sobre o assunto;
- ter a ancoragem localizada de maneira que não seja deslocada de sua posição original em um capotamento, quando o trator tiver um assento sem suspensão.

Tendo em vista que o cinto de segurança deve proteger o tratorista em casos de tombamento ou empinamento do trator, pela pequena velocidade que o veículo desenvolve, o tipo de cinto recomendado é o subabdominal com dois pontos de ancoragem.

FATORES AMBIENTAIS

Os fatores ambientais que influem de maneira mais notável sobre o rendimento do trabalho e sobre a saúde do tratorista são o ruído, as vibrações, a temperatura e as condições de visibilidade e iluminação.

Não há estudos realizados sobre o efeito conjunto de tais fatores, muito embora, de forma isolada, são detectados efeitos nocivos ao tratorista.

Ruído

O som está presente de forma contínua em nossa vida diária. Com o uso adequado do som podemos nos comunicar, ouvir músicas agradáveis, sirenes, timbres, máquinas em movimento etc. Em todos os campos de uso, o som tem-se mostrado imprescindível para a vida moderna da sociedade, sendo um auxiliar poderoso, tanto para o manejo de máquinas, equipamentos e ferramentas, quanto para detectar falhas que possam produzir danos irreparáveis. Todavia, apesar de seus efeitos benéficos, o som por si só pode causar danos em materiais, como, por exemplo, romper cristais, rachar paredes etc. Além disso, a sociedade contaminada pelo som muitas vezes o usa indevidamente, provocando lesões ao ser humano, cuja gravidade dependerá da magnitude física, tempo de exposição e estado psíquico da pessoa a ele exposta.

A moléstia provocada pelo som não atinge todas as pessoas na mesma proporção. O ruído produzido por uma motocicleta sem o respectivo silenciador pode ser agradável ao seu condutor, mas muito provavelmente não pensará da mesma

maneira outras pessoas que se encontram próximas; da mesma forma, um equipamento de som em volume elevado pode agradar ao jovem que o está ouvindo, incomodando outros.

Por esse motivo, chamamos de *barulho* ou *ruído* qualquer som desagradável e desarmonioso. Seus efeitos, a partir de determinados níveis podem afetar o tímpano, cuja membrana, atingida pelas variações da pressão de ar (som), é um detector extremamente sensível, podendo perceber vibrações situadas entre 20 a 15.000 Hz e variações de pressão entre 20 e 100.000 Pa (limiar de dor).

No sentido de facilitar os trabalhos de avaliação dos níveis de ruído, padronizou-se o uso de escala logarítmica capaz de realizar as medições com pressão em intervalo numérico menor, cuja unidade de medida denomina-se Decibel e é expressa pela sigra dB. A normalização internacionalmente aceita pressupõe que a cada aumento de 5 dB (A) do nível de pressão sonora, o tempo de exposição do ouvido humano deve ser reduzido pela metade.

Pesquisas realizadas em países membros da Comunidade Econômica Européia permitiram estabelecer os seguintes parâmetros de efeitos do ruído sobre o ser humano:

Intensidades	Efeitos
menos de 30 dB(A)	nenhum efeito
acima de 30 dB(A)	reações psíquicas
acima de 65 dB(A)	reações vegetativas
acima de 85 dB(A)	alterações reversíveis ou irreversíveis
acima de 120 dB(A)	danos no aparelho auditivo

No intervalo situado entre 65 e 85 dB(A), além dos efeitos psíquicos, produz-se efeitos físicos por intermédio do sistema vegetativo, aumentando a pressão sanguínea, incrementando o ritmo cardíaco, proporcionando tensão muscular e diminuindo a irrigação sanguínea da pele; acima de 80 dB(A), detectam-se perdas crescentes dos níveis de audição.

Das experiências realizadas deduz-se:

perdas de audição (frequência para cada 100 pessoas) 2, 5, 10, 20 nível de intensidade sonora dB(A) 81, 85, 88, 92
--

No que se refere à regulamentação brasileira, foi estipulado pelo Ministério do Trabalho os seguintes valores máximos de exposição diária a ruídos contínuos e intermitentes, conforme demonstrado na Tabela 4.

Ou seja, tomando-se por base a jornada de 8 horas diárias, o limite está estipulado em 85 dB (A); a cada aumento de 5 dB(A), o tempo de exposição se reduz pela metade, sendo o valor de 115 dB(A) o nível máximo que o ser humano pode ficar exposto por um período de 7 minutos diários, sem estar adequadamente protegido.

Para a avaliação dos níveis de ruído produzidos pelos tratores e máquinas agrícolas em geral,

a norma ISO 5131* especifica quais os procedimentos a serem adotados.

Além do posicionamento correto do microfone (lado do operador, altura e distanciamento

(*) Ver Projeto de Norma da ABNT 12:02.07-006.

TABELA 4
Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

Nível de ruído dB(A)	Máxima exposição diária permitível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

para a frente e para os lados), a norma estabelece as velocidades e respectivos empuxos em que o trator deve ser operado para a realização da avaliação. Estabelece, ainda, os métodos de cálculo da média ponderada do nível de ruído, bem como recomenda a realização do levantamento em banda de frequência situada entre 31,5 e 8.000 Hz, de maneira a proporcionar subsídios aos fabricantes na adoção de medidas que visem à minimização dos níveis de ruído detectados.

Seguindo as recomendações dispostas nessa norma, a FUNDACENTRO juntamente com a Divisão de Engenharia Agrícola do Instituto Agrônomo de Campinas realizaram avaliação dos níveis de ruído produzidos por diferentes tratores agrícolas brasileiros, cujos resultados encontram-se apresentados na Tabela 5.

Em se tratando do operador, a avaliação dos níveis de ruído deve ser realizada com um dosímetro, visto que esse equipamento registra os respectivos períodos de tempo em que o trabalhador fica exposto em função das variações das intensidades do ruído.

Seu uso justifica-se principalmente nas atividades agrícolas em que o trabalho não é realizado de forma contínua, onde o trator é operado em alta e baixa aceleração, marchas diferentes e cargas também diferentes, em um mesmo dia.

Quando o trabalho é realizado de forma contínua, o nível de ruído a que o operador fica exposto ao longo de todo o período é o mesmo, podendo ser pouco abaixo ou acima da média obtida durante os ensaios de campo.

Citando como exemplo os resultados do ensaio nº 8 da Tabela 5, comparados com o limite de exposição diária, nota-se que o tratorista (sem utilizar os equipamentos de proteção individual) poderia trabalhar somente 1 hora e 15 minutos por dia. Isto mostra claramente que medidas ur-

TABELA 5
Resultados de avaliações dos níveis de ruído

Nº do ensaio	Nível médio de ruído dB(A)	Empuxo (%)	Marcha	Níveis de ruído produzido pelo trator										
				dB(A)	Níveis avaliados por bandas de frequência									
					31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
01	97	69	2S	102	82	99	103	93	92	93	91	96	88	
02	96	70	1S	97	89	91	96	91	92	94	88	88	83	
03	97	71,3	3R	98	95	97	90	93	96	94	90	87	89	
04	95	50,1	4R	98	72	98	89	91	98	90	88	82	79	
05	95	50,8	4R	97	74	95	91	94	94	90	87	83	80	
06	96	50,3	1S	99	80	100	104	96	91	94	90	86	81	
07	97	71,3	2R	99	78	100	103	97	93	96	89	86	78	
08	98	71	1H	98	80	81	89	94	95	94	90	87	81	
09	93	73,9	4A	94	74	96	92	91	93	89	86	84	78	
10	99	68,7	1S	100	85	91	109	93	97	94	93	83	77	
11	95	70	5S	96	97	104	96	96	92	93	86	83	79	
12	97	70,2	8S	101	80	107	105	98	101	92	90	85	85	

Fonte: Relatórios de avaliações - FUNDACENTRO.

gentes devem ser tomadas, no sentido de se reduzir, gradativamente, os níveis de ruídos produzidos pelo trator, até ao patamar que não seja prejudicial ao ouvido humano.

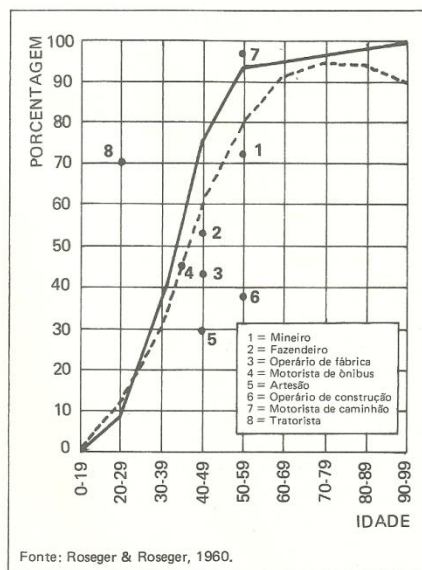
Vibrações

Desde que se iniciou a mecanização na agricultura, observa-se que os tratoristas apresentam danos em sua coluna vertebral, conseqüentes do seu trabalho.

Estudo realizado por ROSEGER & ROSEGER (1960) sobre os danos na coluna vertebral de diferentes trabalhadores e profissões, revela que 70% dos tratoristas com idade compreendida entre 20 e 29 anos, possuem problemas na coluna, sendo superados pelos mineiros e motoristas de caminhão com idades variando entre 50 e 59 anos, conforme demonstrado na Figura 12.

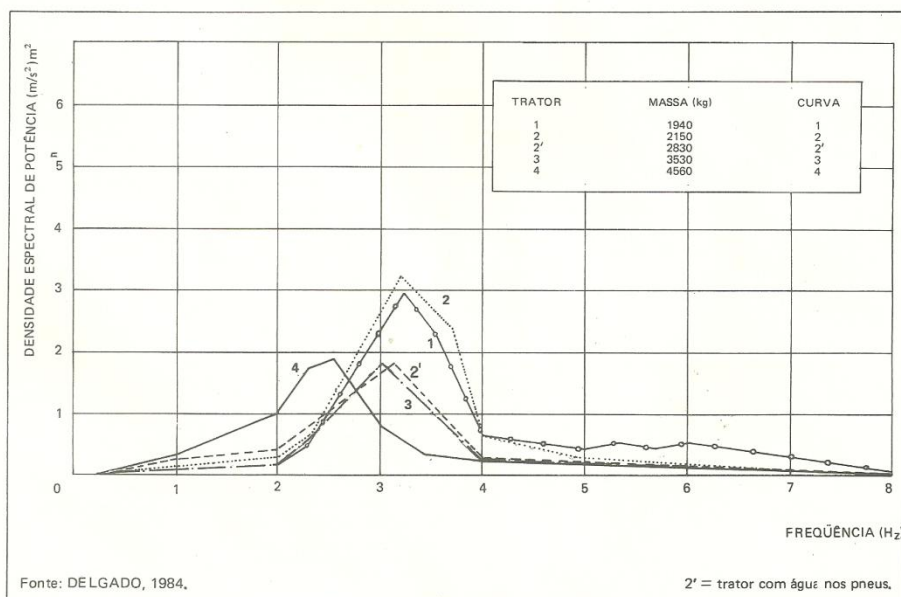
Para melhor compreender as conseqüências destes problemas, faz-se necessário conhecer alguns aspectos de fundamental importância ligados à vibração mecânica.

Pesquisas realizadas com tratores agrícolas, com e sem lastro e de diferentes massas, indicam que as vibrações com freqüências compreendidas no intervalo de 2 a 4 Hz apresentam os maiores níveis de aceleração, conforme demonstrado na Figura 13.



Fonte: Roseger & Roseger, 1960.

FIGURA 12
Índice de trabalhadores com problemas na coluna vertebral



Fonte: DELGADO, 1984.

2' = trator com água nos pneus.

FIGURA 13
Níveis de vibrações e aceleração de tratores agrícolas

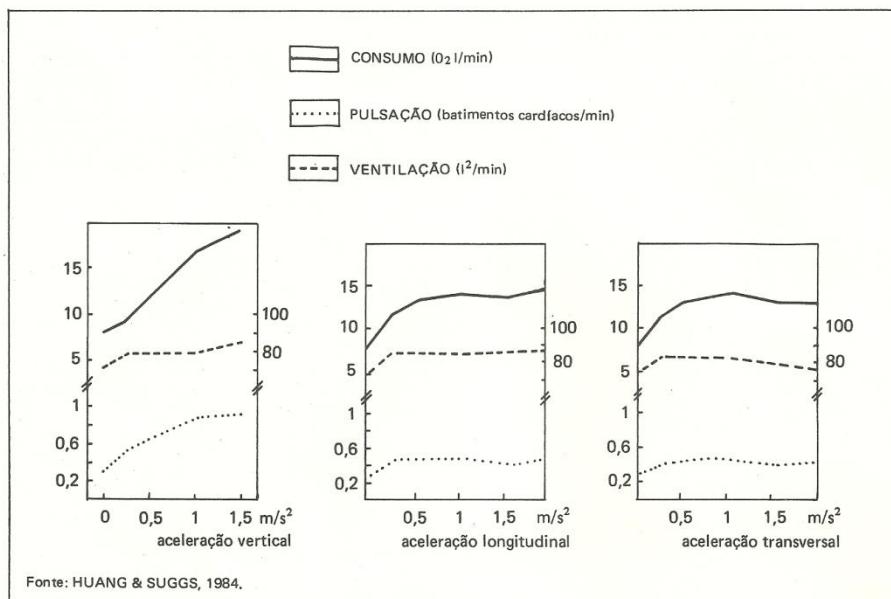


FIGURA 14
Comportamento do corpo humano exposto a vibrações

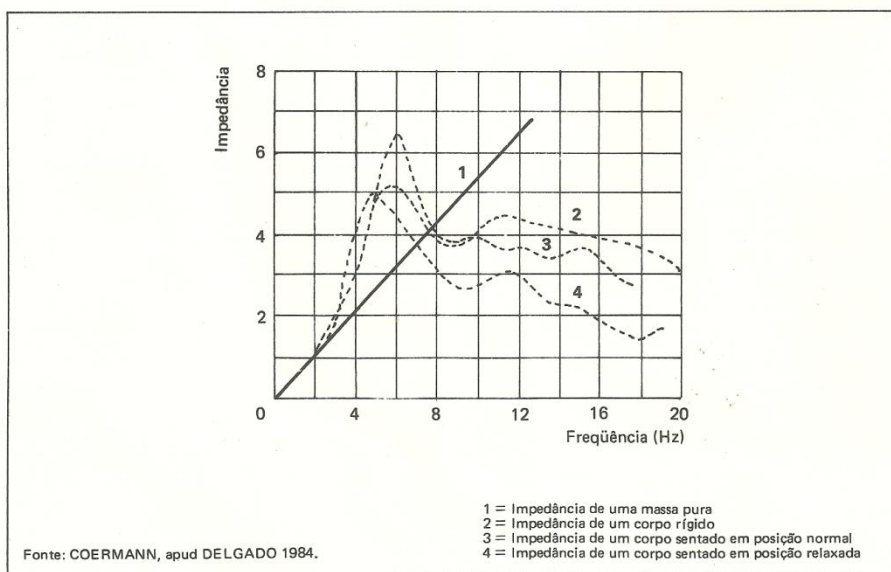


FIGURA 15
Efeitos da exposição a vibrações

Por outro lado, estudo realizado com tratoristas, por HUANG & SUGGS (1984), registra alguns comportamentos do corpo humano quando exposto a vibrações nos eixos vertical, transversal e longitudinal, em função da aceleração e frequência de vibrações, normalmente encontradas em tratores de rodas. Os resultados desse estudo, expressos na Figura 14, destacam de forma nítida a influência que a aceleração vertical tem no corpo humano.

Dados divulgados por DELGADO (1984) indicam que pesquisas experimentais realizadas por COERMANN, com profissionais em distintas posições de trabalho (indivíduos sentados, em pé, rígidos e relaxados), expostos à vibração em diferentes frequências (banda de 0 a 20 Hz), resultaram nas curvas demonstradas na Figura 15.

Como se pode observar, na faixa de 5 Hz há uma ressonância principal, seguida de uma ressonância secundária na faixa dos 11 Hz, e para frequências inferiores, a impedância diminui rapidamente a ponto de, abaixo dos 2 Hz, o corpo humano se comportar praticamente como massa pura. Outro fator importante a ser observado é o fato da ressonância ter se apresentado mais destacada para os indivíduos sentados em posição normal, na faixa dos 5 Hz.

Os resultados dessas pesquisas demonstram a necessidade de se controlar com rigor a exposição do corpo humano a vibrações de frequência situadas entre 2 e 5 Hz, visto ser essa, aparentemente, a frequência de ressonância natural do corpo humano e que pode provocar danos na coluna vertebral da pessoa exposta.

Levando em consideração, dentre outros, os fatores demonstrados, foi aprovada a norma internacional ISO 2631, baseada fundamentalmente na influência que as vibrações têm sobre os usuários de veículos de transporte, onde são estabelecidos três critérios fisiológicos principais:

- assegurar a capacidade de trabalho estabelecendo um limite de capacidade reduzida por fadiga;
- assegurar a saúde e a segurança do trabalhador, estabelecendo um limite de exposição diária, em função da frequência e da amplitude da vibração;
- assegurar a comodidade do usuário, estabelecendo um limite de conforto reduzido.

No que se refere a limites de exposição diária, essa norma recomenda os períodos, em função do sentido de direção, frequência e amplitude, conforme demonstrado nas Figuras 16 e 17.

É importante observar que esses limites foram estabelecidos para vibrações em um único sentido de direção e, muito embora no trator agrícola verifica que as vibrações verticais são as que provocam maiores danos ao tratorista, deve-se considerar que o operador do trator realiza trabalhos contínuos com o corpo torcido (olhando para trás) e em determinadas operações com o assento inclinado, já que uma das rodas do trator encontra-se dentro de um sulco (aração do solo).

No que se refere ao assento do trator, as características de absorção dos níveis de vibração devem satisfazer ao conjunto trator/tratorista/superfície do solo a ser trabalhado. Isso faz com que a variabilidade das vibrações dificulte o estabelecimento de um método de ensaio que permita a comparação dos resultados obtidos com assentos de tratores semelhantes. Por esse motivo, recorreu-se à padronização de pista de ensaio, cujas características básicas de construção encontram-se estabelecidas na norma ISO 5007 e 5008.

Para a realização do ensaio na pista normalizada, cuja extensão corresponde a 100 m, o trator deve ser conduzido a uma velocidade constante de $12,0 \pm 0,5$ m/s e o operador possuir massa compreendida entre 55 e 98 kg.

Por outro lado, a norma também recomenda a realização dos ensaios dos assentos, em laboratório, desde que as vibrações obtidas na pista sejam simuladas por intermédio de um vibrador eletro-hidráulico.

Em ambos os casos, são aprovados os assentos cujo valor da média aritmética da aceleração ponderada obtida no ensaio for inferior a $1,25 \text{ m/s}^2$.

Como exemplo, vale destacar que em um trator agrícola leve é indicado um assento mais flexível para que a frequência de vibração do conjunto condutor/assento diferencie-se do veículo, reduzindo a frequência de ressonância do corpo humano que é a mais prejudicial. Ao contrário, em um trator de esteiras, onde a frequência de vibração predominante é mais elevada (em torno dos 7 Hz), indica-se um assento mais rígido, já que, caso contrário, o tratorista estaria exposto a uma vibração que se aproximaria de sua frequência de ressonância natural.

Temperatura

No desempenho de suas atividades, o tratorista está submetido a ambientes de trabalho que apresentam condições térmicas bastante diversas.

Esses profissionais ficam expostos ao calor ou ao frio em determinadas condições que podem comprometer seriamente a sua saúde, caso não sejam adotadas medidas eficazes de controle de temperatura, tornando o seu posto de operação em condições compatíveis com a natureza humana.

O calor é um risco físico frequentemente presente nas atividades desenvolvidas pelo tratorista, cujo controle apresenta características próprias, distintas das que são encontradas em um processo industrial, visto que a fonte principal de liberação de energia térmica, o sol, não mantém a mesma temperatura em todo o dia e em todas as estações do ano. Pesquisas realizadas demonstram que o homem exposto a calor excessivo sofre de fadiga, tem o seu rendimento diminuído, está sujeito a erros de percepção e raciocínio, resultando em sérias perturbações psicológicas que podem conduzi-lo a esgotamento e prostrações.

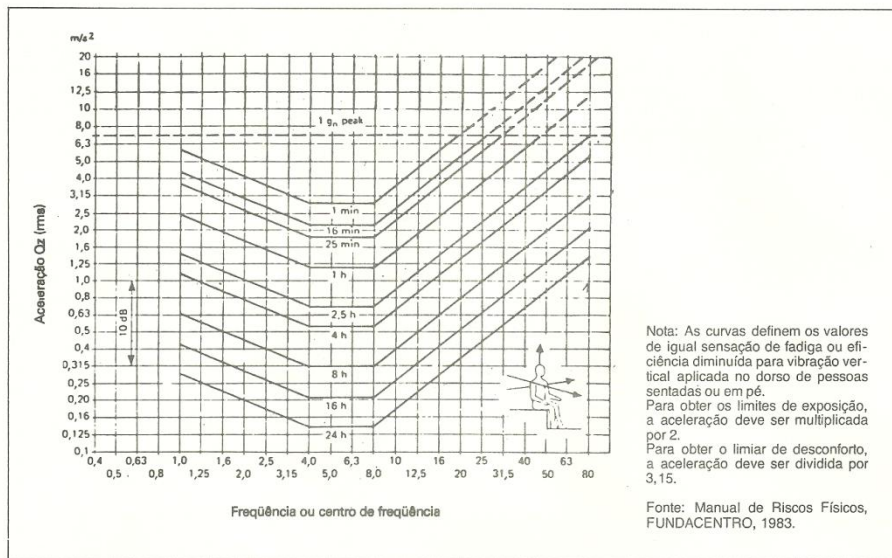


FIGURA 16
Limites de exposição diária

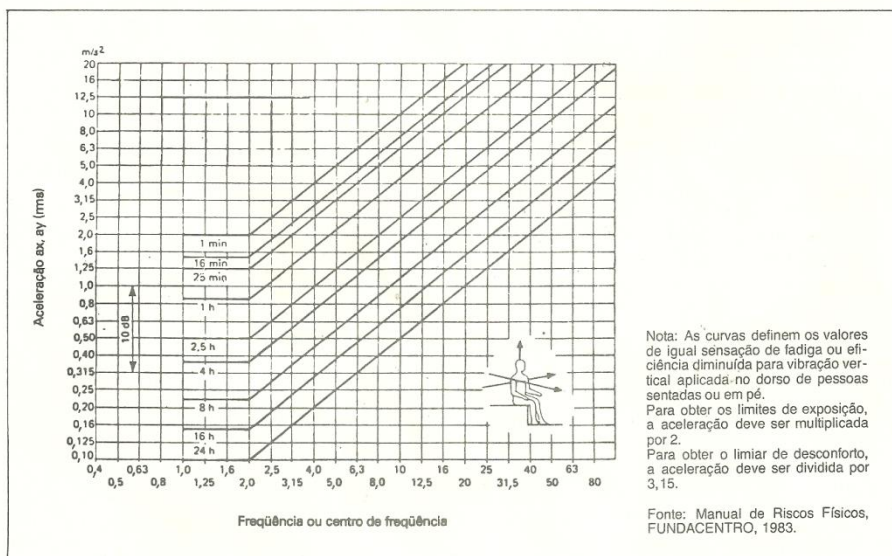


FIGURA 17
Limites de exposição diária

TABELA 6
Temperatura e umidade relativa do ar, segundo as estações do ano

Estados	Estações do ano	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)	
		Média das máximas	Média das mínimas	Média anual	Média do período	Média anual
Pará	Verão	30,8	22,8	26,2	92,0	88
	Inverno	31,9	22,4		85,5	
Pernambuco	Verão	30,0	22,9	25,5	77,3	79
	Inverno	28,0	21,7		82,6	
São Paulo	Verão	25,7	17,3	18,4	79,0	79
	Inverno	22,2	12,9		77,7	
Rio G. do Sul	Verão	28,4	19,2	18,6	70,3	76
	Inverno	19,8	11,5		78,3	
Goiás	Verão	27,5	20,1	23,0	78,6	68
	Inverno	29,7	16,4		60,3	

Fonte: IBGE Sinopse Estatística do Brasil, 1981.

Não há pesquisas realizadas no Brasil em torno de temperaturas existentes no posto de operação do tratorista, o que dificulta a apresentação de sugestões técnicas sobre o assunto.

Entretanto, isso não impede que se possa tirar algumas conclusões lógicas relativas ao calor, ao qual o tratorista encontra-se exposto no dia-a-dia.

A Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística divulgou, na Sinopse Estatística do Brasil/1981, dados referentes às temperaturas do ar e umidade relativa, cujos resultados encontram-se expresso na Tabela 6.

Por outro lado, estudos divulgados por DELGADO (1984), da Escola Superior de Engenharia Agrônomo de Madrid/Espanha, indicam que os valores climáticos recomendados para o posto de operação do tratorista (jornada de 8 horas diárias), são:

temperatura do ar de 19 a 24°C
umidade relativa do ar de 40 a 70%
velocidade do ar 0,1 m/s

Baseando-se nesses dados, pode-se concluir que se o trator não possuir proteção adequada aos raios solares, fatalmente o tratorista estará exposto a temperaturas não compatíveis com a natureza humana.

No que se refere a tratores dotados de cabines, é necessário assegurar, com o uso de equipamentos adequados, o controle de CO₂ dispendido pelo cano do escapamento do veículo, bem como dos aerodispersóides presentes no local de trabalho.

Além disso, as cabines deverão ser projetadas e instaladas de maneira a minimizar os níveis de ruído e de vibração produzidos pelo trator.

Para a climatização interna da cabine, recomenda-se observar as seguintes condições ambientais:

temperatura do ar
(qualquer estação) de 17 a 25°C
umidade relativa do ar de 35 a 65%
velocidade do ar 0,1 m/s
volume de ar fresco/pessoas . . de 30 a 50 m³/h

É válido destacar que os dados de climatização interna recomendados, estão de acordo com os que os Sub-Comitês da ISO/TC 23, SC 2 e SC 3 estão estudando, visando normatizar os aspectos de construção, funcionamento e ensaios de cabines de tratores.

Condições de visibilidade e iluminação

Para a realização de trabalhos com tratores agrícolas, é imprescindível que haja uma boa visibilidade circular por parte do operador. Esta condição entra em contradição com alguns tópicos relacionados com a proteção do tratorista, notadamente no que se refere ao uso de equipamentos de proteção individual que venham a reduzir o seu campo de visão.

Nesse sentido, admitindo-se que os tratores sejam dotados de capota que venha a proteger o tratorista dos raios solares e das condições atmosféricas adversas, dentro do que estabelece as condições mínimas de segurança, é recomendado que os elementos laterais da estrutura de proteção formem ângulo reto com a direção de visão do tratorista, bem como que a superfície seja a mais estreita possível. É recomendado, também,

que o tratorista possua boa visibilidade, tanto das rodas dianteiras quanto dos possíveis implementos que venham a ser acoplados na parte dianteira do trator.

De maneira a evitar que o tratorista venha a assumir posturas incômodas para visualizar os implementos acoplados na parte traseira, recomenda-se a colocação de espelhos com tamanhos suficientes fixados nas laterais da estrutura de proteção contra capotagem.

Por outro lado, a instrumentação e os avisadores dispostos no painel do trator deverão estar distribuídos de maneira a possibilitar boa visibilidade ao tratorista, procurando-se destacar os mais importantes na área central do painel e dispor, nas laterais, os que apresentem menor influência na operação do trator, ou os que raramente venham a ser utilizados.

O sistema de iluminação do painel deve proporcionar nível de iluminamento tal que seja visível, inclusive, em condições de maior luminosidade ambiental, sem contudo ser incômodo ao operador.

Também deve ser considerada a necessidade de se projetar e construir o posto de operação do trator agrícola, de maneira a facilitar o seu manejo, permitindo a diminuição da ação direta do operador em vários sistemas de forma simultânea. Nesse caso, recomenda-se a utilização de controles automáticos e semi-automáticos, nos quais os microprocessadores desempenham um trabalho cada vez maior, facilitando os trabalhos de condução do trator, o que aumenta a capacidade de trabalho (produtividade do trator) e diminui a acidentalidade.

É recomendado, também, a adoção do sistema de sinalização nos comandos existentes no trator, conforme projeto de norma da ABNT 12-02-07-005, o que facilita a operação e a identificação dos diferentes comandos, além de colaborar com o aumento da produtividade do trator, já que os respectivos operadores irão encontrar os postos de operação com o mesmo sistema de identificação dos instrumentos de controle.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AS CONDIÇÕES DE CONFORTO DO TRATORISTA

Inúmeras pessoas, ao tomarem conhecimento de um determinado acidente, ficam sem entender a causa de sua ocorrência. Se o trabalhador viu o perigo e teve tempo para tomar as medidas necessárias para evitá-lo, por que não o fez?

Para se chegar a conclusões lógicas, faz-se necessário analisar uma série de aspectos.

Uma pessoa em condições normais (sóbria, em bom estado físico e mental, com a atenção voltada ao trabalho que está executando etc.), quando está desempenhando suas funções em um local de trabalho confortável, a partir do momento

em que toma conhecimento de um determinado perigo, demora, em média, 0,75 s para tomar qualquer atitude.

Isso quer dizer que se uma pessoa estiver sobre um veículo qualquer, a uma velocidade de 36 km/h (o que corresponde a 10 m/s), a partir do momento em que avistar um determinado perigo, ainda percorre 7,5 m sem tomar qualquer atitude para eliminá-lo.

Esse tempo de reação aumenta sensivelmente a partir do momento em que o trabalhador encontra-se fatigado no seu trabalho, o que quer dizer que o veículo poderá percorrer uma distância muito maior antes que seja tomada qualquer iniciativa.

Em um trator agrícola, o tratorista não está exposto a um único tipo de agente agressivo à sua saúde. Pelo que foi demonstrado, há problemas de ruído, de vibração, de calor, de esforço físico e outros que fatalmente o tornam mais susceptível à ocorrência de acidentes, fruto do seu trabalho.

É preciso, portanto, que sejam corrigidas as faltas existentes nos postos de operação dos tratores e máquinas agrícolas em geral, cuja consequência imediata será a redução sensível dos índices de acidentes originados do uso dessas máquinas.

Além disso, deve-se considerar que quando uma máquina proporciona conforto ao seu operador, a sua produtividade aumenta de forma sensível, visto que o operador procura aproveitar o rendimento da máquina até o limite de sua resistência física.

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Medição do nível de ruído no posto de operação de tratores e máquinas agrícolas — Procedimento*. Rio de Janeiro, ABNT, 1985. 12:02.07-006.
- _____. *Símbolos gráficos para equipamentos agrícolas*. Rio de Janeiro, ABNT, 1985. 12:02.07-005.
- _____. *Trator agrícola — Estrutura e proteção contra capotagem — Método de ensaio*. Rio de Janeiro, ABNT, 1985. 12:02.07-001.
- _____. *Trator agrícola de rodas — Estrutura de proteção contra capotagem — Especificação*. Rio de Janeiro, ABNT, 1985. 12:02.07-004.
- _____. *Tratores agrícolas — Ancoragens para cintos de segurança — Especificação*. Rio de Janeiro, ABNT, 1985. 12:02.07-002.
- BRASIL. Decreto-Lei nº 229, de 28 de fevereiro de 1967. Altera dispositivos da consolidação das leis do trabalho, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1 de maio de 1943, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 28 fev. 1967.