

**Caderno Técnico**

# Máquinas

Circula encartado na edição Janeiro / Fevereiro 2002 - nº 07

*por José Fernando Schlosser e  
Henrique Debiasi,  
Universidade Federal de Santa Maria*

# CONFORTO

## Preocupação com o operador





*Devido ao aumento dos conhecimentos em ergonomia, o posto do condutor tornou-se uma das partes que mais evoluiu nos tratores dos últimos anos*

# Conforto e segurança

O posto do condutor é uma das partes em que o trator evoluiu mais nos recentes anos, recebendo novas tecnologias no sentido de incrementar o conforto do operador, a melhor visibilidade lateral e frontal, a climatização do ambiente.

A melhoria dos conhecimentos em ergonomia provocou novos conceitos e estes fizeram com que os fabricantes passassem a oferecer modelos de tratores com melhores rendimentos no sentido da colocação de comandos e instrumentos. Também se pode afirmar que a introdução das estruturas de proteção ao capotamento avaliadas mediante ensaios oficiais, deram ao operador, além do conforto, a segurança necessária.

O posto de operação de um trator agrícola in-

clui uma série de mecanismos e comandos necessários para o comando da máquina. O painel, com seus instrumentos de controle, os comandos de mão e pé e o volante constituem-se nos mais importantes pontos do posto de operação. Porém, este local não se completa apenas com os comandos e controles. Somam-se a ele o assento do operador, o arco de segurança, eventualmente a cabina e os instrumentos de filtragem de ar e climatização.

As condições do posto de operação dos tratores agrícolas envolvem características de conforto e, por conseguinte, de segurança dos tratores agrícolas. Um degrau de acesso mal projetado (estreito, sem superfície antiderrapante) pode, diretamente, ocasionar uma queda do operador no momento em que este está acessando o posto de operação. Por outro lado, um trator pode ocasionar indiretamente um acidente quando, devido ao mau posicionamento dos comandos e do assento, ruídos, vibrações, entre outros fatores, o operador fica em uma posição incômoda, de maneira a aumentar o nível de fadiga física e mental ao qual ele se encontra. Fruto desse maior nível de fadiga, o operador pode ter sua concentração diminuída e, assim, dar origem a um acidente. Além disso, um posto de operação ergonomicamente mal projetado aumenta o risco de desenvolvimento, por parte do operador, de doenças ocupacionais, tais como lombalgias, cervicalgias, hérnias de disco, etc. Há de se considerar, também, que a inclusão de dispositivos de segurança, como a proteção de partes móveis e quentes e a estrutura de

**A melhoria dos conhecimentos em ergonomia provocou novos conceitos e estes fizeram com que os fabricantes passassem a oferecer modelos de tratores com melhores rendimentos no sentido da colocação de comandos e instrumentos**

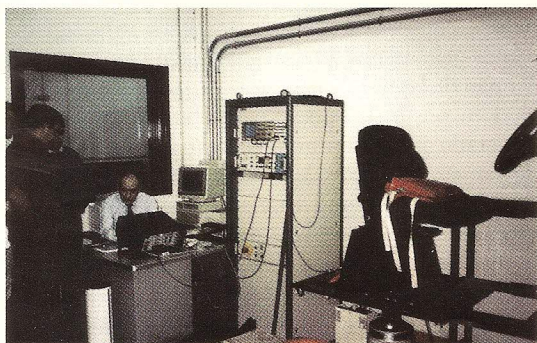


Fig. 1 - Alguns países desenvolvem ensaios sobre os bancos utilizados nos tratores com vistas a conhecerem suas limitações e escolherem as melhores opções



proteção contra o capotamento (EPCC) são um aspecto inerente aos tratores agrícolas que, embora não se constituam em causas diretas ou indiretas de acidentes, pode vir a minimizar os riscos de lesões mais graves.

Dentro deste contexto, devem ser feitas algumas considerações a respeito das características ergonômicas e de segurança dos tratores agrícolas, que se constituem em fatores de risco à integridade física do operador.

### ACESSOS E DIMENSÕES

A posição e os acessos ao posto de operação dos tratores agrícolas podem vir a se constituir em causas diretas de muitos acidentes, que se dão principalmente quando estas máquinas não possuem degraus corretamente projetados para a subida e descida do posto de operação. Existem normas internacionais que indicam a maneira correta de localizar e dimensionar o acesso ao posto de operação, considerando tanto tratores cabinados quanto tratores sem cabina. A norma internacional ISO 4252, estabelece algumas dimensões e características dos estribos de acesso ao posto do operador. Além desta, foi estabelecida a norma UNE 68-046, adotada pelas fábricas de tratores agrícolas da Comunidade Econômica Européia.

Um posto de operação ergonomicamente mal projetado, juntamente com comandos posicionados de maneira errônea e de forma a necessitar um grande esforço para serem acionados, constituem-se em causas indiretas de acidentes

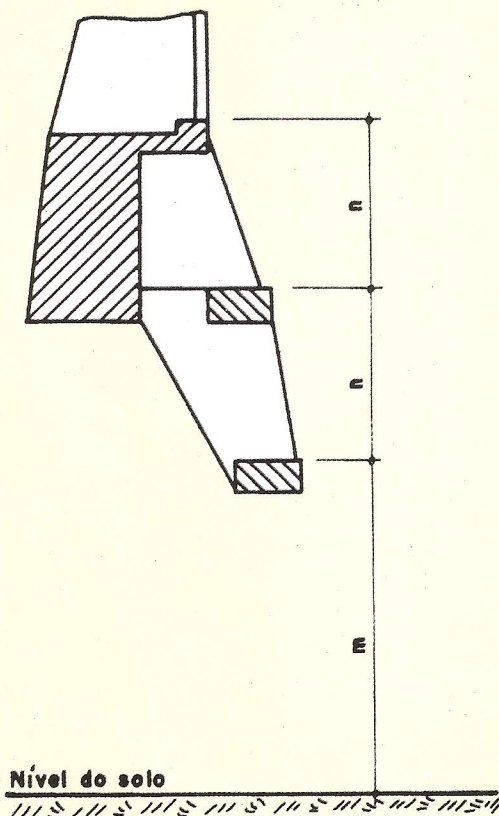


Fig. 3 - Altura do primeiro estribo em relação ao nível do solo (m) e distância vertical entre os estribos (n)

Segundo a norma ISO 4252, a altura do primeiro estribo em relação ao nível do solo (m) deverá ser de no máximo 550 mm, com um ideal de 500 mm. Já a distância vertical entre os estribos (n) deverá estar entre um mínimo de 150 e um máximo de 300 mm. Já a largura dos degraus (i), deve ser no míni-

mo de 200 mm. É importante ainda que os referidos degraus sejam inclinados em relação à vertical, para facilitar, sobretudo, a descida do posto de operação. Da mesma forma, recomenda-se a colocação de pega-mãos a cada lado do acesso para que possam facilitar tanto a subida quanto a descida ao posto

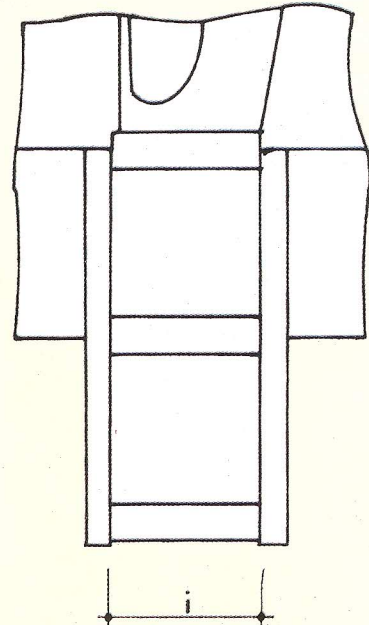


Fig. 4 - Esquema representativo da largura dos estribos (i)

de operação.

A mesma norma especifica também algumas dimensões para o acesso ao interior da cabina. A altura da porta principal de acesso à cabina deve ter no mínimo 1330 mm. A largura da porta deve ser de 270 mm na base, 750 mm na parte mediana e 670 mm no topo. Da mesma forma, a norma indica um ângulo de 120° para a abertura da porta. Recomenda-se também a existência na cabina de saídas de emergência, com dimensões mínimas de 510 x 510 mm se forem quadradas, 610 x 400 mm se são retangulares e 610 mm de diâmetro se as saídas de emergência forem circulares. Além disso, as dimensões internas da cabina devem proporcionar condições de conforto ao operador. Assim, a norma determina que haja uma distância entre o assento e o teto da cabina de 1000 mm, uma distância mínima de 400 mm desde o plano médio do assento até às paredes laterais da cabina e, também, uma separação de pelo menos 50 mm entre qualquer comando e a parede lateral da cabina.

Um posto de operação ergonomicamente mal projetado, juntamente com comandos posicionados de maneira errônea e de forma a necessitar um grande esforço para serem acionados, constituem-se em causas indiretas de acidentes. Isto porque, neste caso, o nível de fadiga física e mental a qual o operador encontra-se submetido aumenta, de maneira a diminuir a capacidade de concentração deste, o que pode redundar em um acidente. A posição dos comandos deve ser de tal forma a permitir um controle e manejo fácil sem que seja necessário que o ope-



rador saia de sua posição normal de trabalho.

Além disso, conforme explica MÁRQUEZ (1990), os pedais não devem ser localizados de tal forma a obstruir os acessos. A norma internacional ISO 4253 estabelece as posições relativas (vertical e horizontal) entre o ponto de referência do assento (determinado conforme procedimentos descritos pela norma ISO 4262) e os freios, embreagem, acelerador e volante de direção.

Na prática, os tratores agrícolas, especialmente os modelos mais recentes, oferecem opções de regulação de posicionamento vertical e horizontal do assento e de alguns comandos, especialmente o volante de direção. Assim, é possível adaptar o posto de operação a uma gama maior de operadores, de maneira a proporcionar-lhes uma posição cômoda. Para que o operador sentado possa conduzir o trator comodamente e com o mínimo de cansaço, são recomendados uns posicionamentos de maneira a formar os seguintes ângulos:

- Ângulo entre a coxa e o quadril: 120°
- Ângulo entre a planta do pé e a panturrilha: 90 – 120°
- Ângulo do joelho: 90 – 150°
- Ângulo do ombro: 0 – 70°
- Ângulo do cotovelo: 60 – 180°

Além do posicionamento, outros aspectos são importantes no que se refere à ergonomia dos comandos. O primeiro deles relaciona-se à força necessária para o seu acionamento. A força necessária para acionar os comandos varia em função de sua posição relativa ao operador e da forma de atuação. Assim, para os freios o esforço de acionamento não deve ultrapassar os 60 daN; para a embreagem se admite uma força de 35 daN para as simples e 40 para as duplas; o volante de direção pode necessitar um esforço máximo de 60 daN; e a alavanca do hi-

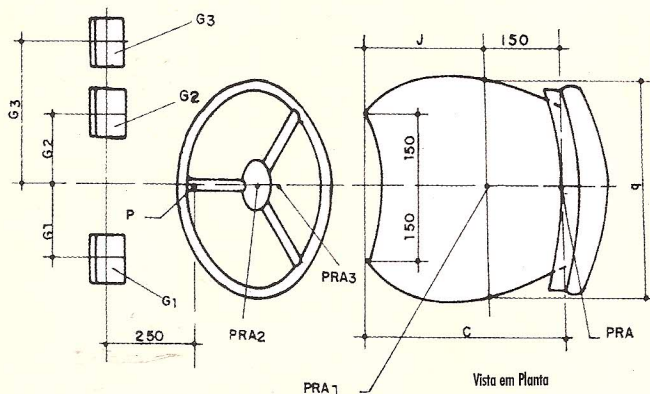


Fig. 5 - Esquema demonstrativo da localização dos comandos em relação ao ponto de referência do assento (PRA), no posto de operação dos tratores agrícolas (vista em planta)

Medida	Descrição	Valor (mm)	
		Mínimo	Máximo
C	Comprimento do assento	350	450
Q	Largura do assento	450	-
G1	Distância do pedal da embreagem à linha central longitudinal do trator	75	300
G2	Distância do pedal esquerdo do freio à linha central longitudinal do trator	75	-
G3	Distância do pedal direito do freio à linha central longitudinal do trator	-	300

dráulico 7 daN. Outro aspecto importante é quanto à forma dos pedais, a qual deve estar de acordo com a sua maneira de acionamento, sendo que sua superfície deve ser antiderrapante e o seu movimento o mais paralelo possível à direção de aplicação da força. Além disso, o sentido de acionamento deve ser condizente com a função que irá ser executada. Por exemplo, para desacelerar o trator, o sentido mais correto de movimentação do comando é para trás. Para finalizar, é importante também que cada comando seja identificado de maneira a indicar a função que desempenha no trator.

Fisicamente, o ruído pode ser definido como sendo um som ou uma mistura complexa de sons, que causam uma sensação de desconforto. Ou seja, o ruído é todo o som indesejável

## Fatores ambientais no posto de operação

### RUÍDOS

Fisicamente, o ruído pode ser definido como sendo um som ou uma mistura complexa de sons, que causam uma sensação de desconforto. Ou seja, o ruído é todo o som indesejável. A unidade mais usual para a medição do ruído é o Decibel (dB). Porém, para melhor avaliar a sensação causada, deve-se expressá-lo em pressão sonora. Isto porque um aumento de 6 dB duplica a pressão sonora, de onde se conclui que pequenos acréscimos no nível de ruído, em dB, acarretam em um grande aumento de pressão sonora.

O ruído pode causar danos físicos e mentais irreversíveis. Um destes é a perda de audição, que ocorre de forma gradual, pouco dolorida, praticamente imperceptível ao operador. Analisando 111 tratoristas, FERNANDES (1991) detectou 59,8% destes com problemas auditivos. A precocidade desta perda auditiva demonstra a severidade da exposição, sendo que 42,9% das pessoas com até 5 anos de trabalho em condições insalubres já apresentam

perda de audição induzida por ruído (FERNANDES & LANÇAS, 1992b). Ruídos acima de níveis considerados salubres, além de prejudicar a saúde do operador, afetam negativamente seu desempenho no trabalho e aumentam o risco de acidentes, pois reduzem sua capacidade de concentração. Nesse sentido, MARQUEZ (1990) explica que quando o nível de ruído aumenta se produz um incremento no ritmo cardíaco, o que induz à fadiga, reduzindo a habilidade no trabalho, além de fazer com que o indivíduo perca sua tranquilidade e diminua sua capacidade mental. A partir de 65 dB o ruído desencadeia efeitos fisiológicos e físicos significativos ao operador.

A perda da capacidade auditiva é função do tempo de exposição e do nível de ruído, sendo também importante a frequência de exposição e a sensibilidade de cada operador. É importante considerar ainda que, as peculiaridades de cada operação agrícola causam variação na carga ao qual está submetido o trator e no ruído emitido. Em função desses fatores,



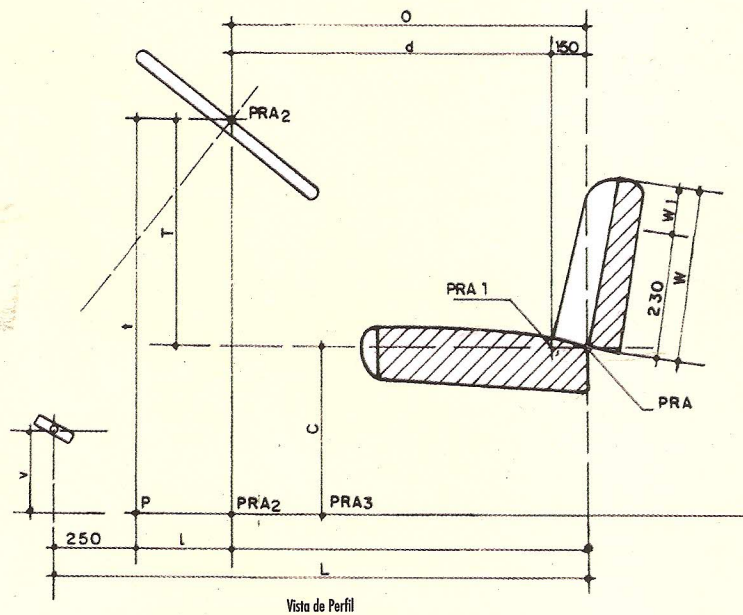


Fig. 6 - Esquema demonstrativo da localização dos comandos em relação ao ponto de referência do assento (PRA), no posto de operação dos tratores agrícolas (vista lateral)

fica difícil estabelecer limites rígidos de insalubridade. O limite máximo, para uma jornada média de trabalho de 8 h, é de 85 dB, sendo que a cada 5 dB de acréscimo ao ruído, reduz-se em 50 % a máxima exposição diária permissível (NBR 10152).

Estudos sobre os ruídos produzidos pelos tratores vêm sendo feitos desde a década de 30. Os níveis encontrados estão em uma faixa alta, sendo que operá-los torna-se insalubre. ORTIZ (1989), avaliou 128 tratores, em condições de trabalho, tendo encontrado valores maiores de 90 dB, com a maior parte dispersa na faixa de 90-97 dB.

Uma alternativa simples, para proteção do aparelho auditivo do operador, seria a utilização de protetores auriculares, porém dados de pesquisa revelam que somente 7,2% dos operadores declaram utilizar algum tipo de proteção nos ouvidos (FERNANDES & LANÇAS, 1992b). A modificação da posição do escapamento e o redimensionamento foram estudados por FERNANDES (1991). A maior redução no nível de ruído encontrada foi de 16 dB, quando utilizado o escapamento redimensionado e recolocado na parte inferior do equipamento. Neste contexto, as cabinas para tratores agrícolas, como forma de diminuir a exposição do operador aos ruídos, trazem os maiores benefícios, pois conseguem também isolar o operador de injúrias como sol, chuva, poeira, gases e calor do motor, deriva de defensivos, vibrações, e outros (FERNANDES & LANÇAS, 1992a). Dados extraídos de literatura estrangeira mostram que a inclusão de cabinas pode reduzir o ruído ao nível do ouvido do operador em cerca de 14 dB. Em nível de Brasil, SCHLOSSER *et al* (2000) realizaram uma comparação em termos de nível de ruído à altura do ouvido do operador considerando o mesmo trator com cabina e sem cabina. Os resultados mostraram que, quando da ausência de cabina, o ruído ficou acima dos limites considerados salubres para uma jornada de trabalho de 8 horas (85 dB). A montagem da cabina reduziu o nível de ruído em aproximadamente 5 dB. Além disso, não

houve diferenças significativas no nível de ruído com as janelas da cabina abertas ou fechadas até a rotação de 2000 rpm. Nesta rotação, o ruído foi maior com as janelas abertas, o que pode ser explicado em função de problemas construtivos apresentados pela cabina testada.

## VIBRAÇÕES

Durante o trabalho com tratores agrícolas, o operador está submetido a vibrações mecânicas, cujo nível varia com a massa (peso) do trator, superfície do terreno, características do assento, entre outros aspectos. MARQUEZ (1990) afirma que o corpo suporta as vibrações mediante uma contração e relaxamento contínuo do sistema muscular, o que depois de um certo tempo produz um desequilíbrio no sistema de autoregulação, que atinge até mesmo o sistema muscular digestivo. As vibrações são bastante prejudiciais ao homem, causando principalmente problemas de coluna. Também é comum, em decorrência da exposição às vibrações, o aparecimento de complicações no abdômen, especialmente no estômago, no sistema respiratório e na sensibilidade e na força das mãos e pés, que tendem a ser diminuídas em função da exposição a vibrações excessivas. Além disso, as vibrações aumentam a fadiga do operador, colaborando para um aumento na probabilidade de ocorrência de acidentes.

Tab. 1 - Dados das médias observadas em *i* níveis do fator A e *j* níveis do fator D, em valores de dB. As médias seguidas pela mesma letra, nas linhas apresentadas, não diferem pelo teste de Tukey a nível de 5% de erro

Rotação	Sem Cabina	Com Cabina	
		Aberturas Abertas	Aberturas Fechadas
1.200 rpm	83,08 b	80,13 c	80,33 c
1.400 rpm	87,47 b	81,37 c	80,87 c
1.600 rpm	89,13 b	83,50 c	82,90 c
1.800 rpm	89,77 b	84,97 c	84,23 c
2.000 rpm	91,58 a	86,73 b	85,93 c
2.200 rpm	93,77 a	88,13 c	89,10 b

Fonte: Schlosser *et al* (2000)a

A coluna vertebral dos operadores de máquinas é uma das partes mais atingidas pelas doenças ocupacionais oriundas da operação de tratores agrícolas. Nos EUA, o NATIONAL SAFETY COUNCIL, diagnosticou que havia em torno de 400.000 lesões de coluna, ocasionadas pelo trabalho no país, que incapacitavam o acidentado para o trabalho. Não é por acaso que depois da medicina, uma das profissões médicas mais procuradas é o quiropraxista, profissional habilitado para trabalhar em coluna vertebral. Além do problema humano, que gera a lesão, o custo econômico do problema pode ser avaliado e alcança em torno de 6600 milhões de dólares, custando aproximadamente 6.000 dólares por caso, contabilizando-se para isto o tratamento médico e a aposentadoria. Há, no entanto, outros custos que são: a necessidade de colocar um operador substituído, o treinamento do substituído e do acidentado, que deverá executar outra função, etc. Os tratores agrícolas geram vibrações de frequências variáveis durante o trabalho no campo e estas são absorvidas

Uma alternativa simples, para proteção do aparelho auditivo do operador, seria a utilização de protetores auriculares, porém dados de pesquisa revelam que somente 7,2% dos operadores declaram utilizar algum tipo de proteção nos ouvidos



pela coluna vertebral do operador. Os amortecedores, que são o banco e a flexibilidade dos pneus não são suficientes e acaba a coluna do operador sofrendo as conseqüências. É comum ver-se que operadores com poucos anos de trabalho com tratores já sofrem lesões do tipo hérnia de disco ou deformações crônicas. Este é uma típica lesão por esforço repetitivo (LER), característica do trabalho rural. Por dados obtidos com o professor Luís Márquez, da Espanha, pode-se concluir que 75% dos operadores têm problemas de coluna aos 25 anos, enquanto que este mesmo nível de problema, os mineiros só alcançam aos 55 anos. Isto aumenta a importância da qualidade dos bancos de operadores.

As vibrações são mais comumente expressas em hertz (Hz). O caminhar do homem produz vibrações de aproximadamente 1,67 Hz, as quais a sua estrutura óssea têm condições de suportar sem dificuldade. Porém, num trator agrícola, cujo único absorvedor de vibrações é a flexibilidade dos pneus e o banco, elas podem chegar a 6 Hz, o que supera em muito a capacidade de resistência do homem.

Os tratores são máquinas projetadas para exercer uma dada força de tração, o que dificulta a implantação de um sistema de suspensão como em automóveis. Desta forma, a solução mais concreta para o problema das vibrações é o projeto de assentos adequados, capazes de absorver boa parte (50%) das vibrações que se produzem no posto de operação do trator agrícola. No entanto, incorre-se em outro problema que é o custo destes assentos. A colocação de amortecedores nos pontos de fixação da plataforma de operação ao chassi também pode colaborar para reduzir esse problema.

### CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA OPERAÇÃO

As condições climáticas características do posto de operação influem consideravelmente sobre o sistema circulatório do homem e, dessa forma, sobre sua saúde, rendimento, comodidade e também sobre o risco de ocorrência de acidentes.

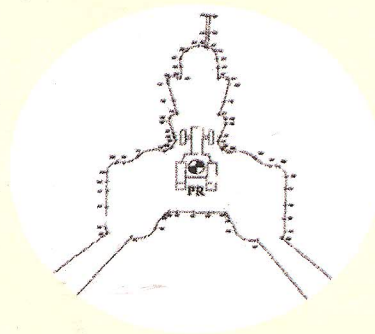
As condições climáticas no posto de operação podem ser caracterizadas segundo três parâmetros principais: temperatura, umidade e velocidade do ar. Temperaturas muito baixas dificultam a circulação sanguínea, de forma que o operador pode perder, pelo menos em parte, a sensibilidade das mãos e dos pés, o que aumenta o risco de ocorrência de acidentes. Além disso, a capacidade de trabalho, conforme RAMBO (1999), também é significativamente reduzida. Por outro lado, temperaturas elevadas, aliadas à alta umidade relativa do ar, geram no operador um estado de sonolência e desconcentração, diminuindo sua capacidade de trabalho, de concentração e de reação diante de alguma situação perigosa. Da mesma forma, a umidade relativa do ar adequada ajuda no equilíbrio de água do corpo, para que o mesmo se adapte a altas temperaturas.

Os valores desses parâmetros recomendados para trabalho manual em posição sentada são os seguintes, segundo MÁRQUEZ (1990):

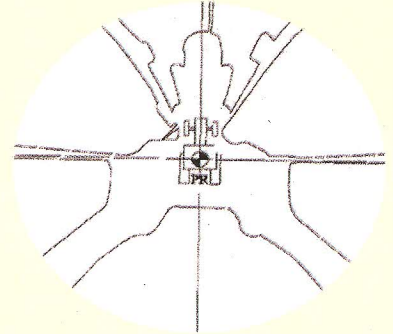
- Temperatura do ar: 19 a 24° C;
- Umidade relativa do ar: 40 a 70%;
- Velocidade do ar: 0,1 m/s.

Na prática, essas condições climáticas só são

### TRATOR SEM CABINA



### TRATOR COM CABINA



Fonte: Schlosser et al (2000)b

Fig. 7 - Área de visibilidade nula do trator, nas duas montagens analisadas

obtidas mediante o uso de cabinas com sistema combinado de calefação/ventilação.

### ELEMENTOS ESTRANHOS SUSPENSOS NO AR

O ar respirado pelo operador contém uma série de impurezas, que podem comprometer sua saúde, principalmente gerando problemas respiratórios. Entre essas impurezas, destaca-se a poeira, a fumaça e moléculas de agrotóxicos. Segundo MÁRQUEZ (1990), experiências realizadas com tratores trabalhando em aração detectaram que o operador está exposto a um ar que contém em média 40 mg/m<sup>3</sup> de partículas em suspensão quando o posto de operação é aberto.

Para reduzir a exposição dos operadores às partículas em suspensão no ar, a melhor solução é o uso de cabinas. MÁRQUEZ (1990) indica que a concentração de partículas em suspensão no interior de uma cabina está em torno de 0,5 mg/m<sup>3</sup> alcançando 4 mg/m<sup>3</sup> em condições de trabalho mais desfavoráveis.

### VISIBILIDADE E ILUMINAÇÃO

Para a operação segura de tratores agrícolas, um bom campo visual circular é imprescindível. Esta afirmação pode ser explicada segundo diversos aspectos. Os dois principais referem-se ao tempo de reação e à fadiga. Sob boas condições de visibilidade, o operador tem uma capacidade de reação mais rápida, o que colabora para a diminuição dos riscos

As vibrações são mais comumente expressas em hertz (Hz). O caminhar do homem produz vibrações de aproximadamente 1,67 Hz, as quais a sua estrutura óssea têm condições de suportar sem dificuldade

Tab. 2 - Áreas do campo visual do trator com e sem cabina

Item <sup>1</sup>	Sem cabina (m <sup>2</sup> )	Com cabina (m <sup>2</sup> )
A <sub>1</sub>	4,75	4,75
A <sub>2</sub>	63,43	83,70
A <sub>3</sub>	Média 58,69	78,89
	CV (%) 0,9	0,87
A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub>	0,075	0,057

<sup>1</sup>A<sub>1</sub> - área do trator rebatido sobre o solo;  
A<sub>2</sub> - área da sombra produzida pelo trator sobre o chão;  
A<sub>3</sub> - área de visibilidade nula (A<sub>2</sub> - A<sub>1</sub>).

Fonte: Schlosser et al (2000)b

de acidentes e, também, aumenta a eficiência do trabalho. É importante salientar ainda que este tempo de reação aumenta sensivelmente a partir do momento em que o operador encontra-se fatigado



em seu trabalho. Esta fadiga pode ser oriunda, dentre outras fontes, do próprio campo visual inadequado, o que leva o operador a movimentar-se constantemente para visualizar determinadas partes do conjunto trator-implemento. Como consequência, o operador fica mais exposto a acidentes e a doenças ocupacionais.

O campo visual pode ser influenciado por diversos fatores: altura do assento em relação à plataforma, porte do trator, características antropométricas do operador, presença, localização, ângulo em relação à direção de visão e largura de partes componentes, ângulo de inclinação da parte frontal do trator, entre outros. Portanto, a inclusão de itens relacionados ao conforto e segurança, como estruturas de proteção contra o capotamento e as cabinas, tende a diminuir o campo visual (ROBIN, 1987). Nes-

te sentido, SCHLOSSER *et al* (2000)<sup>b</sup> determinaram a influência da cabina sobre o campo visual. Concluíram que a cabina avaliada aumentou a área de visibilidade nula em aproximadamente 35%. Esta redução resultou da existência, na cabina, de anteparos tais como suportes, espelhos retrovisores, haste do limpador do pára-brisa, entre outros.

Além do campo visual, outros fatores importantes são as condições de luminosidade. Os tratores devem ser equipados com faróis dianteiros e traseiros capazes de oferecer ao operador uma boa visibilidade em condições de pouca luz solar.

Deve-se dar uma atenção especial à manutenção dos faróis. Alguns trabalhos indicam que o agricultor tende a não fazer a manutenção necessária nestes dispositivos, pois não são essenciais ao funcionamento do trator.

## Estruturas de proteção contra o capotamento (EPCC)

Existem duas formas principais para se minimizar a probabilidade de ocorrência e a gravidade dos capotamentos. A primeira delas refere-se à observância das regras de segurança no manejo do trator, de forma a eliminar as causas dos capotamentos, as quais foram anteriormente expostas. A segunda relaciona-se à inclusão de estruturas de proteção contra o capotamento (EPCC), as quais devido à sua posição, morfologia e resistência, propiciam ao operador, por ocasião do capotamento, uma zona de segurança, dentro da qual o trabalhador está a salvo. Há a previsão de uma zona de segurança dentro da envolvente da EPCC, que não deve ser atingida, mesmo quando este se deforma dentro de limites permitidos. O material a ser utilizado para a fabricação da EPCC deve ser de qualidade e de preferência deve ser submetido a ensaios de deformação, no sentido de avaliar a sua efetividade. Uma EPCC mal construída, ou ancorada sobre uma peça frágil, como os pára-lamas do trator, por exemplo, pode ser como uma faixa de segurança, que os motoristas não respeitam, indica a possibilidade de segurança, mas efetivamente não a proporciona. De maneira inversa, pesquisas realizadas pela Universidade de Iowa, nos EUA, demonstram que aproximadamente 25% dos acidentados com tratores sem arco de proteção, sobreviveram aos seus acidentes, enquanto que esta percentagem sobe a 95% de sobrevivência, quando esta estrutura estava presente.

As EPCC devem incluir o cinto de segurança, o qual deverá ser usado para evitar que o tratorista seja jogado para fora da zona de segurança. De maneira inversa, jamais se deve utilizar o cinto de segurança sem o arco, pois isto resultará em aprisionamento e esmagamento do operador. Está provado estatisticamente que a cada dois acidentes de tratores sem arco de proteção, um resulta em esmagamento do operador, porque o trator arremessa o operador para um lado e em 50% dos casos, este lado coincide com o sentido do capotamento. Desta forma, manter o tratorista amarrado ao trator, sem o arco de segurança, é condená-lo à morte. Neste sentido a legislação brasileira prevê que o trator deve ser equipado de cinto de seguran-

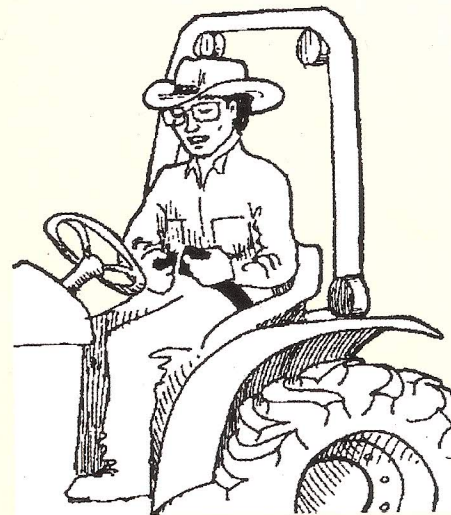


Fig. 8 - Operador protegido pela EPCC (no caso, arco de proteção) e pelo cinto de segurança

ça (Seção II, Artigo 105), mas não obriga o arco de proteção, o que é um erro de conhecimento ou interpretação da técnica. Inclusive, a aprovação do último Código de Trânsito Brasileiro em 23 de setembro de 1997, promoveu um incentivo às fábricas, que passaram a colocar cintos de segurança nos tratores. É necessária uma regulamentação sobre o assunto, com o acompanhamento de uma campanha de esclarecimento.

No que se refere ainda ao cinto de segurança, cabe salientar que, em nível de Brasil, devido à antiguidade das máquinas, são poucos os tratores que apresentam este dispositivo de segurança. Além disso, quando o trator possui cinto, a maioria dos operadores não o usa. Conforme os dados obtidos na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul por SCHLOSSER *et al* (dados não publicados) mostram que 61,11% dos tratores em uso não possuem cinto de segurança. Com relação aos tratores que possuem cinto de segurança, em 69% dos casos os operadores não o usam. Dessa

Além do campo visual, outros fatores importantes são as condições de luminosidade. Os tratores devem ser equipados com faróis dianteiros e traseiros capazes de oferecer ao operador uma boa visibilidade em condições de pouca luz solar





Fig. 9 - Estrutura de proteção contra sol e chuva através de capota

forma, muitas vezes, os tratores são equipados com estruturas de proteção contra capotamento, mas o operador não usa o cinto, de forma que sua eficiência praticamente é anulada.

Existem diversos tipos de EPCC, entre as quais destacam-se a estrutura de 4 pontos, as cabinas e os arcos de proteção. Os arcos de proteção são estruturas anticapotamento fixas a dois pontos resistentes do trator. Neste tipo de estrutura, o operador deve, durante o capotamento, inclinar-se para frente com o intuito de ficar dentro da zona de segurança. A necessidade de o operador realizar este movimento reduz a eficiência deste dispositivo. A cabina, por sua vez, possui os mesmos elementos resistentes que uma estrutura do tipo 4 pontos ou arco de segurança. Só que nesse caso a estrutura anticapotamento é recoberta, de forma a proteger o operador das intempéries (chuva, sol, calor, frio). Já a estrutura de 4 pontos deve apoiar-se obrigatoriamente sobre quatro pontos resistentes do trator, sendo considerado o mais eficiente na proteção do operador.

Normalmente o fabricante vende ao comprador do trator as EPCC pelo custo de produção, pois quer estimular o seu uso, melhorando a imagem do produto. Dependendo do modelo que se está considerando, um arco pode custar, sem cabina, em torno de US\$ 600,00. A instalação voluntária desta proteção começou, nos EUA a partir de 1985, embora no Brasil isto não esteja ainda ocorrendo.

No Brasil, a percentagem de tratores antigos é bastante alta e mesmo os mais modernos não tem a exigência de possuírem estruturas de proteção. Em países desenvolvidos, os tratores mais antigos podem ter a sua segurança incrementada pela colocação de arcos de proteção com um custo baixo, conseqüentemente compatível com seu valor de revenda. A empresa de origem japonesa Kubota Tractor Company montou um programa de instalação de estruturas de proteção a baixos preços. O custo deste componente é absorvido em parte pelo fabricante e pode custar entre 198 e 375 dólares. Esse custo situa-se entre 20 e 50% dos custos cobrados por empresas similares que não tenham planos de incentivo equivalente.

É importante fazer-se referência ainda a alguns dispositivos aos quais, erroneamente, é atribuída a função de proteção anticapotamento. Estes dispositivos (toldos), na verdade, não oferecem praticamente nenhuma proteção ao operador; somente o protegem par-

cialmente do sol e da chuva. Podem evitar, porém, que o trator gire sobre si mesmo (180°), o que caracteriza os capotamentos mais graves.

Em nível de Brasil, existe uma série de medidas necessárias para solucionar o problema, entre elas está o cumprimento por parte dos agricultores que trafegam em rodovias, do novo código de trânsito. Este coloca como obrigatórios para os usuários de tratores e colhedoras os seguintes itens de segurança:

- Faroletes ou faróis dianteiros de luz branca ou amarela;
- Lanternas de luz vermelha na parte traseira;
- Extintor de incêndio;
- Luz para sinal de PARE;
- Indicadores luminosos de mudança de direção, dianteiro e traseiro;
- Pneus que ofereçam mínimas condições de segurança;
- Utilização de emblemas de veículos lentos. Estes triângulos refletivos advertem de maneira eficiente que



Fig. 10 - Estrutura de proteção contra capotamento de 4 pontos

um veículo lento está circulando pela via.

Os tratores brasileiros tiveram uma substancial evolução nos seus projetos em relação aos modelos que se produziam no nosso país na década passada. A internacionalização dos modelos produzidos no país, assim como a diminuição do tempo necessário para que os modelos lançados no exterior passassem a ser produzidos no Brasil, tornaram a realidade bastante favorável à melhoria da qualidade do produto nacional. É possível aos produtores agrícolas brasileiros, na atualidade, comprarem tratores muito similares aos que utilizam no exterior.

De outra forma é razoavelmente fácil entender que o preço baixo pago aos produtos agrícolas no nosso país e nas vendas ao exterior obriga aos fabricantes à redução do preço das máquinas agrícolas, para compatibilizar custos de produção com preços de venda. Também é conhecida a dificuldade em diminuir preço de máquina em itens que não sejam os referentes ao conforto e ergonomia. Assim, para baratear os preços dos tratores se recorre à retirada de pontos de projetos que incidem a diminuir a qualidade da relação entre má-

No Brasil, a percentagem de tratores antigos é bastante alta e mesmo os mais modernos não tem a exigência de possuírem estruturas de proteção



quina e operador, como cabina, climatização, assentos, comandos, etc.

A tendência encontrada na indústria em baratear o custo dos tratores pela retirada de itens relacionados ao conforto e à segurança pode ser explicada, também, por questões de ordem mercadológica. Normalmente, o produtor rural brasileiro não leva em consideração, quando da seleção da máquina, o conforto e a segurança de máquina. Assim, a retirada destes itens não influi significativamente em termos de redução das vendas. SCHLOSSER et al (dados não publicados) constataram que apenas 4,71% dos entrevistados levaram em consideração, na escolha do trator agrícola, as condições de ergonomia e segurança. O agricultor leva mais em consideração o desempenho da máquina e o conhecimento da mesma.

Estabelecendo uma comparação entre os proprietários de tratores e os de automóveis, estes segundos consideram importante na compra de um carro de passeio o item segurança. Contrastando com o resultado da pesquisa realizada com tratores na nossa região, pode-se concluir que o comprador de trator não dá nenhuma importância para o conforto e a segurança, enquanto que para os automóveis, este item é muito importante. O motivo para tal resultado pode ser que na maioria dos casos quem utiliza o carro de passeio é o próprio comprador ou seus familiares, enquanto que o trator será operado por empregados rurais, geralmente com pequeno grau de formação escolar e sem treinamento.

Esta menor importância aos itens de conforto e segurança acredita-se que seja principalmente pela dificuldade financeira dos agricultores brasileiros. Além disso, deve-se considerar que no Brasil, diferentemente de muitos países desenvolvidos, grande parte dos operadores são empregados e que têm um baixo nível de escolaridade. Convém ainda salientar que não existe em nível de Brasil uma legislação, no sentido de exigir conforto e segurança para o operador de tratores agrícolas e máquinas em geral. Estes são importantes fatores que vêm contribuindo para o grande número de acidentes ocorridos em nosso país e anteriormente detalhados.

Uma medida de segurança tomada em nível mundial, para aumentar a segurança dos tratores agrícolas é a utilização do arco de segurança e cabinas. Realmente este dispositivo pode salvar vidas, pois em caso de capotamento terá que resistir os impactos decorrentes da grande massa destes veículos. No Brasil, a realidade é bastante diferente do que acontece em países desenvolvidos onde o arco de segurança ou estrutura de proteção ao capotamento (ROPS) é um item obrigatório e muito requisitado pelos compradores. Na maioria dos casos, aqui no Brasil, o que é montado nos tratores são estruturas de proteção ao sol e chuva, mas que pela sua constituição não protegem em caso de capotamento. Geralmente são montadas diretamente nos pára-lamas dos

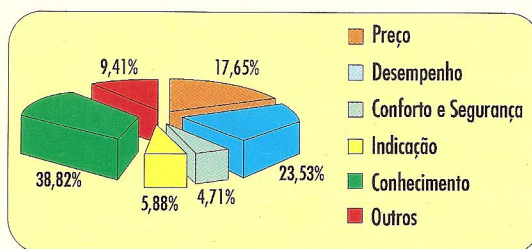


Fig. 12 - As cabinas têm incorporado em seu interior uma estrutura de proteção de 4 pontos ou um arco de proteção



Fig. 11 - Estrutura de proteção contra capotamento do tipo arco de proteção

tratores ou não, quando são montadas diretamente ao eixo traseiro do trator, não possuem dimensões, nem qualidade para suportarem altos esforços. Nem os fabricantes são solicitados a ensaiarem seus tratores, provando a efetividade das estruturas, nem os organismos de fiscalização cobram, protegendo os agricultores. É um compromisso de duas vias, do tipo "eu não te cobro e tu não gasta". Na verdade, o que parece ser um pensamento comum é que a vida de um operador brasileiro tem menos valor do que a de um comunitário europeu ou de um norte-americano. Mesmo nos EUA



Fonte: Schlosser et al (1999)

Fig. 13 - Critérios utilizados pelos entrevistados na escolha do trator agrícola. Santa Maria, 1999

a totalidade da frota dos tratores não está equipada com este mecanismo de proteção. Estima-se que apenas 2 milhões do total de 4,3 milhões de tratores têm montado este dispositivo. Na Europa Ocidental esta proporção é bastante menor, principalmente nos países comunitários.

Além disso, verifica-se uma inadequação dos tratores agrícolas brasileiros ao tráfego em rodovias. No início da validade do novo Código de Trânsito, os agricultores se preocupavam com a possibilidade de que houvesse uma imediata proibição da circulação das máquinas por estradas e uma fiscalização rígida por parte dos organismos de policiamento. A resolução 2/98 deveria cobrar imediatamente e com rigor as exigências do novo código, antes apresentadas.

Sabendo-se que em época de safra circulam pelas rodovias, principalmente à noite, 10 mil unidades de tratores e colhedoras e que a maioria delas não possuem as mínimas condições exigidas e que os operadores não têm, na maioria das vezes, a habilitação exigida pelo código de trânsito, os agricultores trataram de fazer contas sobre o custo desta adaptação.

**José Fernando Schlosser e Henrique Debiassi,**

Núcleo de Ensaios de Máquinas Agrícolas - CCR - UFSM