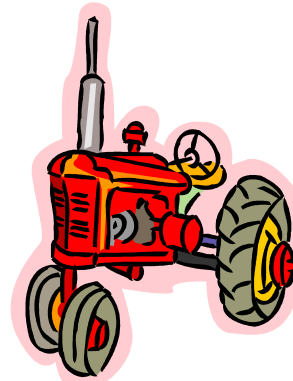
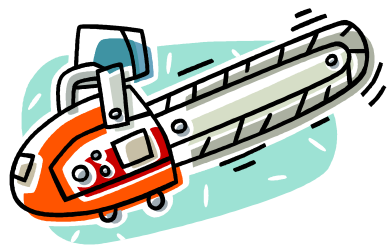




ERGONOMIA E SEGURANÇA MÁQUINAS AGRÍCOLAS



Departamento de Engenharia de Biossistemas

LEB 0332- Mecânica e Máquinas Motoras

2014

ERGONOMIA

- A palavra *Ergonomia* deriva do grego Ergon [trabalho] e nomos [normas, regras, leis]. Disciplina orientada para uma abordagem sistêmica de todos os aspectos da atividade humana.
- Ergonomistas: planejamento, projeto e avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas. Torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas.
- <http://www.abergo.org.br>;
- <http://www.iea.cc>;



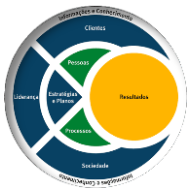
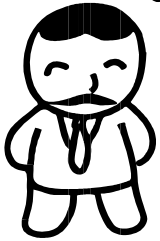


A Ergonomia (ou Fatores Humanos): disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos, a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema.

ERGONOMIA

Domínios de Especialização

- **FÍSICA:** Características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação a atividade física.
- **COGNITIVA:** Processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora, conforme afetem as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema.
- **ORGANIZACIONAL:** Otimização dos sistemas sócio-técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e de processos.



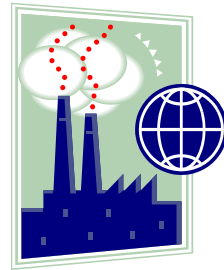
TRATORES AGRÍCOLAS - ERGONOMIA -





ANTROPOMETRIA

Física



Década de 40: Desenvolvimento da produção em massa;

-Aumento considerável nos custos de produção (dimensões desnecessárias);

- Necessidade de medidas cada vez mais confiáveis;

- Crescente globalização da economia: necessidade de estabelecer padrões mundiais e levar em consideração variáveis como etnias, regiões e culturas.

Medidas Antropométricas

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	O QUE É?	ONDE E APLICADA?
ESTÁTICA	Aquela em que as medidas se referem ao corpo parado ou com poucos movimentos.	Projetos de objetos sem partes moveis ou com pouca mobilidade. Ex: mobiliário.
DINÂMICA	Aquela que mede os alcances dos movimentos. Realiza registro dos movimentos no sistema tri-ortogonal.	Projetos de máquinas ou postos de trabalho com partes que se movimentam.

Medidas Antropométricas

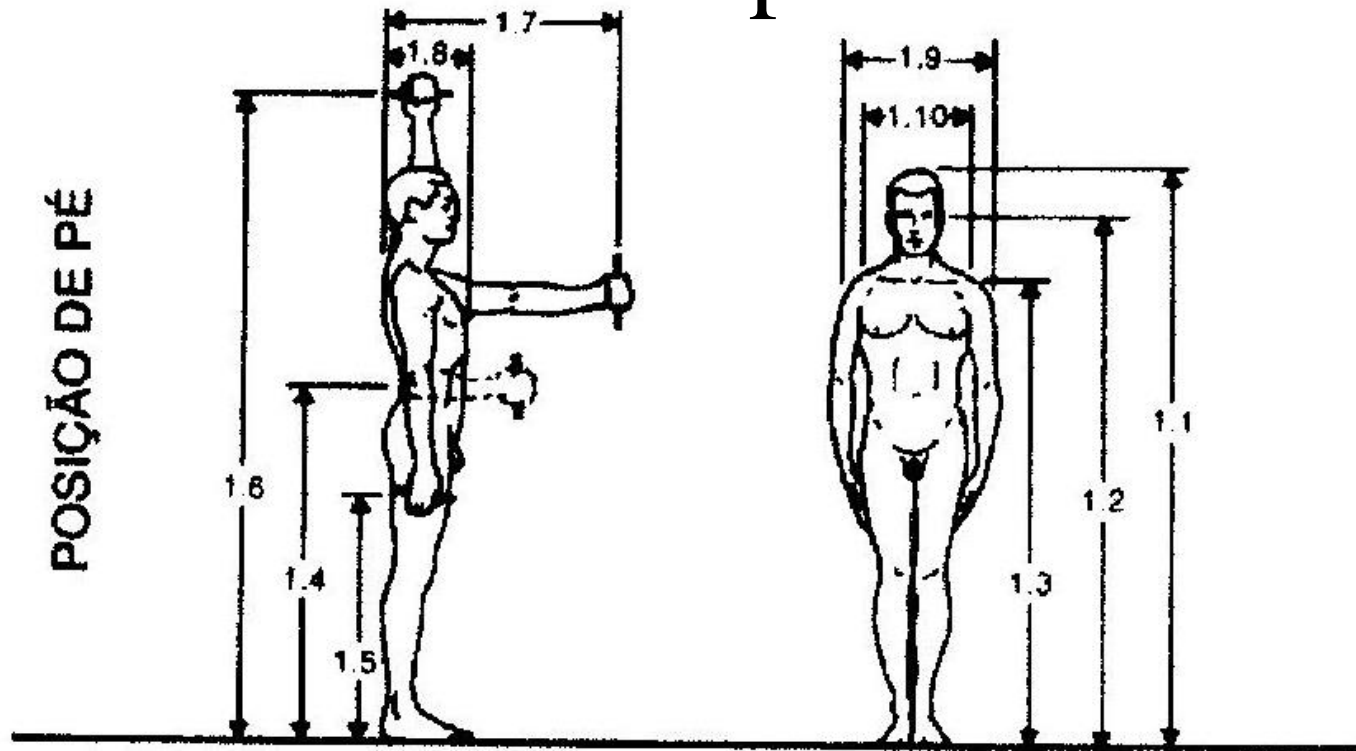
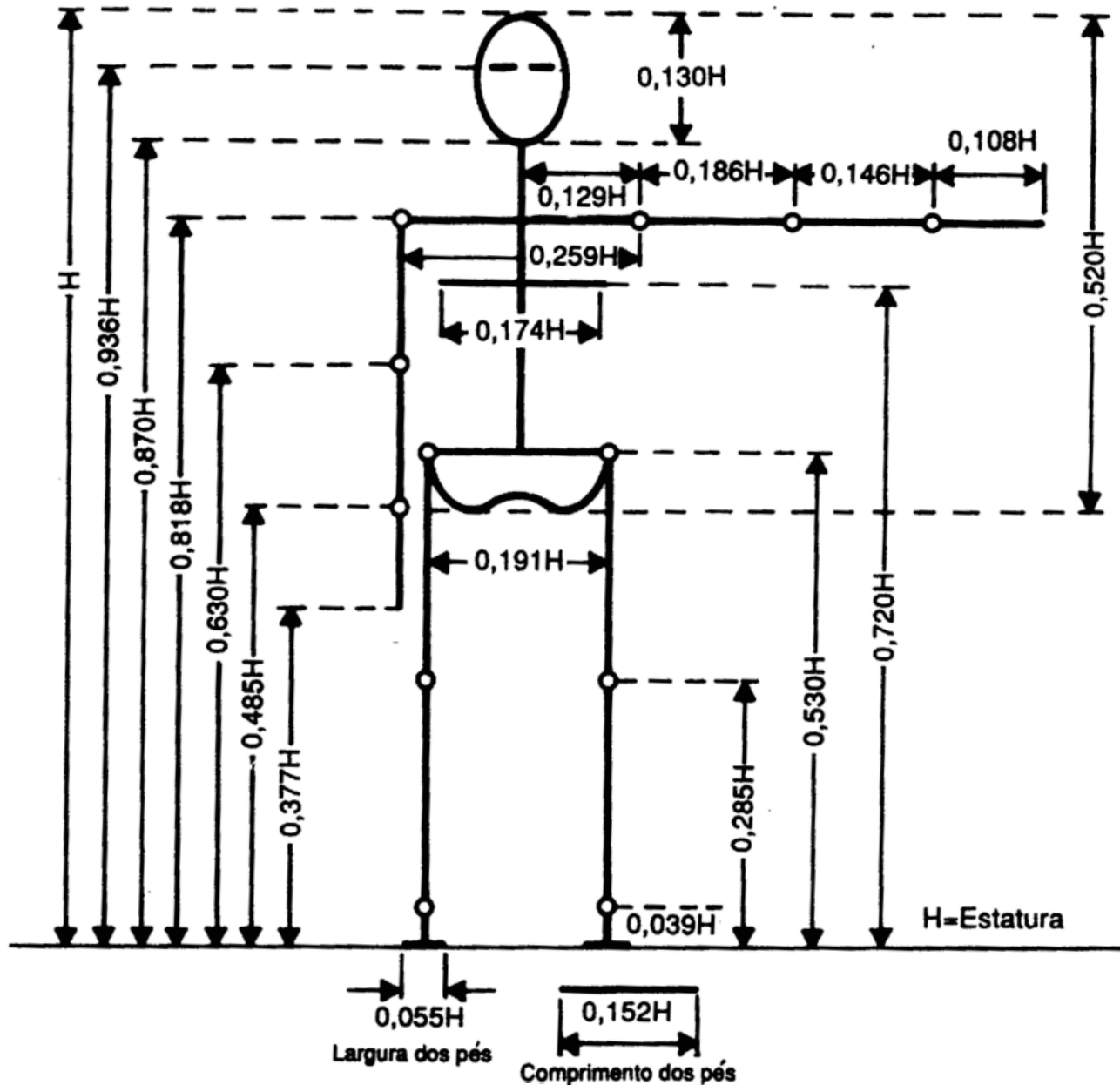


Figura 1: Medidas Antropométricas Estáticas na Posição de Pé.

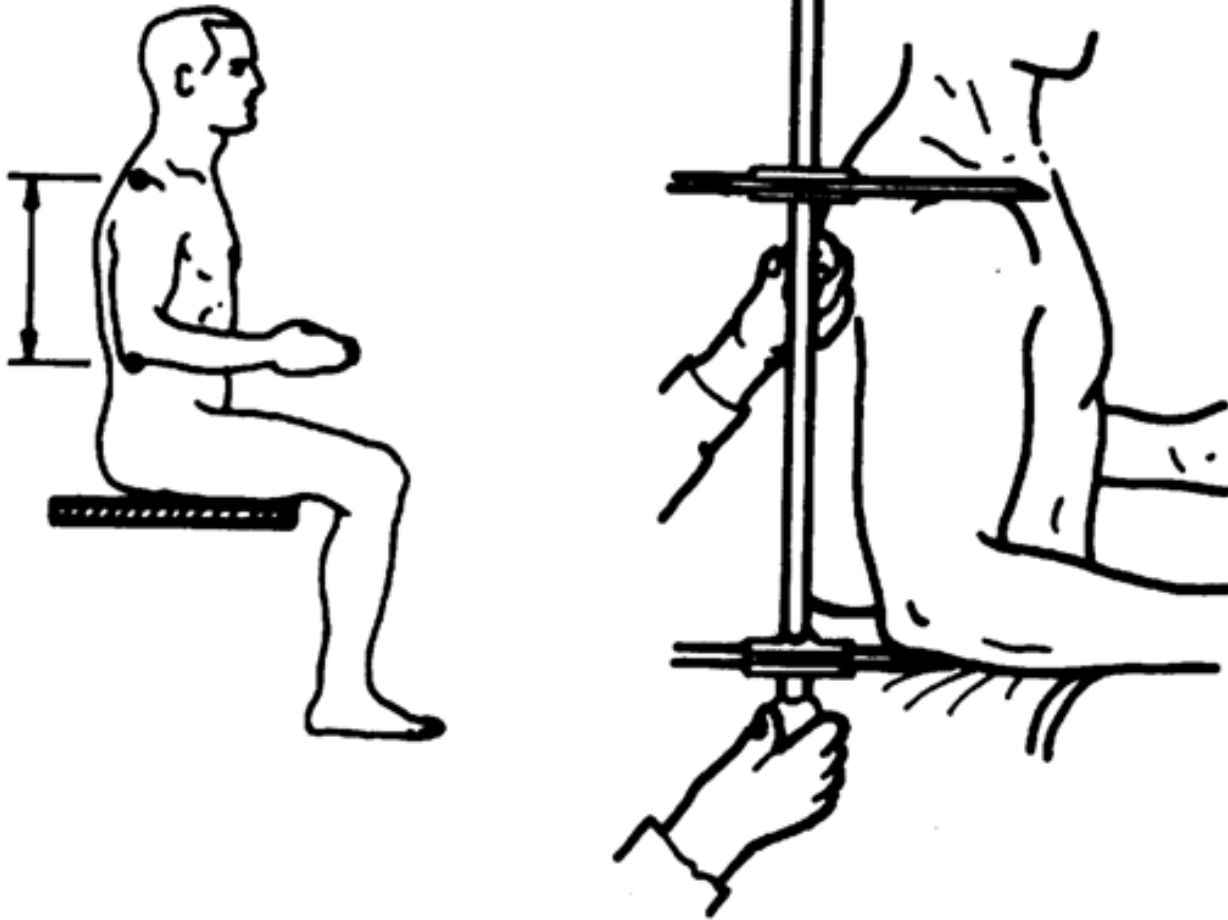
Fonte: Iida, 1990

1.1. Estatura (corpo ereto); 1.2. Altura dos olhos; 1.3. Altura dos ombros; 1.4. Altura do cotovelo; 1.5. Altura do centro da mão (braço pedido); 1.6. Altura do centro da mão (braço erguido); 1.7. Comprimento do braço, na horizontal, até o centro da mão; 1.8. Profundidade do corpo, na altura do tórax; 1.9. Largura dos ombros; 1.10. Largura dos quadris.

Pronorções em relação a altura



Medidas Antropométricas



— A figura mostra a postura e os pontos entre os quais deve ser feita a medida antropométrica do comprimento ombro-cotovelo.

Comparação de Padrões

Tabela 1 – Comparação do padrão antropométrico entre os operadores de tratores agrícolas de um país desenvolvido e a região da Depressão Central do Rio Grande Sul.

Medida	País Desenvolvido		Depressão Central	
	Média	Intervalo	Média	Intervalo
		90%		90%
Altura do corpo (cm)	172	160-184	173,9	157,9-186,5
Altura ao nível dos olhos em pé (cm)	161	150-172	164,6*	150,6-174,4
Altura ao nível dos olhos sentado (cm)	79	73-85	82,0*	70,0-92,6
Altura do cotovelo (cm)	106	98-114	107,9	98-116,5
Alcance do braço (cm)	82	75-87	89,6*	82,6-96,4
Alcance da mão (cm)	47	43-51	53,5*	47,7-66,9
Distância pé-patela (cm)	55	51-59	55,2	45,0-64,3
Apoio do assento (cm)	50	46-54	45,8*	39,0-52,2
Massa corporal (kg)	-	-	74,9	58,0-89,0

*Diferenças entre médias significativas pelo teste t, $\alpha = 5\%$

POSTO DE OPERAÇÃO (ESPAÇO DE TRABALHO)

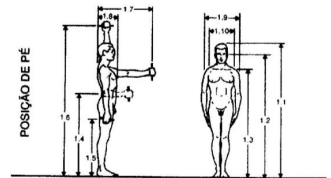
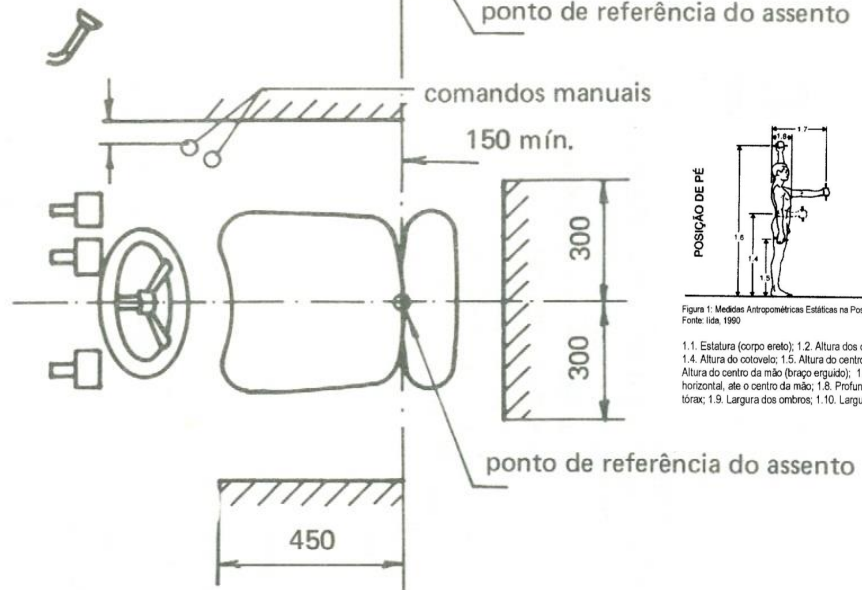
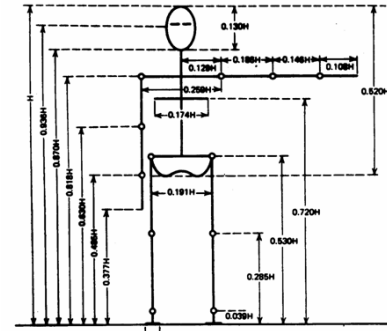
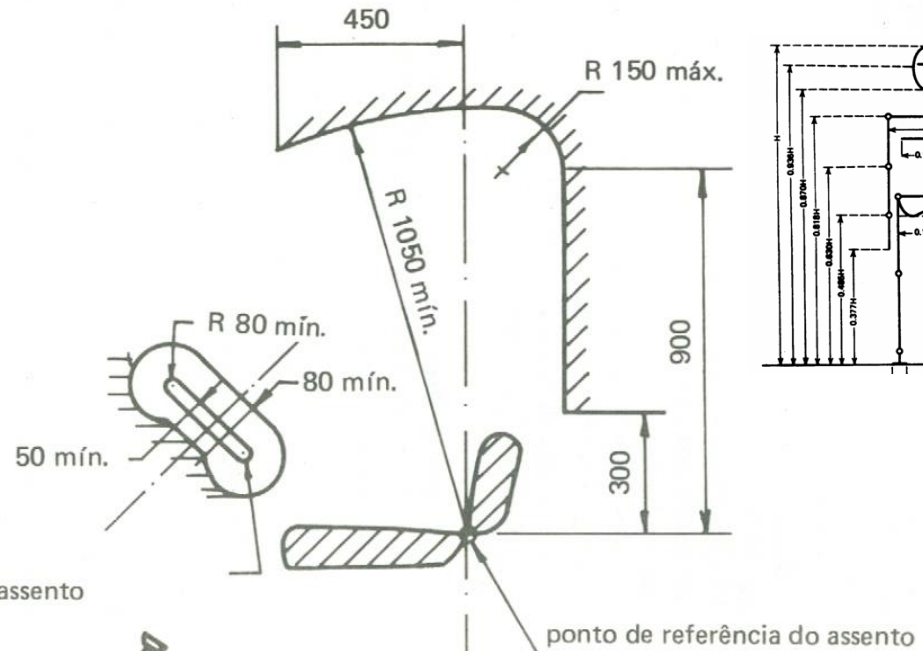
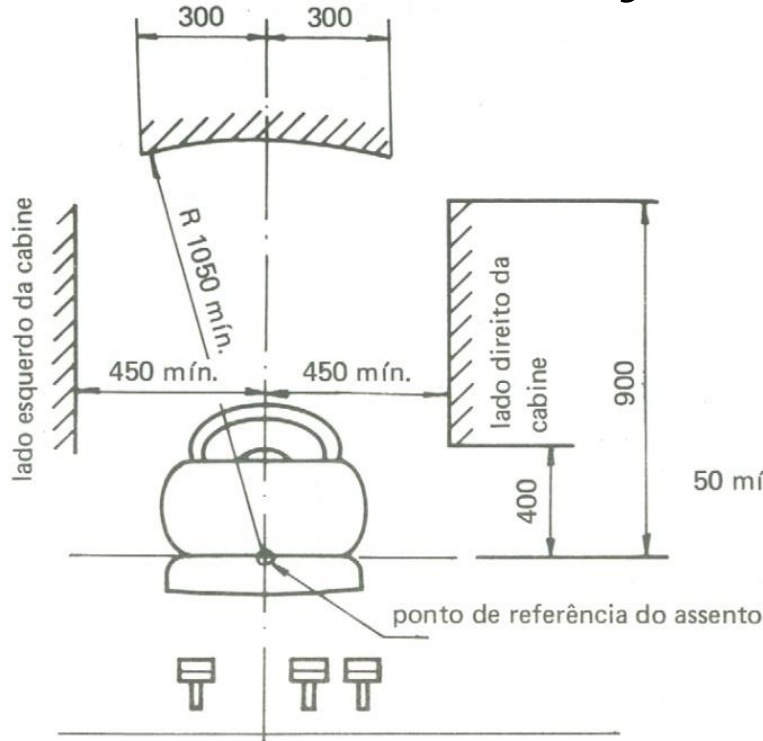
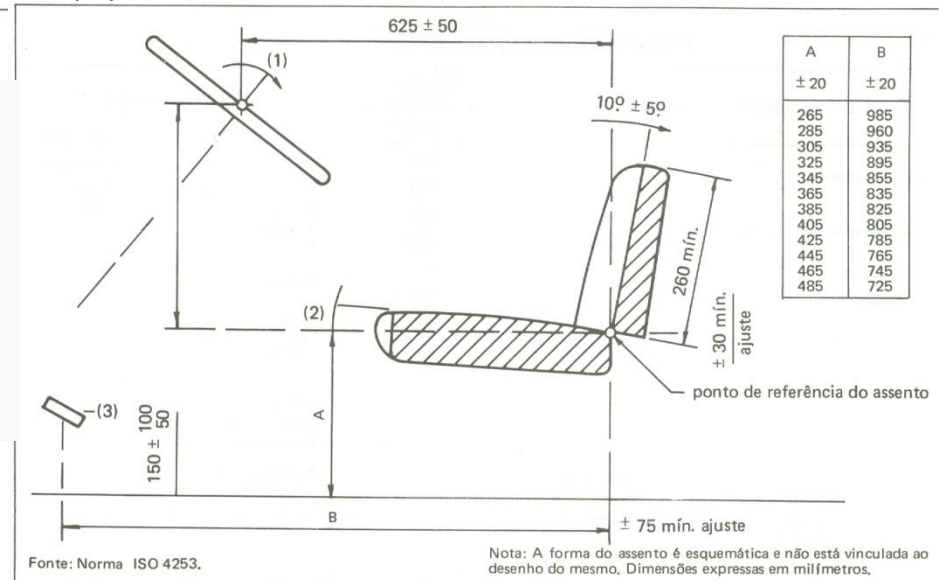
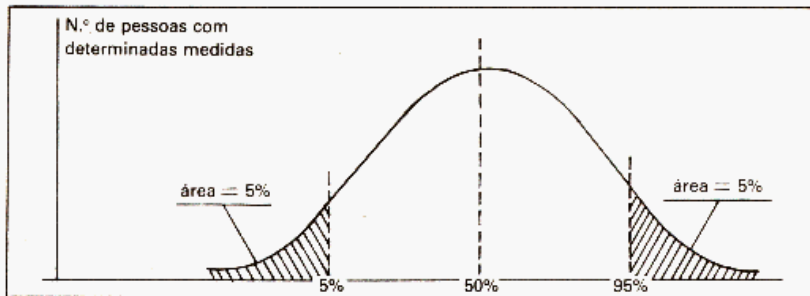
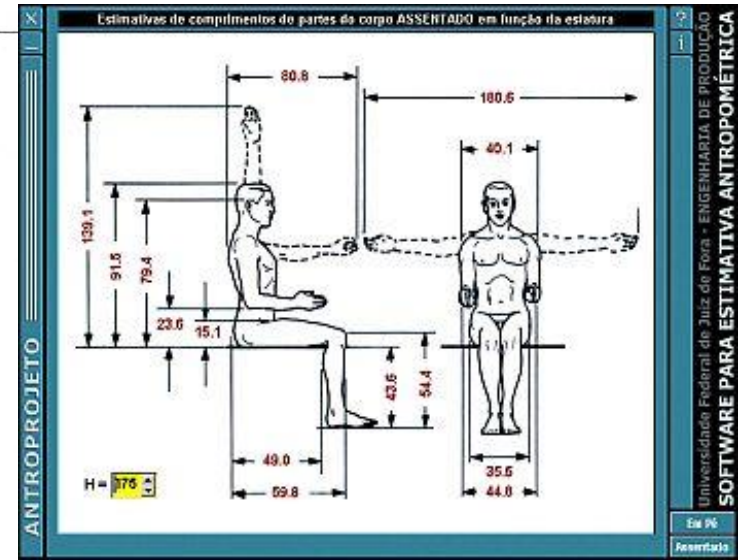
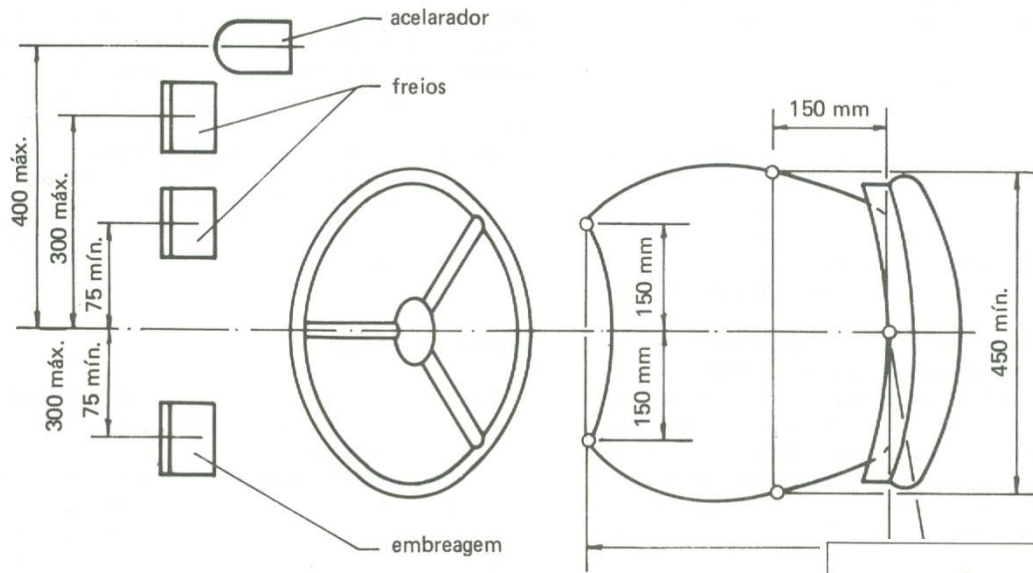


Figura 1: Medidas Antropométricas Estáticas na Posição de Pé.
Fonte: Iida, 1990

- 1.1. Estatura (corpo ereto); 1.2. Altura dos cotos; 1.3. Altura dos ombros;
- 1.4. Altura do cotovelo; 1.5. Altura do centro da mão (braço pego); 1.6.
- Altura do centro da mão (braço erguido); 1.7. Comprimento do braço, na
- horizontal, até o centro da mão; 1.8. Profundidade do corpo, na altura do
- tórax; 1.9. Largura dos ombros; 1.10. Largura dos quadras.



POSTO DE OPERAÇÃO (ESPAÇO DE TRABALHO)



POSTO DE OPERAÇÃO (ESPAÇO DE TRABALHO)

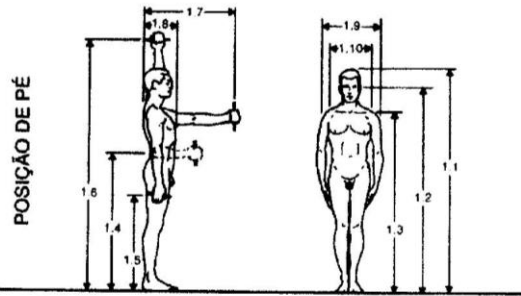
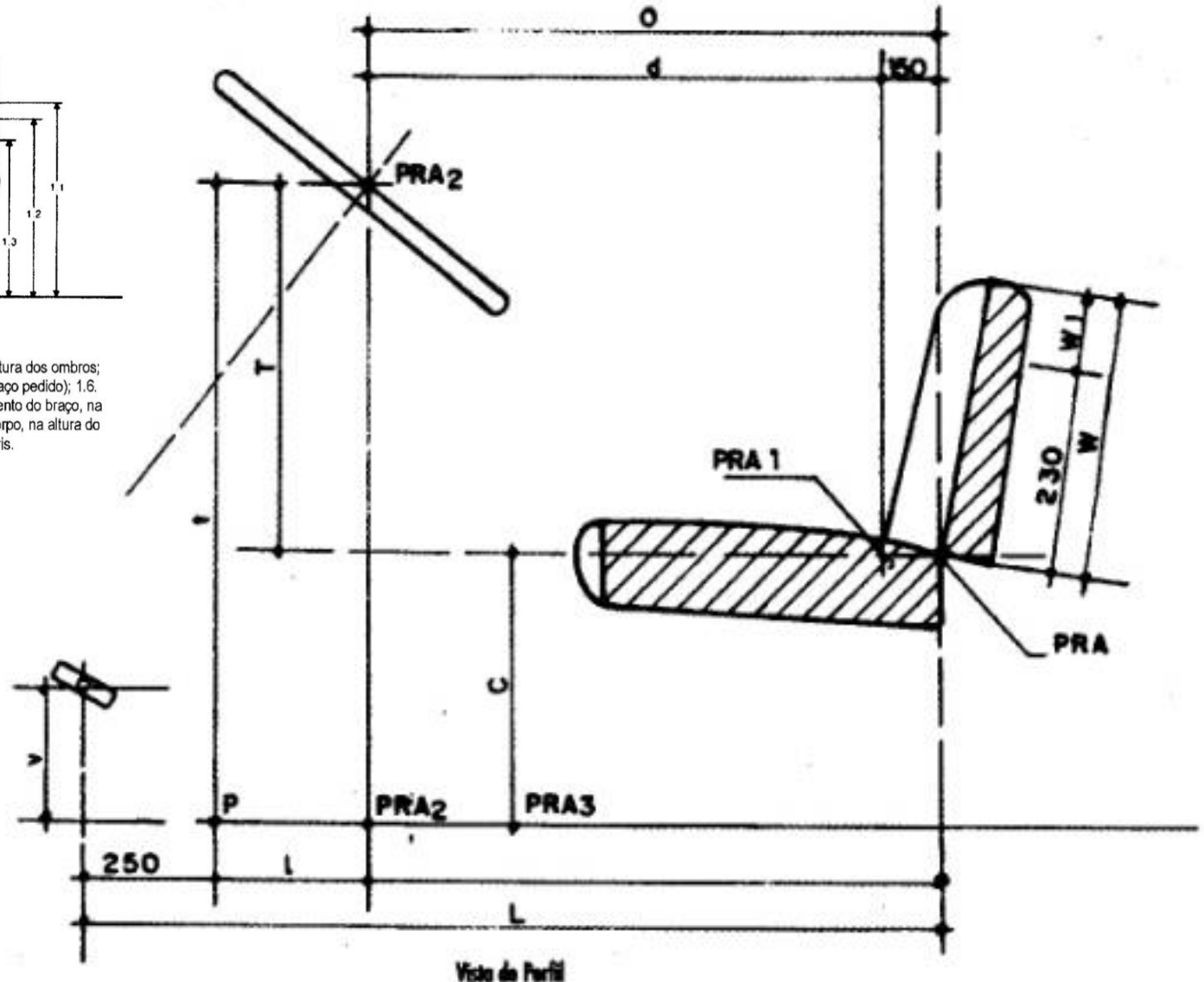


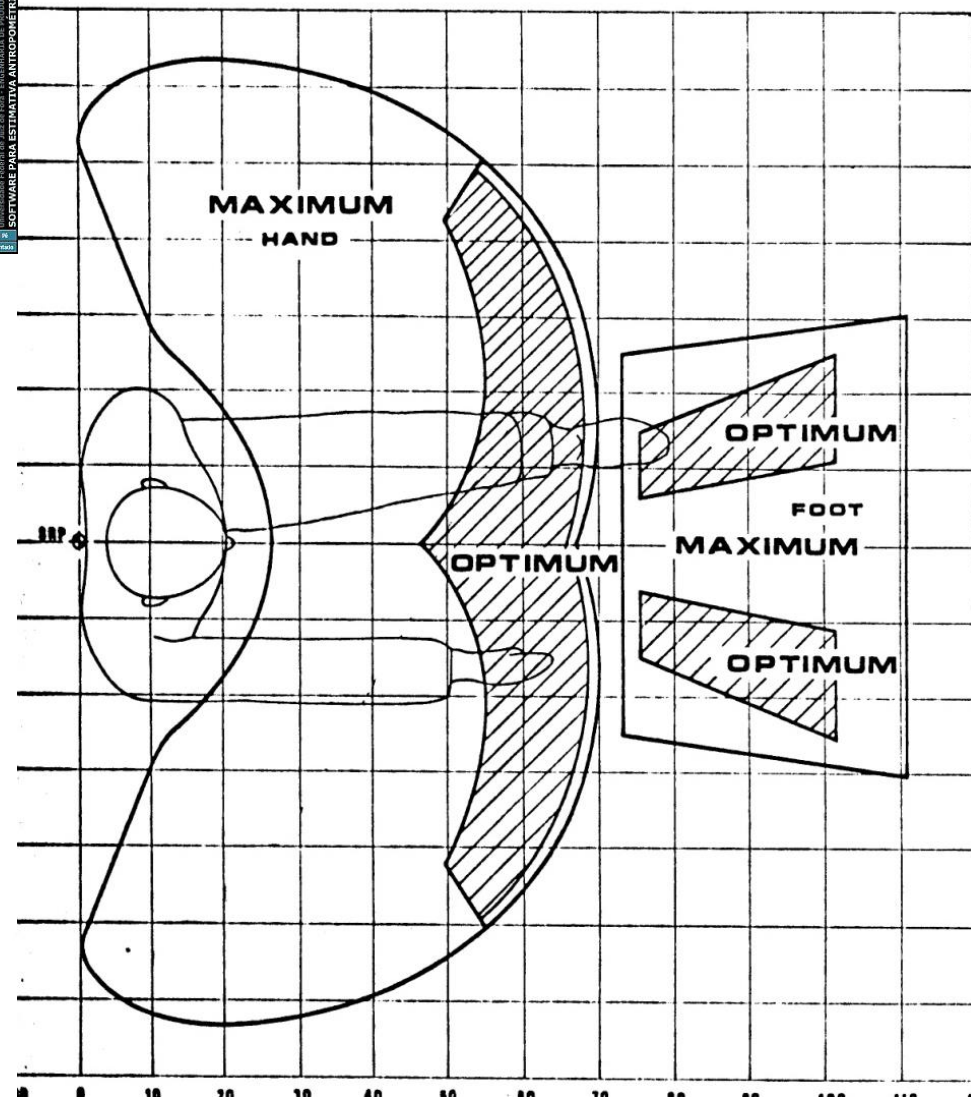
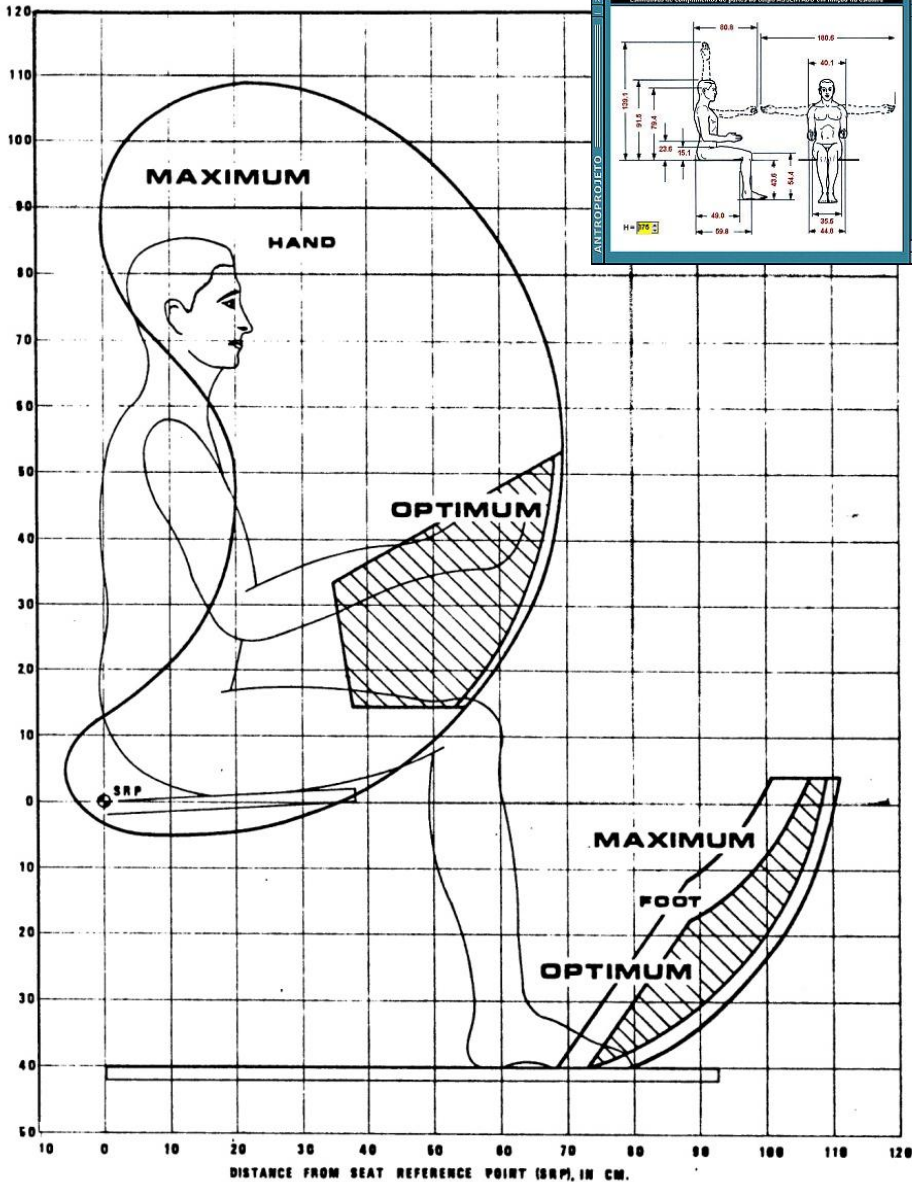
Figura 1: Medidas Antropométricas Estáticas na Posição de Pé.
Fonte: Iida, 1990

1.1. Estatura (corpo ereto); 1.2. Altura dos olhos; 1.3. Altura dos ombros; 1.4. Altura do cotovelo; 1.5. Altura do centro da mão (braço pedido); 1.6. Altura do centro da mão (braço erguido); 1.7. Comprimento do braço, na horizontal, até o centro da mão; 1.8. Profundidade do corpo, na altura do tórax; 1.9. Largura dos ombros; 1.10. Largura dos quadris.



PRA: Ponto de referência de Assento

POSTO DE OPERAÇÃO (ESPAÇO DE TRABALHO)



FISICA:

Campo Visual

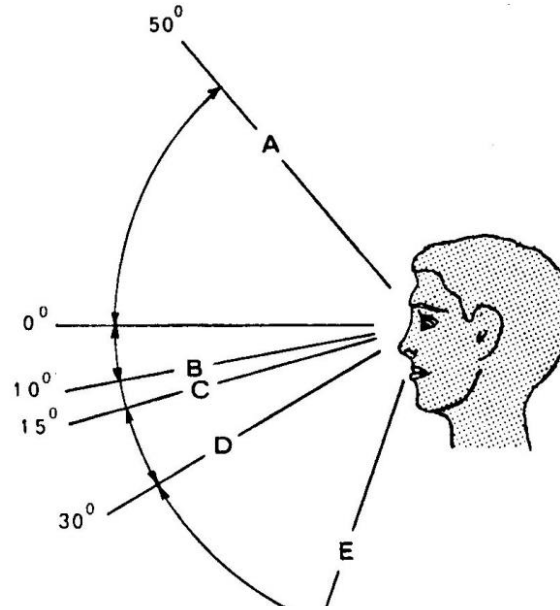


FIG. 12. Visual field (vertical plane).
 A - upper limit
 B - view angle (standing)
 C - view angle (sitting)
 D - optimum view angle
 E - lower limit

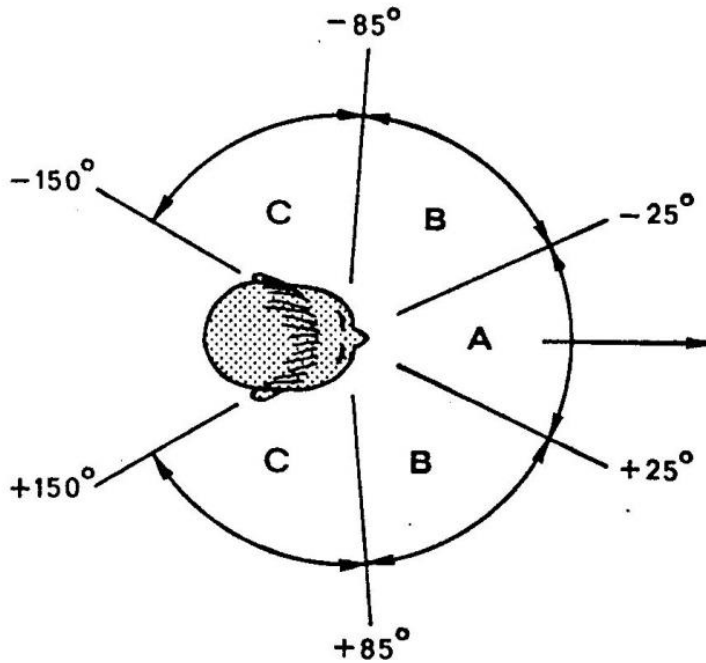
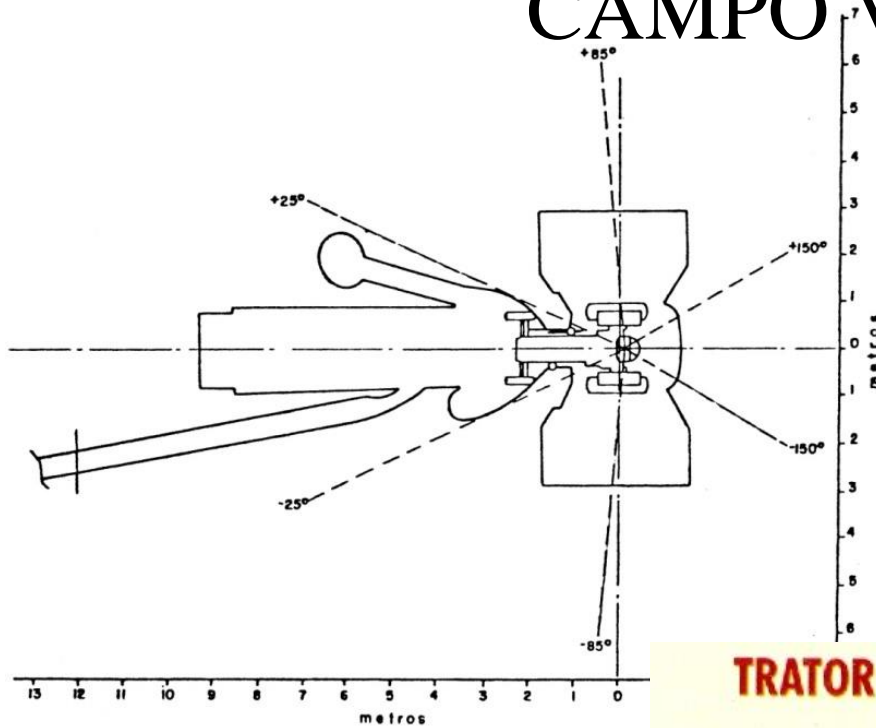
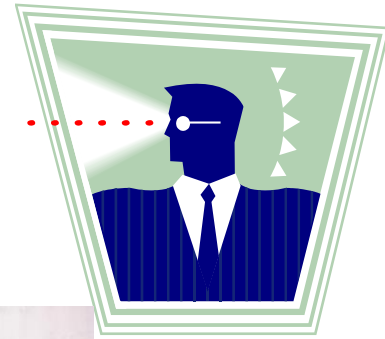


FIG. 11. Visual field (horizontal plane).
 A - stationary field
 B - eyefield
 C - headfield

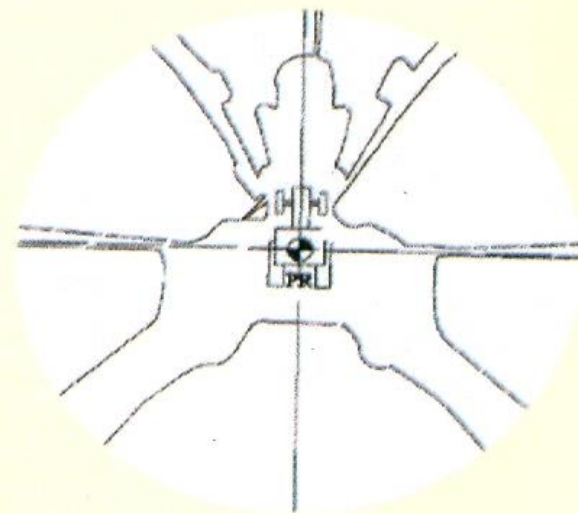
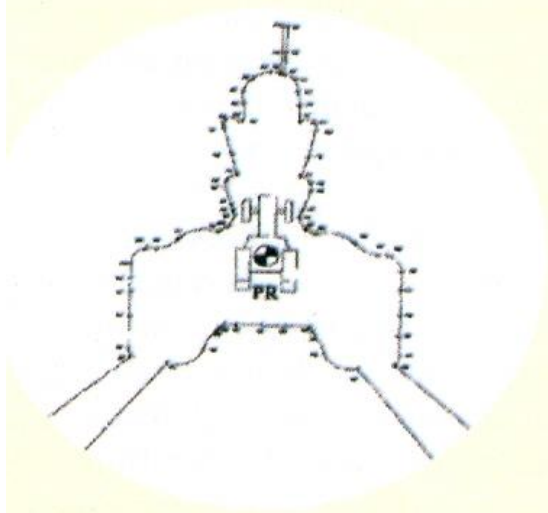
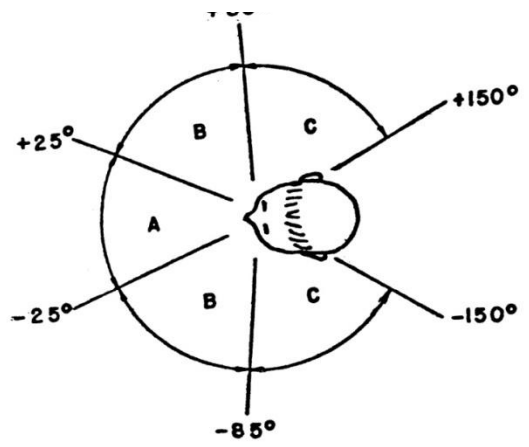
CAMPO VISUAL



TRATOR SEM CABINA



TRATOR COM CABINA



Área de visibilidade nula do trator, nas duas montagens analisadas

Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

<i>Nível de ruído dB(A)</i>	<i>Máxima exposição diária permissível</i>
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

FISICA:RUÍDO





RUÍDO

EFEITOS NEGATIVOS DA POLUIÇÃO SONORA NOS SERES HUMANOS:

· [Insônia](#) (dificuldade de dormir); Estresse; Depressão; Perda de audição; **Agressividade; Perda de atenção e concentração**; Perda de memória; Dores de Cabeça; Aumento da pressão arterial; Cansaço; Gastrite e úlcera; Queda de rendimento escolar e no trabalho; Surdez (em casos de exposição à níveis altíssimos de ruído).

CURIOSIDADES:

Nível de ruído provocado (aproximadamente – em decibéis)

- torneira gotejando (20 db)
- conversa tranqüila (40-50 db)
- secador de cabelo (90 db)
- caminhão (100 db)
- turbina de avião (130 db)
- show musical, próximo as caixas de som (acima de 130 db)



FATORES AMBIENTAIS: RUÍDO

Resultados de avaliações dos níveis de ruído

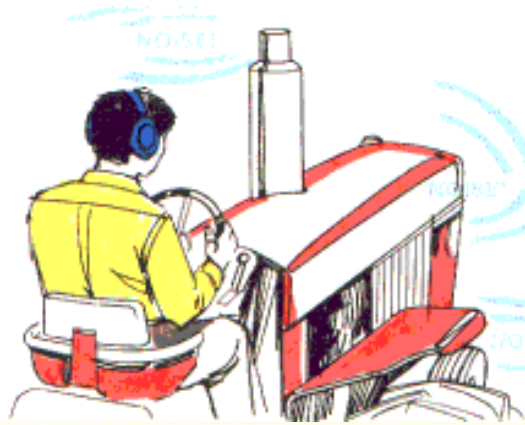
Nº do ensaio	Nível médio de ruído dB(A)	Empuxo (%)	Marcha	Níveis de ruído produzido pelo trator										
				dB(A)	Níveis avaliados por bandas de frequência									
					31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
01	97	69	2S	102	82	99	103	93	92	93	91	96	88	
02	96	70	1S	97	89	91	96	91	92	94	88	88	83	
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.



FATORES AMBIENTAIS: RUÍDO

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



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

Nível de Ruído em Operação

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

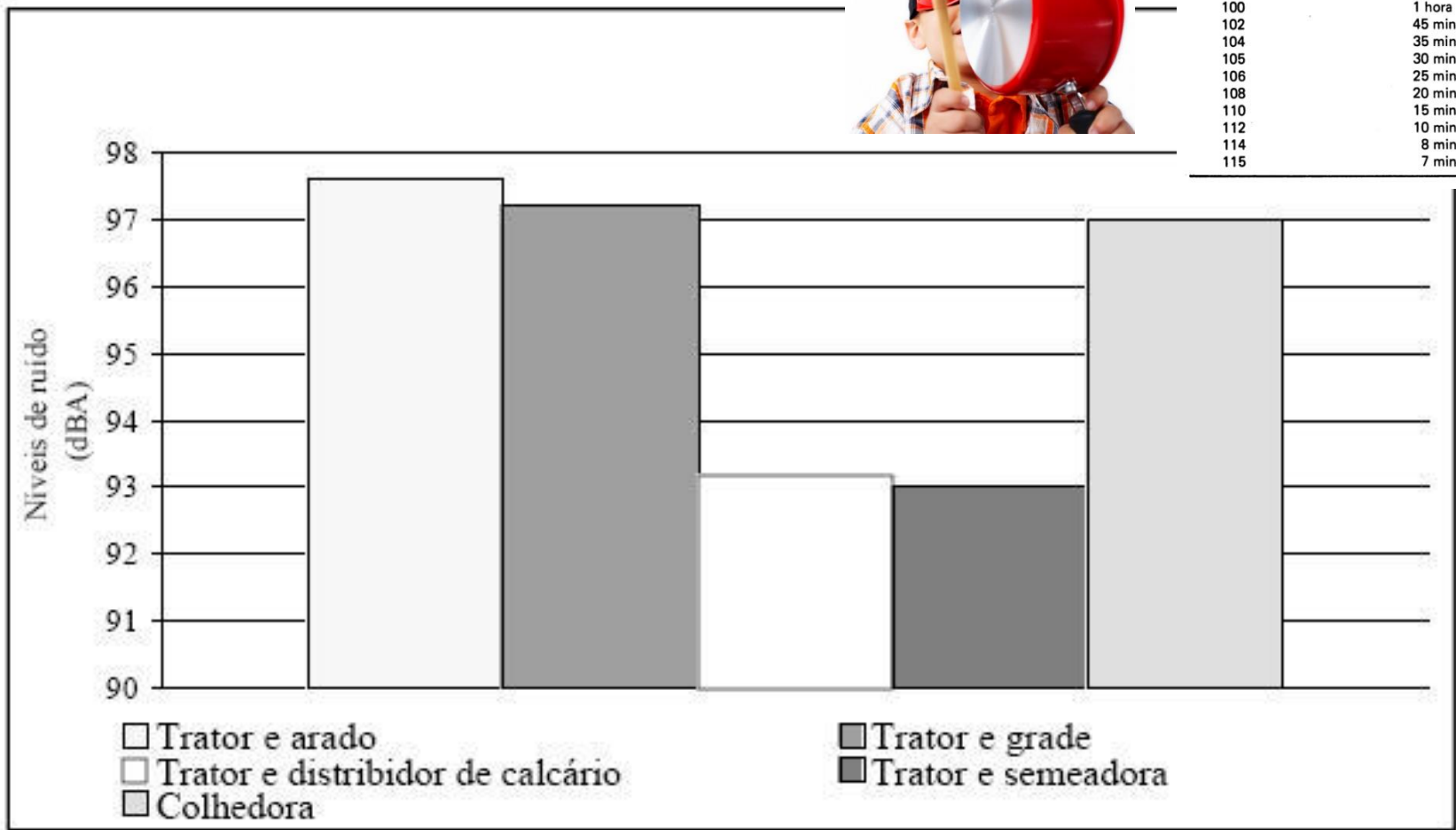


Figura 5 – Maiores valores de níveis de ruído encontrados nas diversas operações.

Nível de Ruído em Operação

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

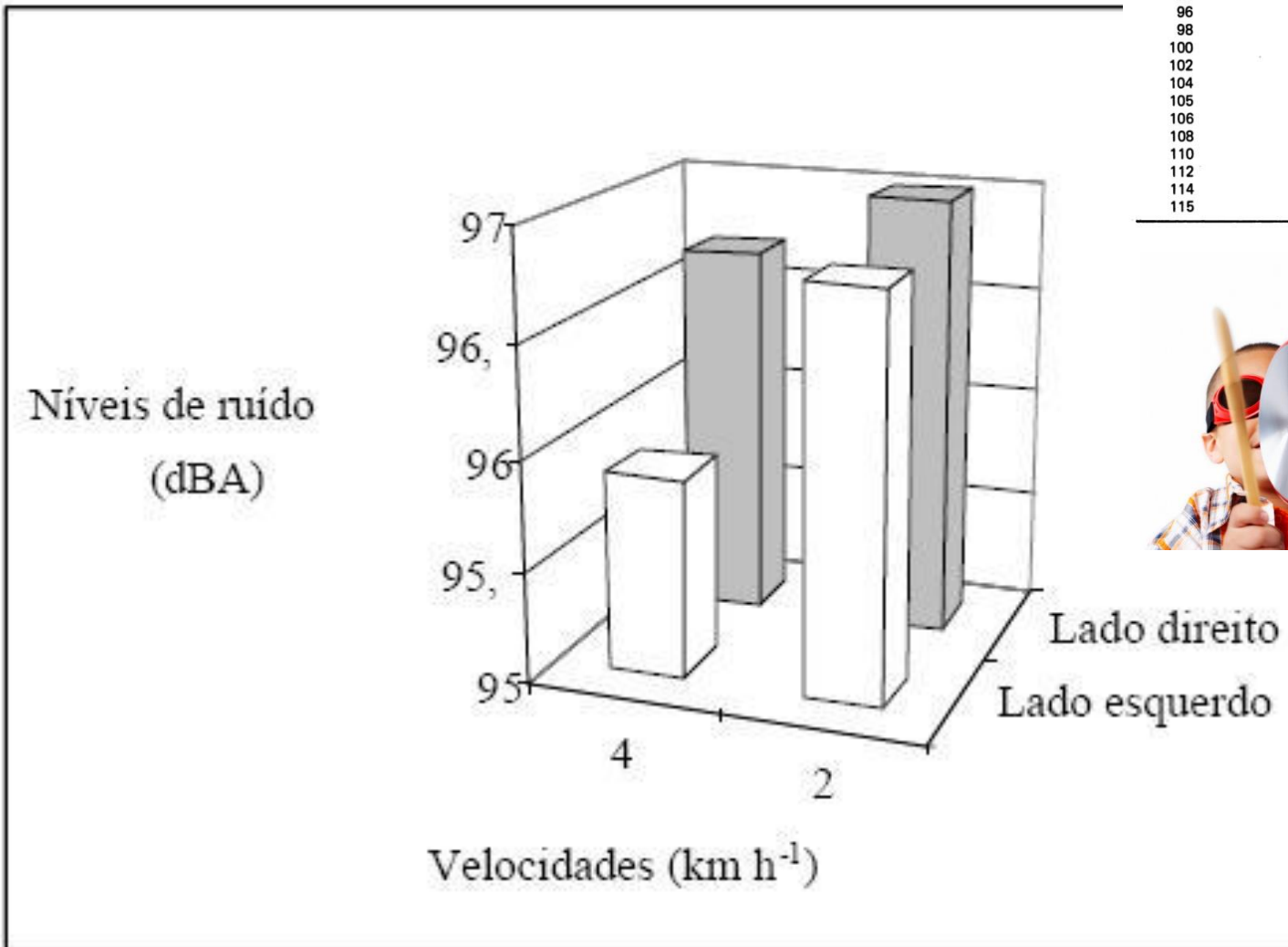


Figura 4 – Níveis de ruído emitidos pela colhedora em função da velocidade de trabalho e lado de operação.

FISICO:TEMPERATURA



Iida (1993)

“...quando o homem é obrigado a suportar altas temperaturas, o seu rendimento cai. A velocidade do trabalho diminui, as pausas se tornam maiores e mais freqüentes, o grau de concentração diminui, e a freqüência de erros e acidentes tende a aumentar **significativamente**, principalmente a partir de 30° C”



FATORES AMBIENTAIS: TEMPERATURA



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	





FISICA: ESFORÇOS

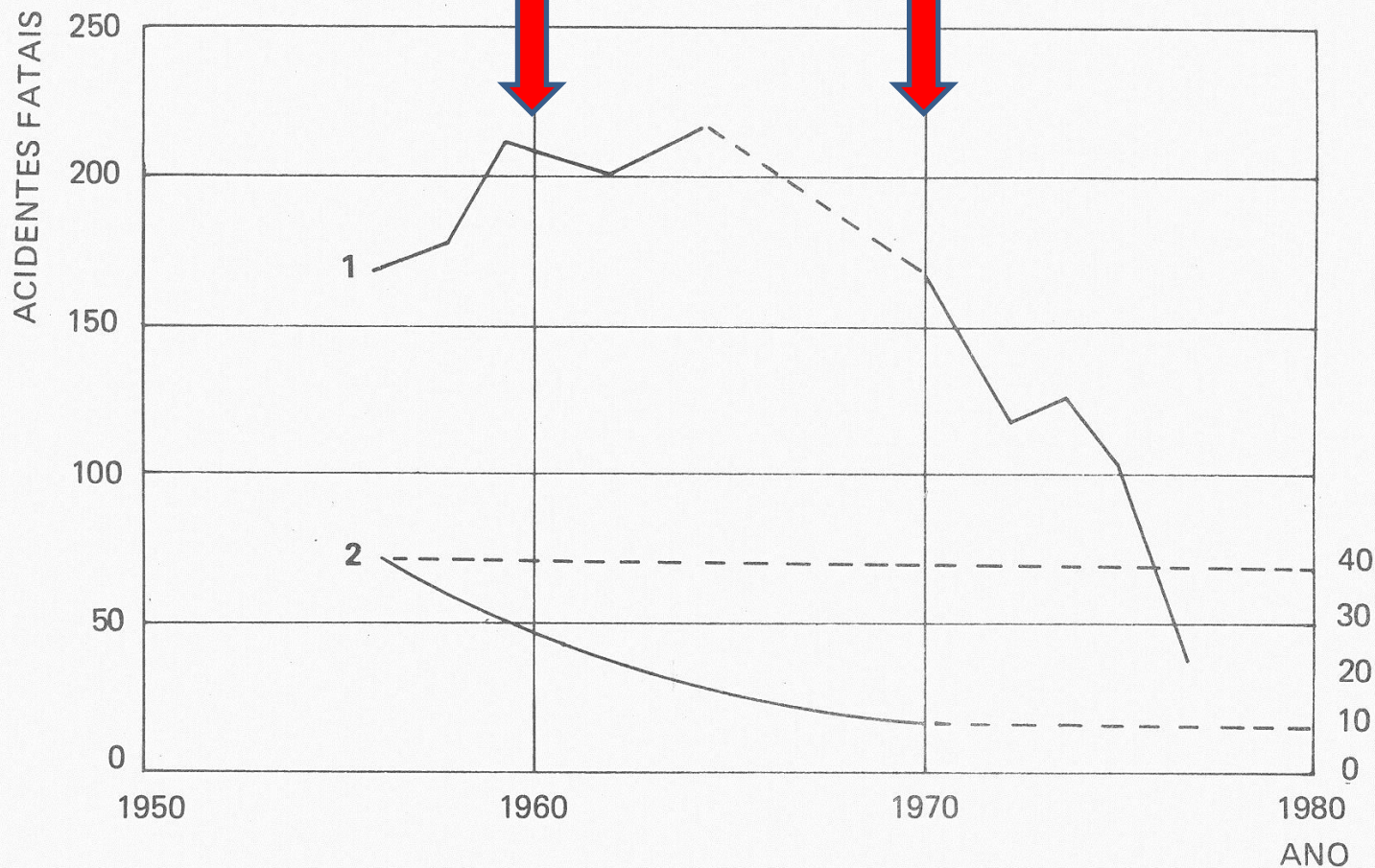
Forças recomendadas para o acionamento dos comandos

<i>Dispositivo a ser operado</i>	<i>Tipo de controle</i>	<i>Força máxima aplicada pelo operador no controle (N)</i>	<i>OBSERVAÇÃO</i>
Freio de serviço	Pedal	600	Pressão Tração As forças aplicadas devem ser suficientes para o funcionamento efetivo
	Alavanca manual	400	
Freio de estacionamento	Pedal	600	Pressão Tração
	Alavanca manual	400	
Embreagem	Pedal	350	Pressão
Embreagem dupla		400	
Engate de tomada de força	Pedal	300	Pressão Tração
	Alavanca manual	200	
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.

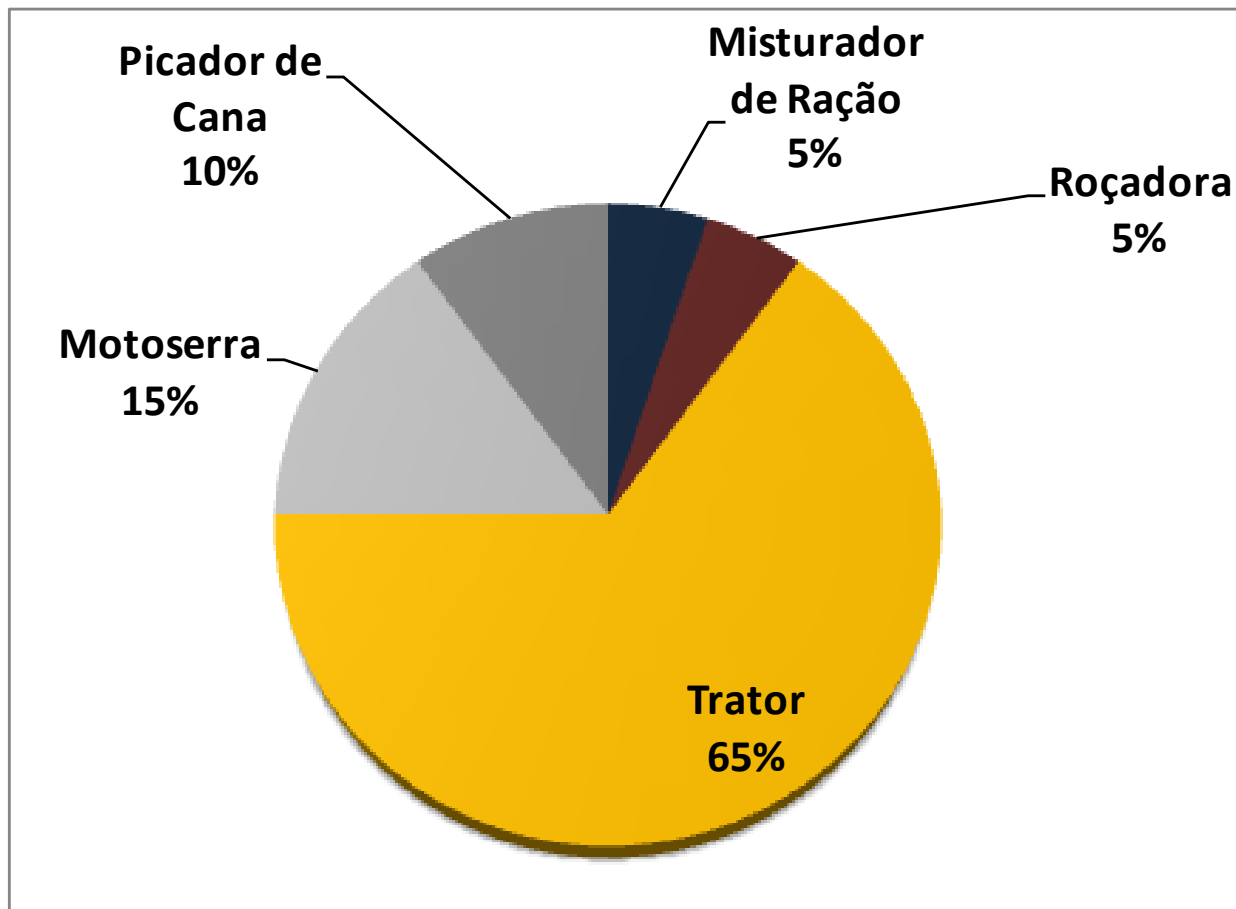


1960: Treinamento e Orientação; 1970: Segurança – EPCC -



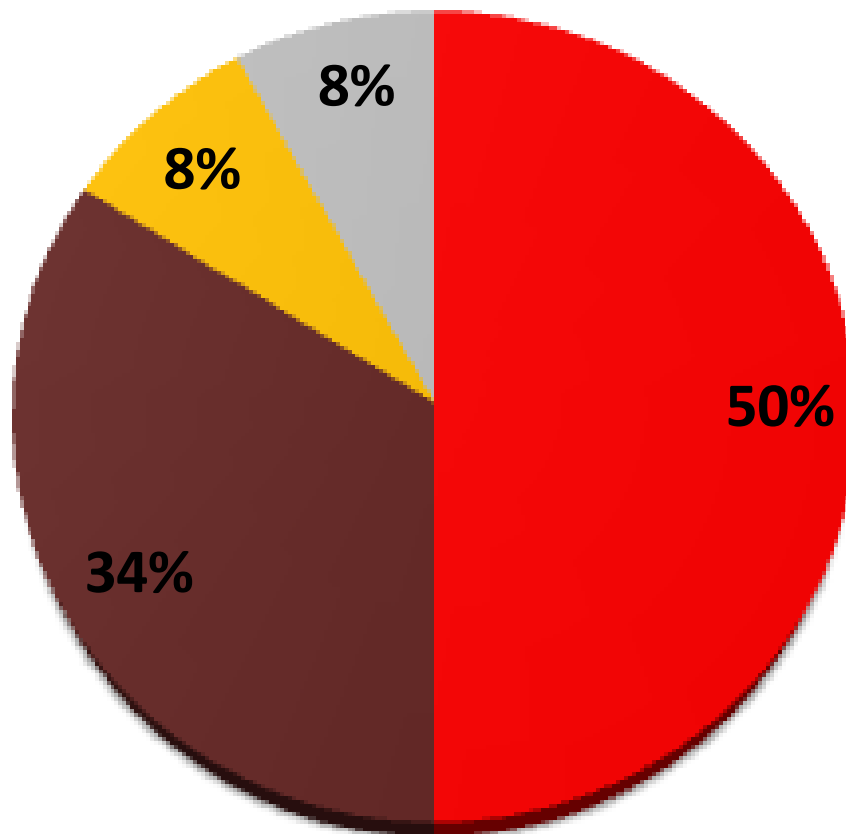
1 – acidentes fatais ocorridos na agricultura
2 – acidentes fatais para cada 100.000 tratores em operação

FIGURA 1

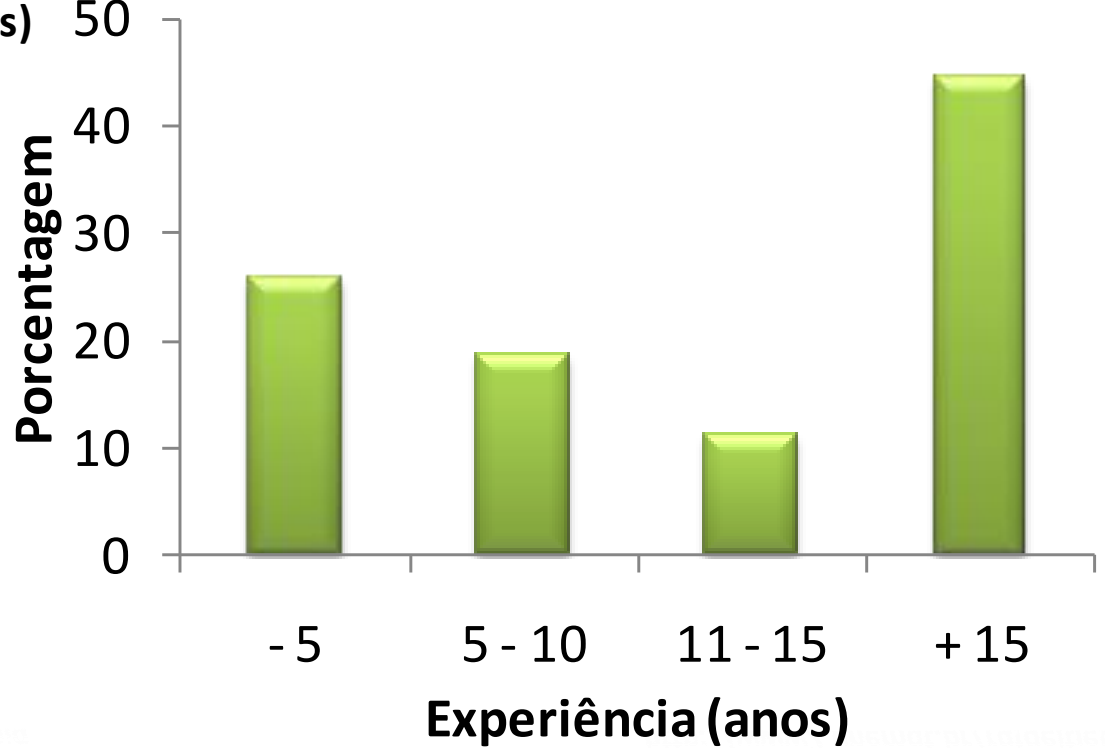
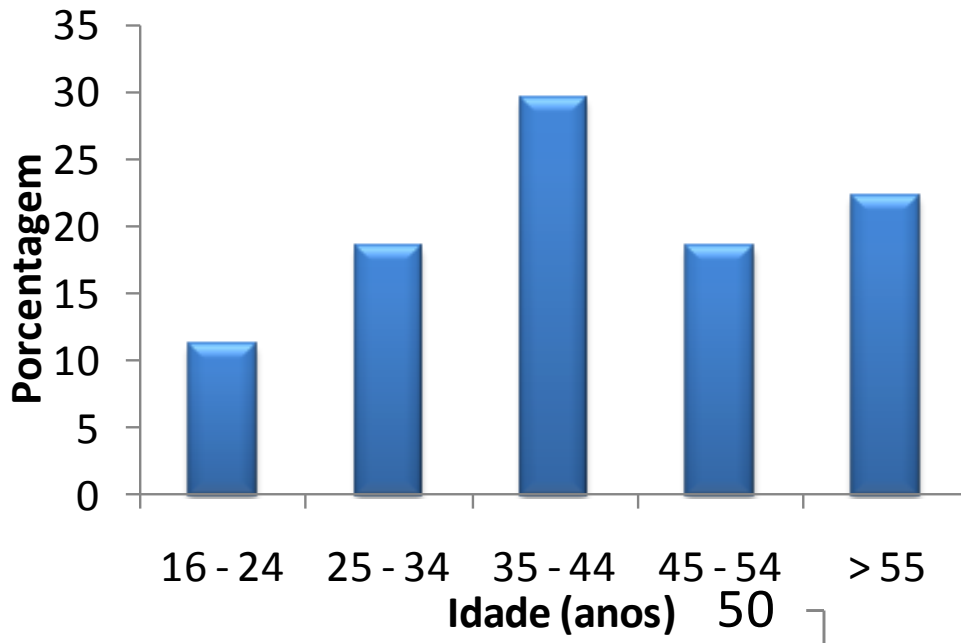


Pereira (2009)- acidentes com equipamentos agrícolas na zona rural da Região de Botucatu – SP;

Serviço de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP, junho de 2007 a dezembro de 2009



- **Cardã - enroscou na vestimenta / caiu sobre**
- **Queda do trator / tombou ou passou sobre**
- **Compressão pela plaina**
- **Queda da roda sobre membro superior**



SEGURANÇA NOS EQUIPAMENTOS

-Passiva

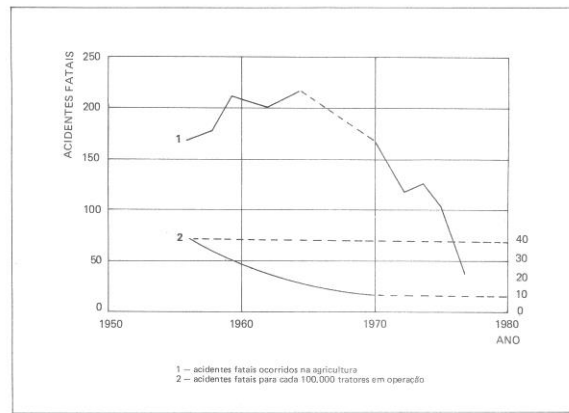
Reduz as conseqüências de um acidente:
cinto de segurança; “air-bags”; barras de
proteção lateral;

Estrutura de Proteção Contra
Capotamento. (EPCC- Tratores)

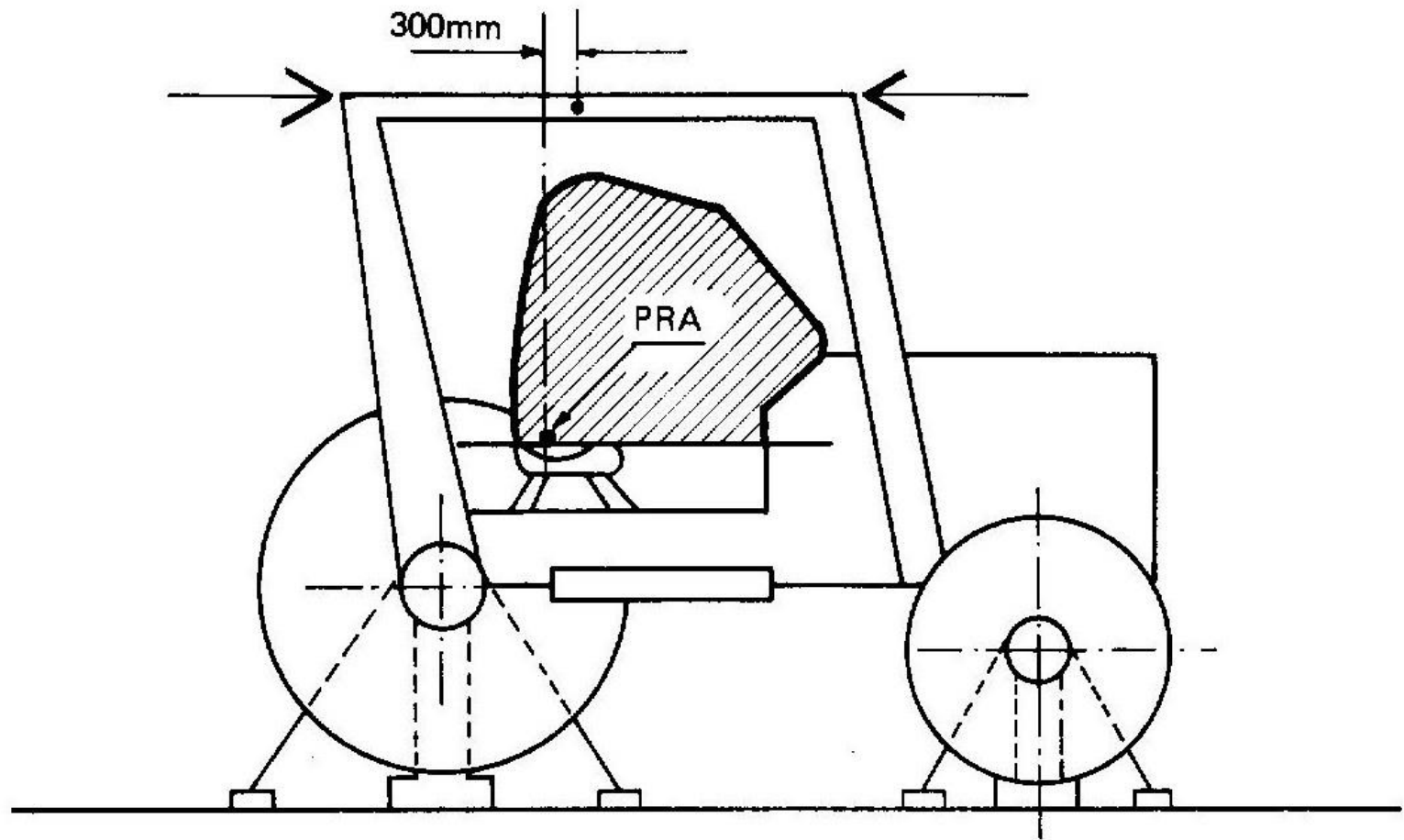
-Ativa

Contribui para evitar o acidente: freios
(ABS); faróis; suspensão; retrovisores

ESTRUTURA DE PROTEÇÃO CONTRA CAPOTAMENTO EPCC

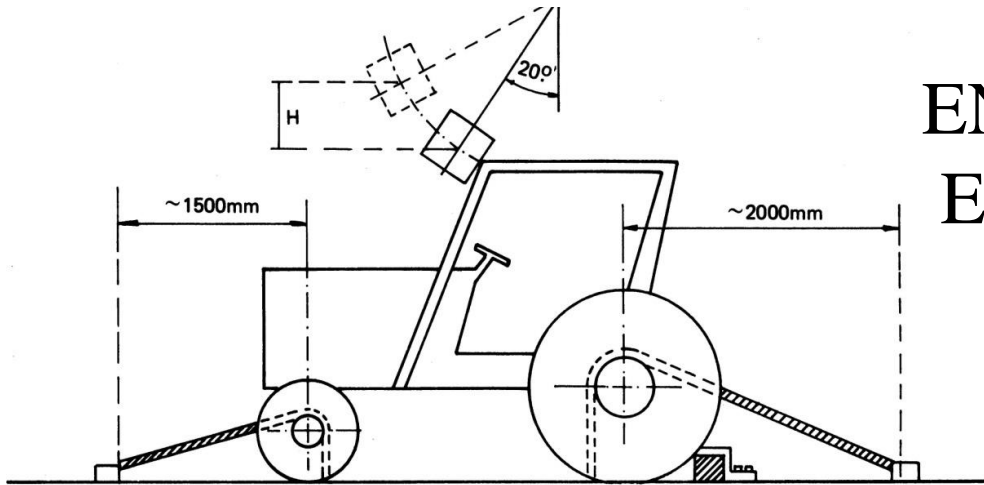


PONTO DE REFERÊNCIA DE ASSENTO PRA



Estrutura de Proteção contra Capotamento (EPCC)

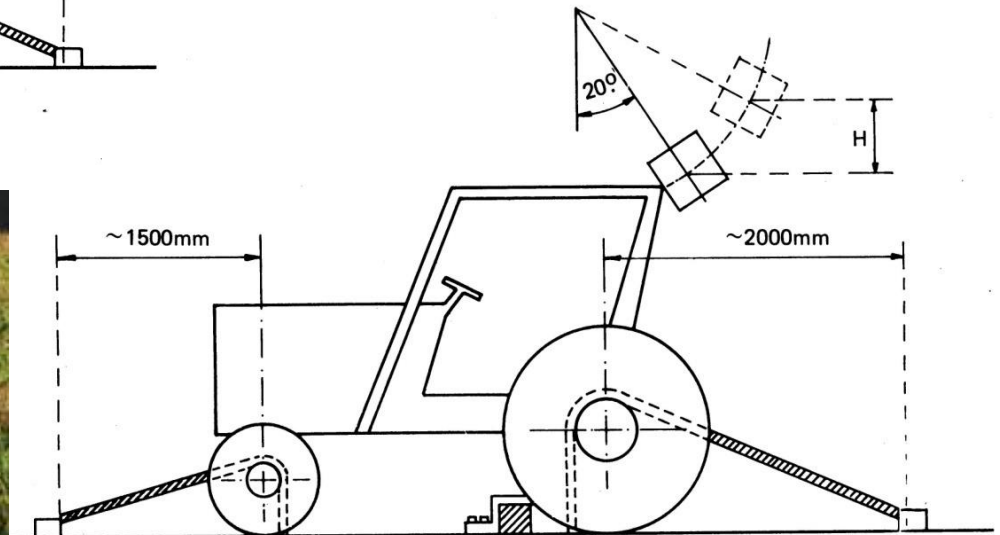
ROPS- Roll-Over Protective Structures



ENSAIOS
EPCC



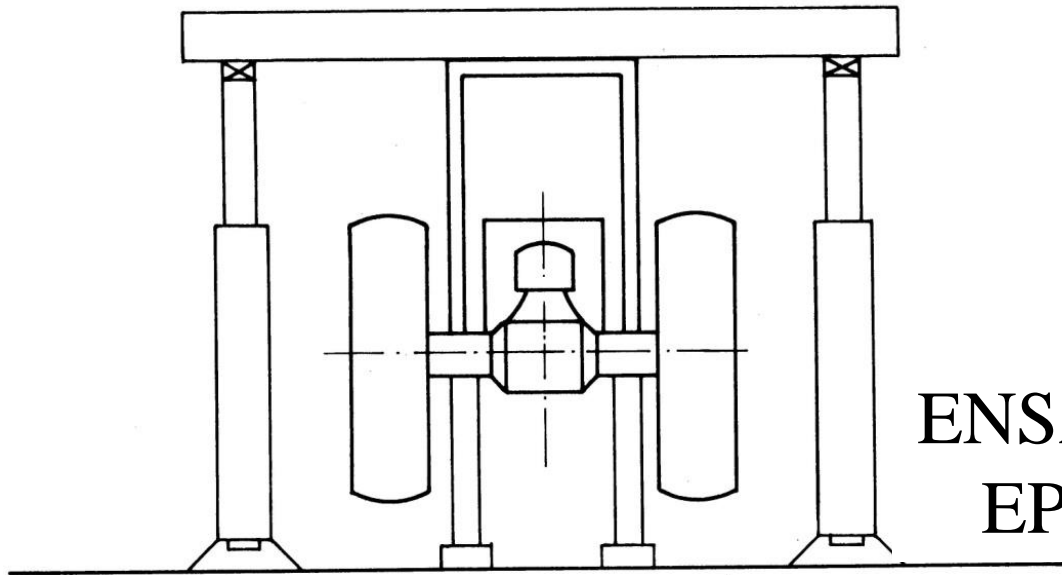
Fonte: Norma ISO 3463.



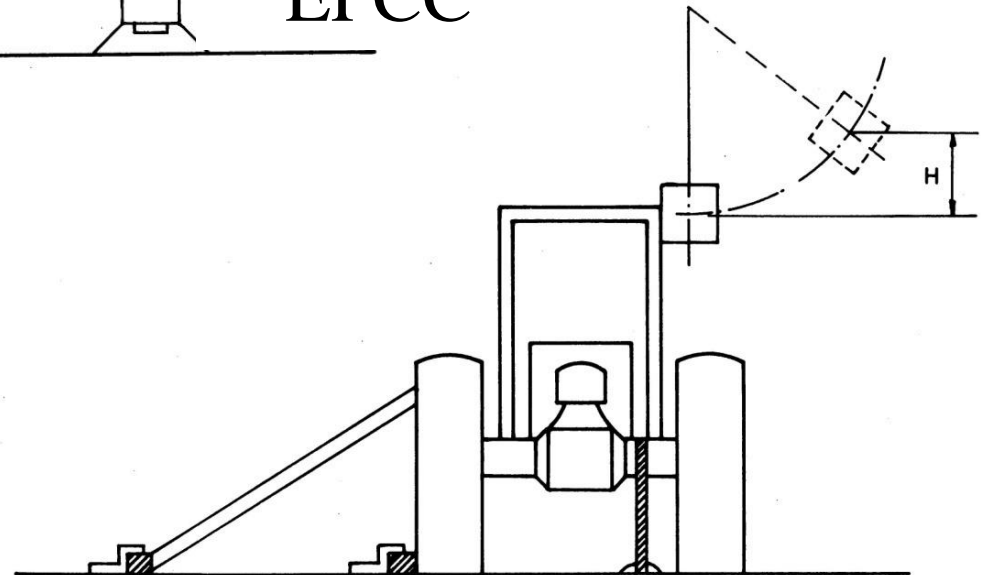
ma ISO 3463.

Estrutura de Proteção contra Capotamento (EPCC)

ROPS_Roll-Over Protective Structures



ENSAIOS
EPCC



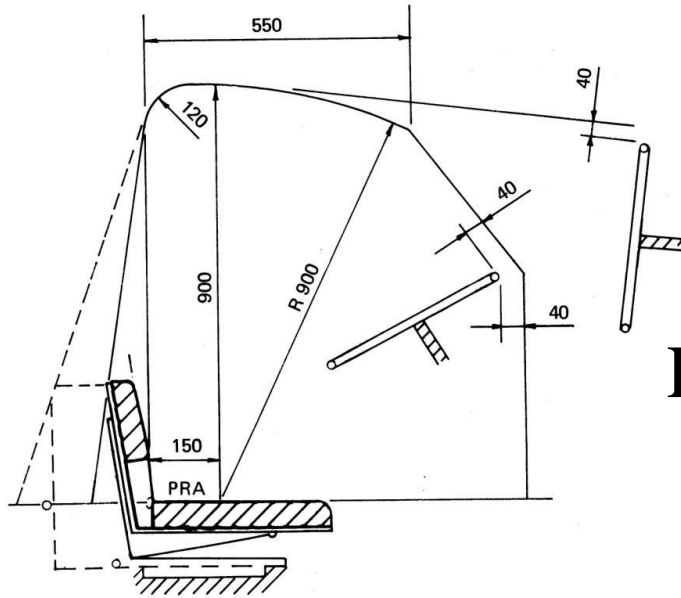
Fonte: Norma ISO 3463.



Fonte: Norma ISO 3463.

Estrutura de Proteção contra Capotamento (EPCC)

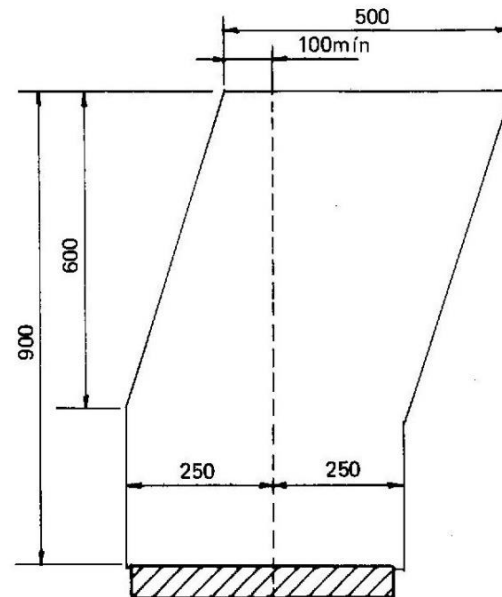
ROPS_Roll-Over Protective Structures



Fonte: Norma ISO 3463.

Nota: Dimensões expressas em milímetros.

ENSAIOS EPCC

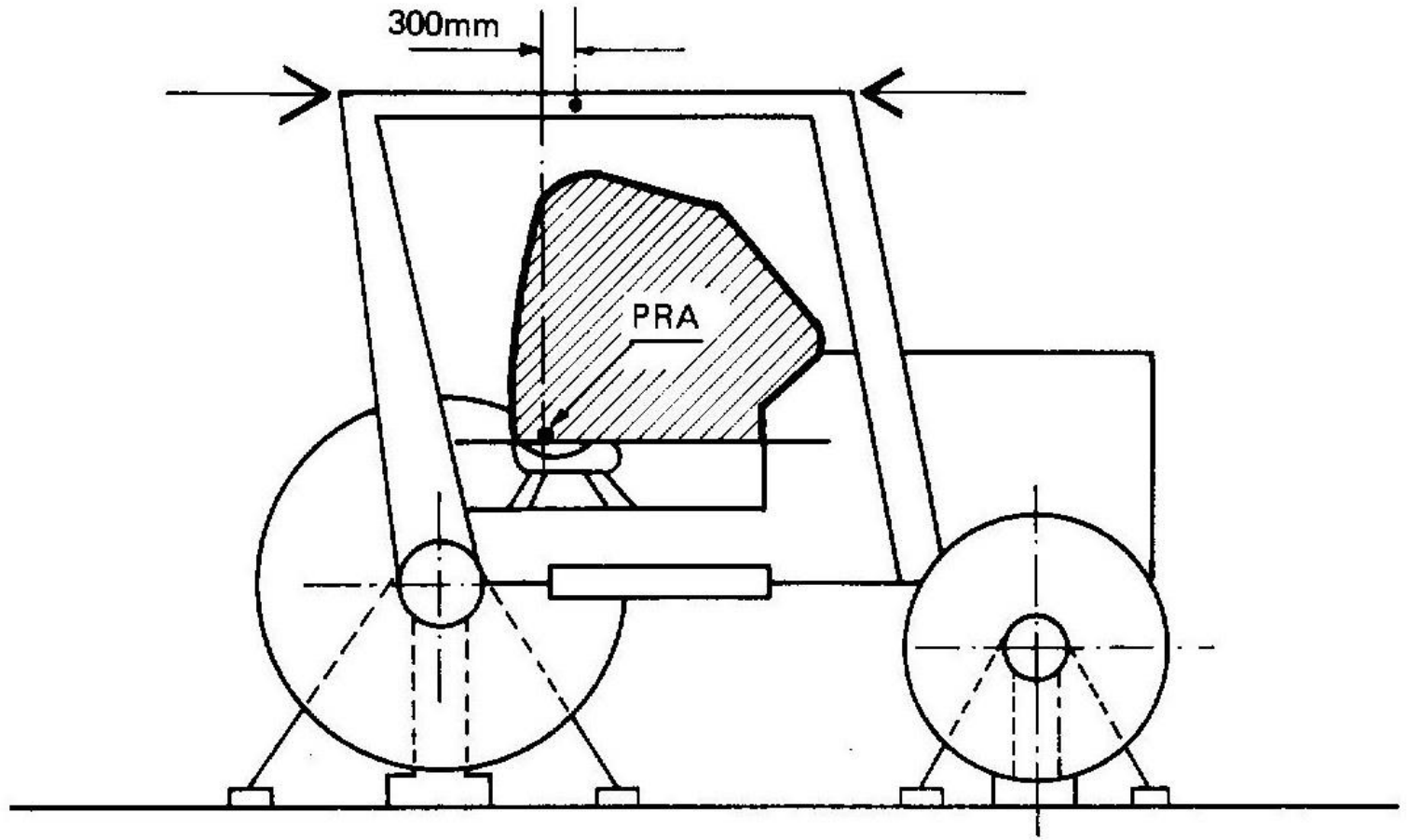


Fonte: Norma ISO 3463.

Nota: Dimensões expressas em milímetros.



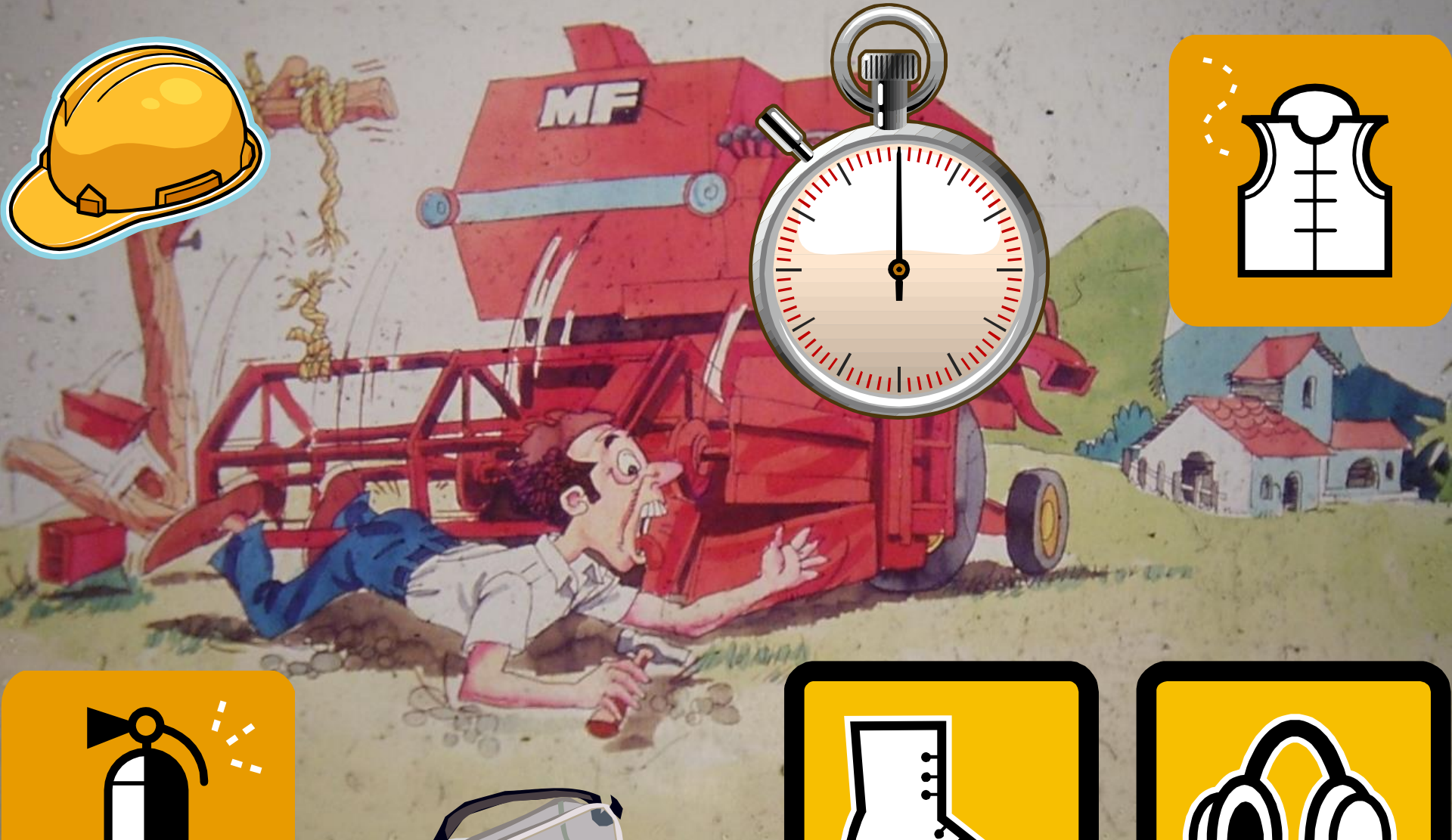
ESTRUTURA DE PROTEÇÃO CONTRA CAPOTAMENTO EPCC



Fonte: Norma ISO 5700.

Roll-Over Protective Structures (ROPS) -EPCC

Treinamento e Segurança nas Operações







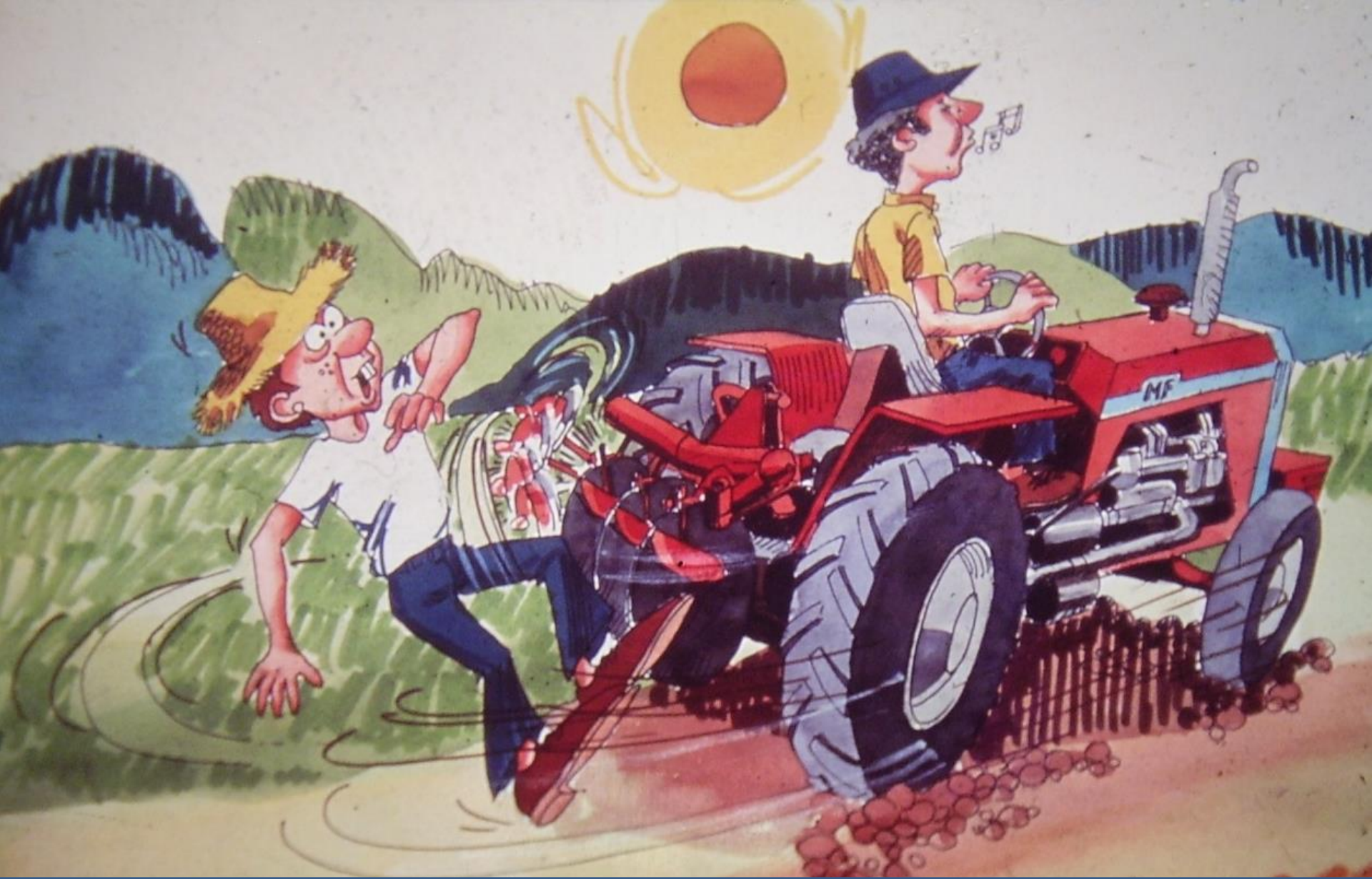










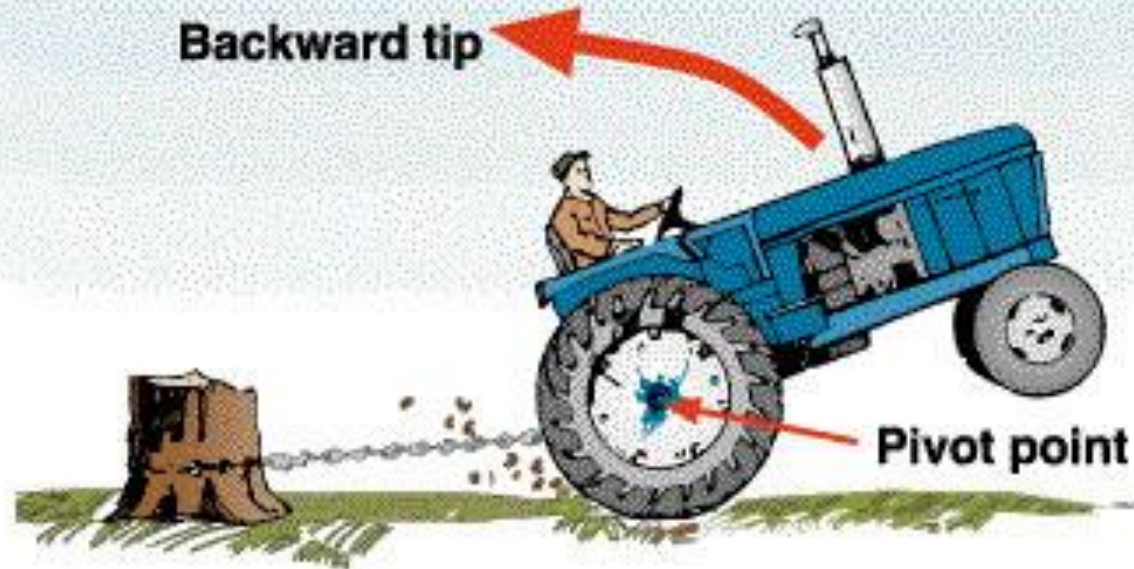




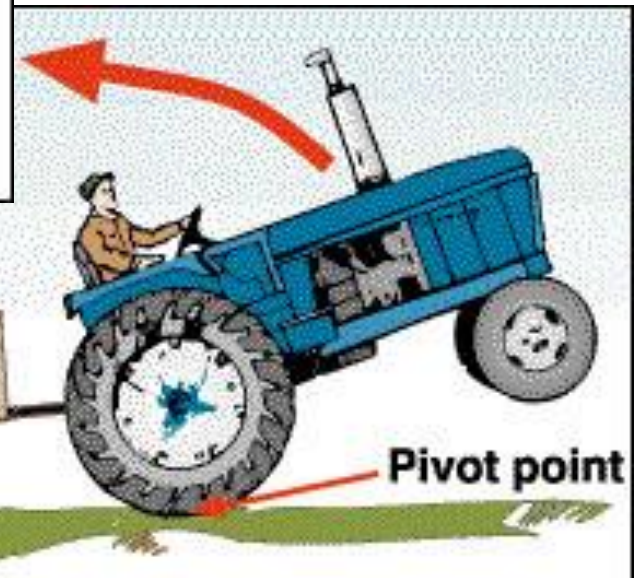




Backward tip

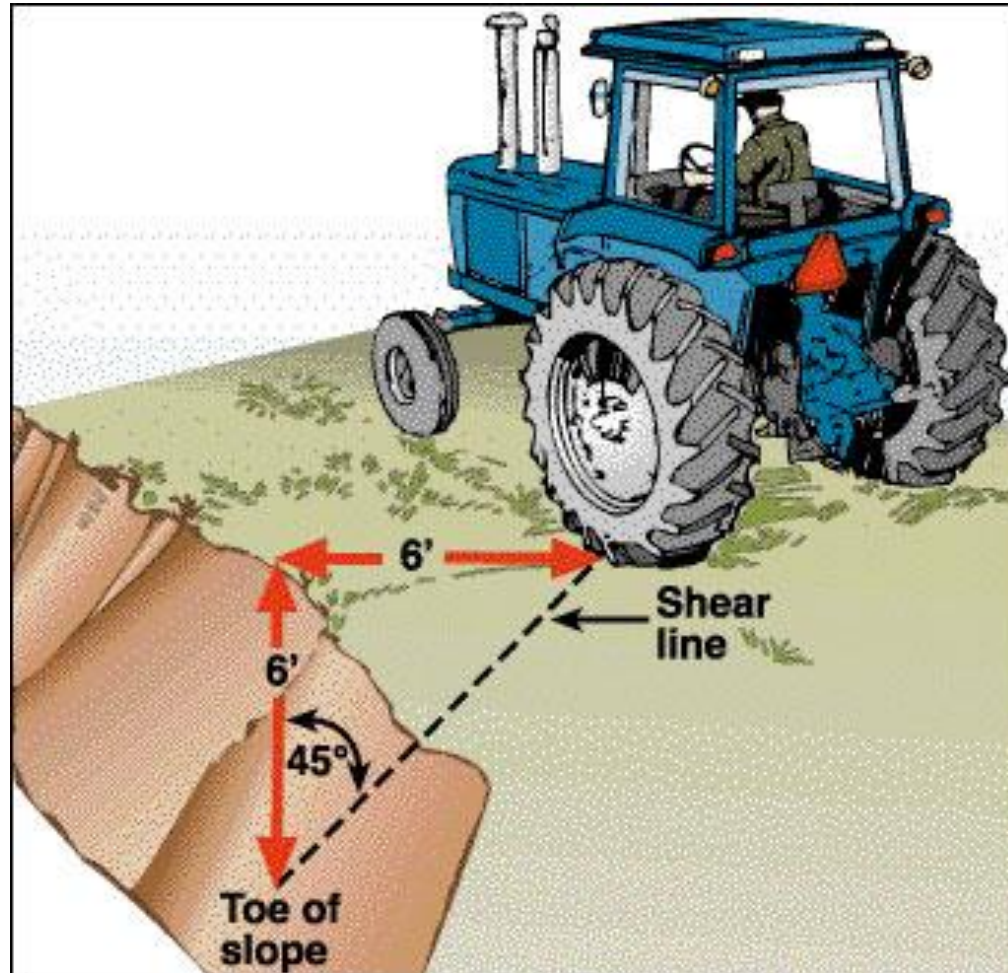


- A. Rear axle torque will upset the tractor if rear wheels can't spin or move forward.**



- B. Hitching above normal drawbar height may tip a tractor backward.**

Prevenção de Acidentes













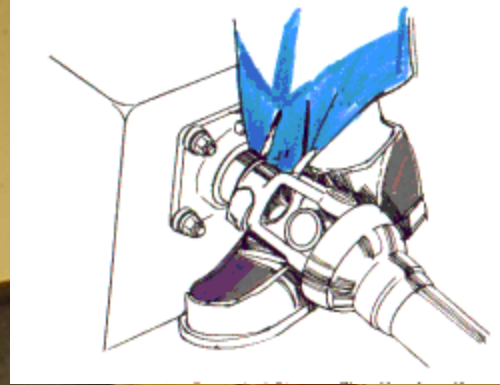
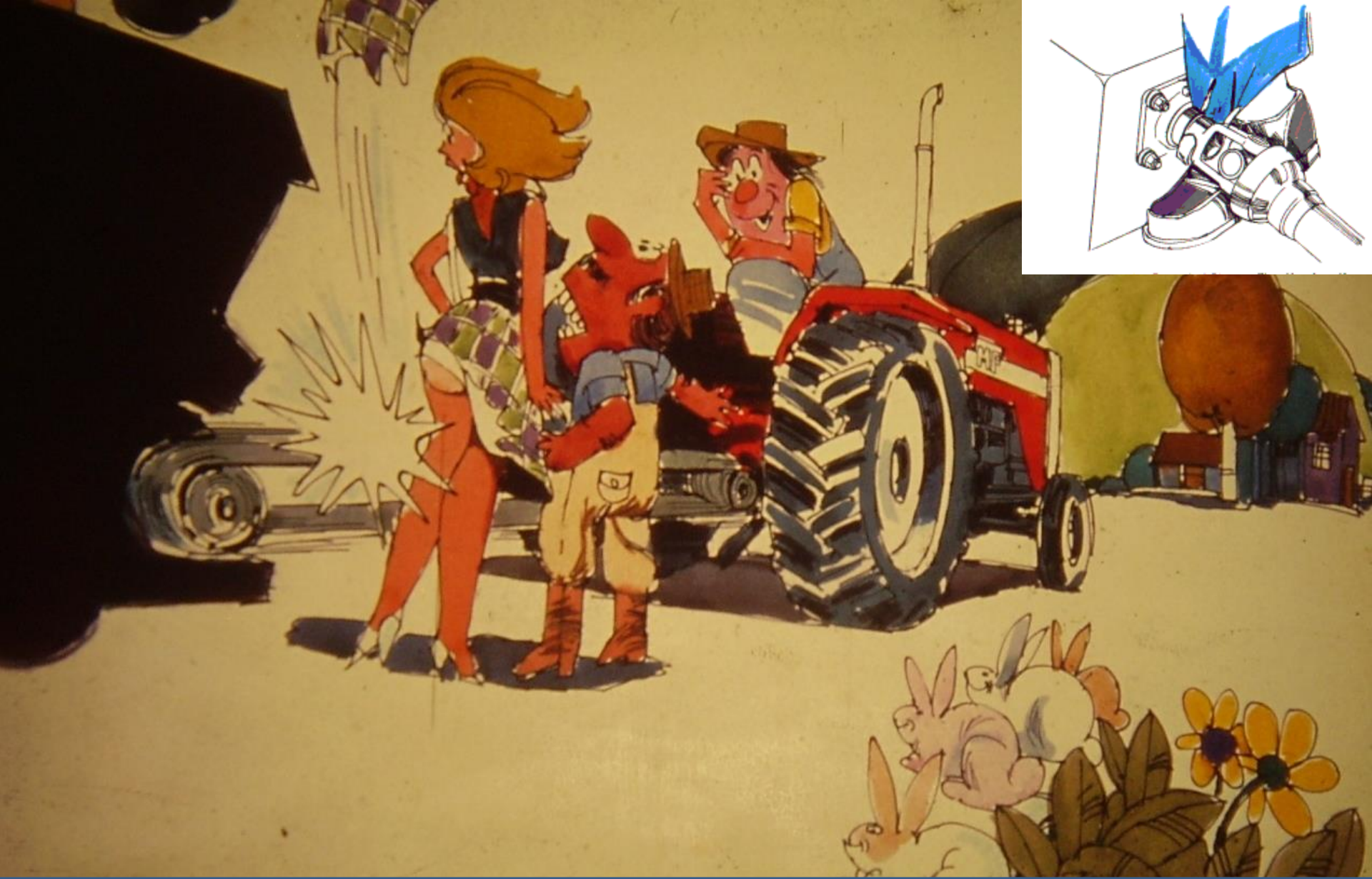
















Fonte: John Deere



Falha em manual leva empresa a pagar R\$ 200 mil à família de vítima

A Justiça condenou a indústria a pagar a metade da indenização de R\$ 200 mil à família do motorista Wanderlei Afonso, que morreu num acidente de trânsito provocado pelo transporte indevido de um produto da Jacto. A decisão é inédita e não há como recorrer dela. No manual de instruções do equipamento, a Jacto dava informações erradas sobre a maneira de carregar o produto.

O acidente ocorreu na Rodovia SP-326. Afonso dirigia um caminhão Mercedes-Benz e retornava da cidade de Matão, com destino a Taiúva. Ao cruzar com outro caminhão Mercedes-Benz, foi colhido pelo braço retrátil de um pulverizador que estava acoplado a um trator e era transportado na carroceria do veículo que vinha em sentido con-

trário.

A 7ª Câmara Cível do Tribunal de Justiça decidiu que houve co-responsabilidade da empresa. O manual de instruções não traz a recomendação de que os braços da máquina deveriam ser desengatados para transporte. Ao contrário, uma figura estampada no manual mostra que a peça deve ser apenas travada.

A tese da co-responsabilidade do fabricante foi levantada pelos advogados Lindemberg Bruza e Alberto Leite Ribeiro, defensores de Joaquim Agostinho e Sebastião Pedro da Silva, proprietário e

motorista do caminhão que levava o equipamento e, inicialmente, únicos réus no processo. Eles exigiram a inclusão da alegando que seus clientes seguiram as orientações publicadas no manual de instruções.

(Thélio de Magalhães)

OESP 29/03/95

INDÚSTRIA
NÃO
PODERÁ
RECORRER

Bibliografia

Recomenda-se ler

- *SCHLOSSER J.F.; DEBIASI, H.; Conforto: Preocupação com o Operador; Caderno Técnico Máquinas Fev.2002*
- *ROBIN,R. Segurança e Ergonomia em Maquinaria Agrícola: Tratores Agrícolas; 1987. NSI/MA Núcleo Setorial de informações em Maquinaria Agrícola (NSI/MA); Fundação de Ciência e Tecnologia (Cientec); Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT); 1987.*