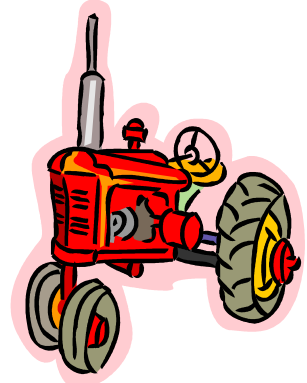
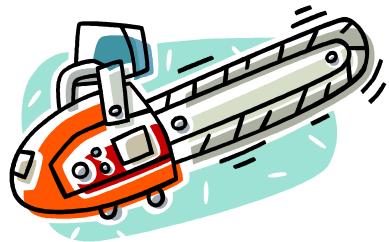
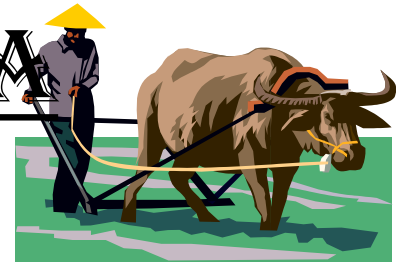




# ERGONOMIA E SEGURANÇA MÁQUINAS AGRÍCOLAS

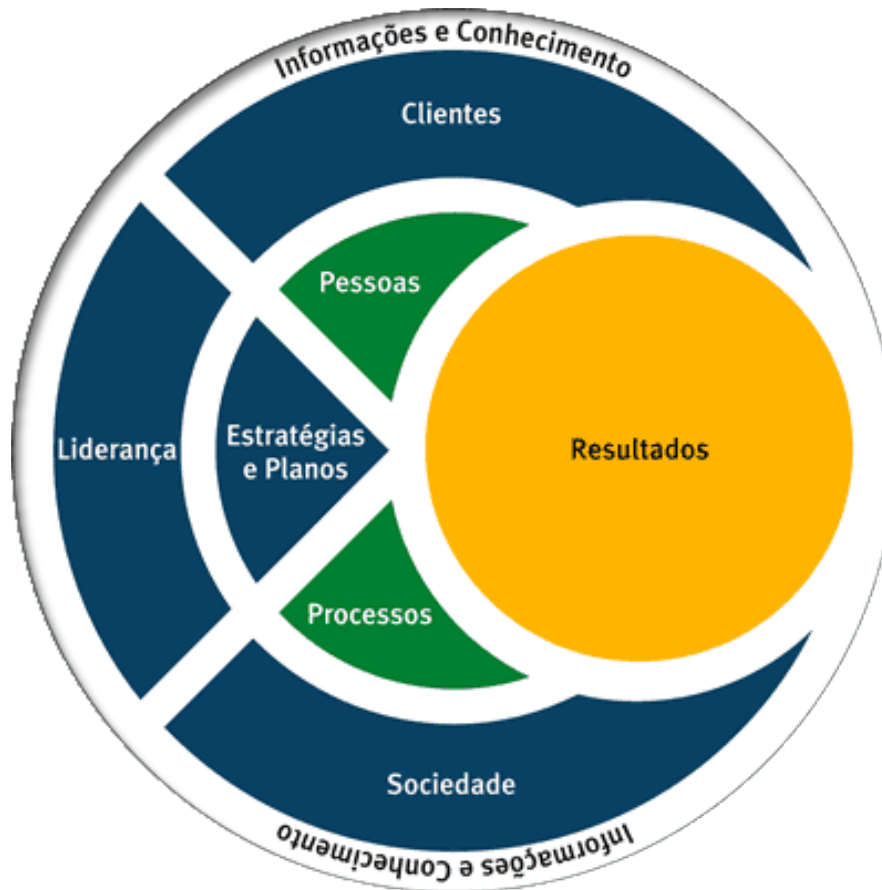


Departamento de Engenharia de Biossistemas

LEB 0332- Mecânica e Máquinas Motoras

M. Milan 2013

# ERGONOMIA E SEGURANÇA



# ORGANIZAÇÃO



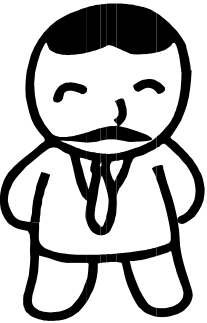
# ERGONOMIA

- A palavra *Ergonomia* deriva do grego Ergon [trabalho] e nomos [normas, regras, leis]. Trata-se de uma disciplina orientada para uma abordagem sistêmica de todos os aspectos da atividade humana.
- Os ergonomistas contribuem para o planejamento, projeto e a avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas de modo a torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas.
- <http://www.abergo.org.br>; <http://www.iea.cc>;
- **DISCIPLINA ESALQ- LCF0689 Introdução à Ergonomia e Segurança do Trabalho**



- *A Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma 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.*

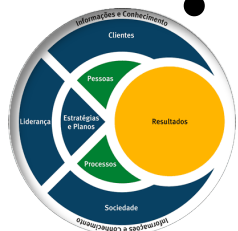
# DOMÍNIOS DE ESPECIALIZAÇÃO DA ERGONOMIA



- **FÍSICA:** está relacionada com às características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação a atividade física.



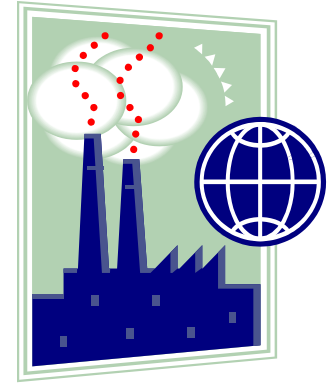
- **COGNITIVA:** refere-se aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora, conforme afetem as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema.



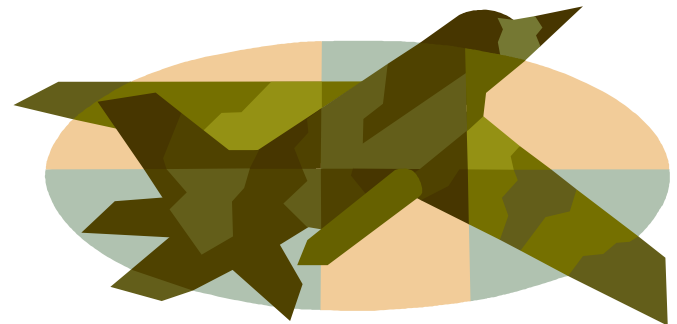
- **ORGANIZACIONAL:** concerne à otimização dos sistemas sócio-técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e de processos.



# FÍSICA ANTROPOMETRIA



- A partir da 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

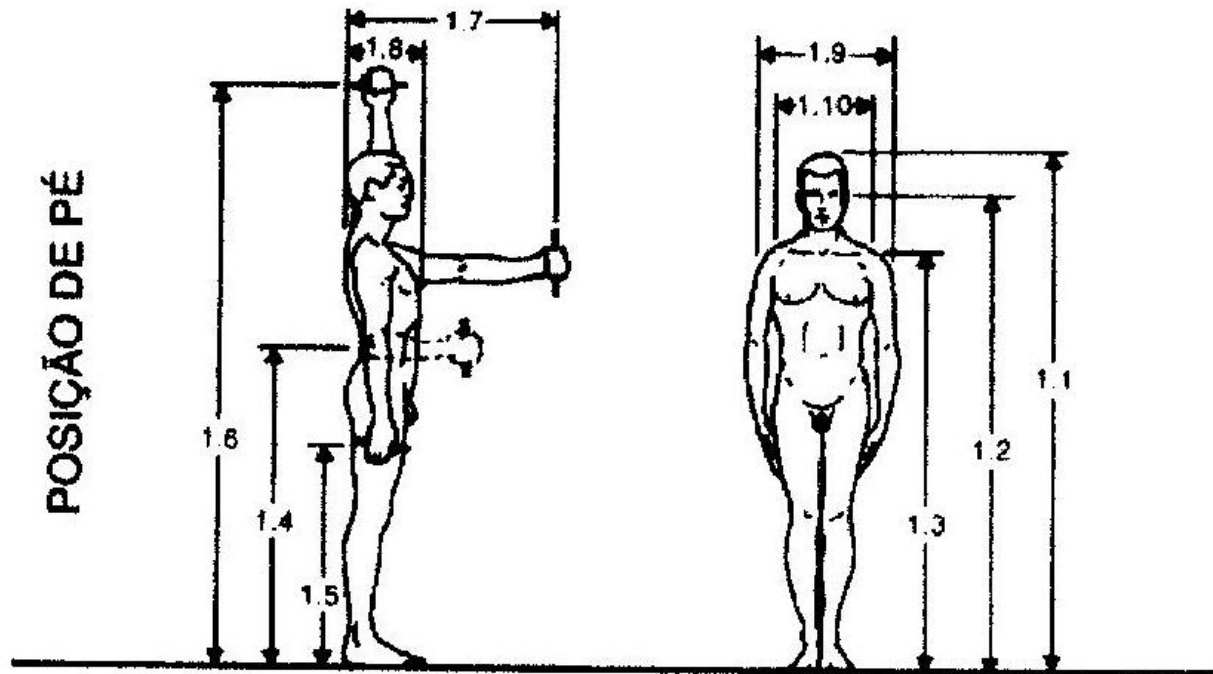


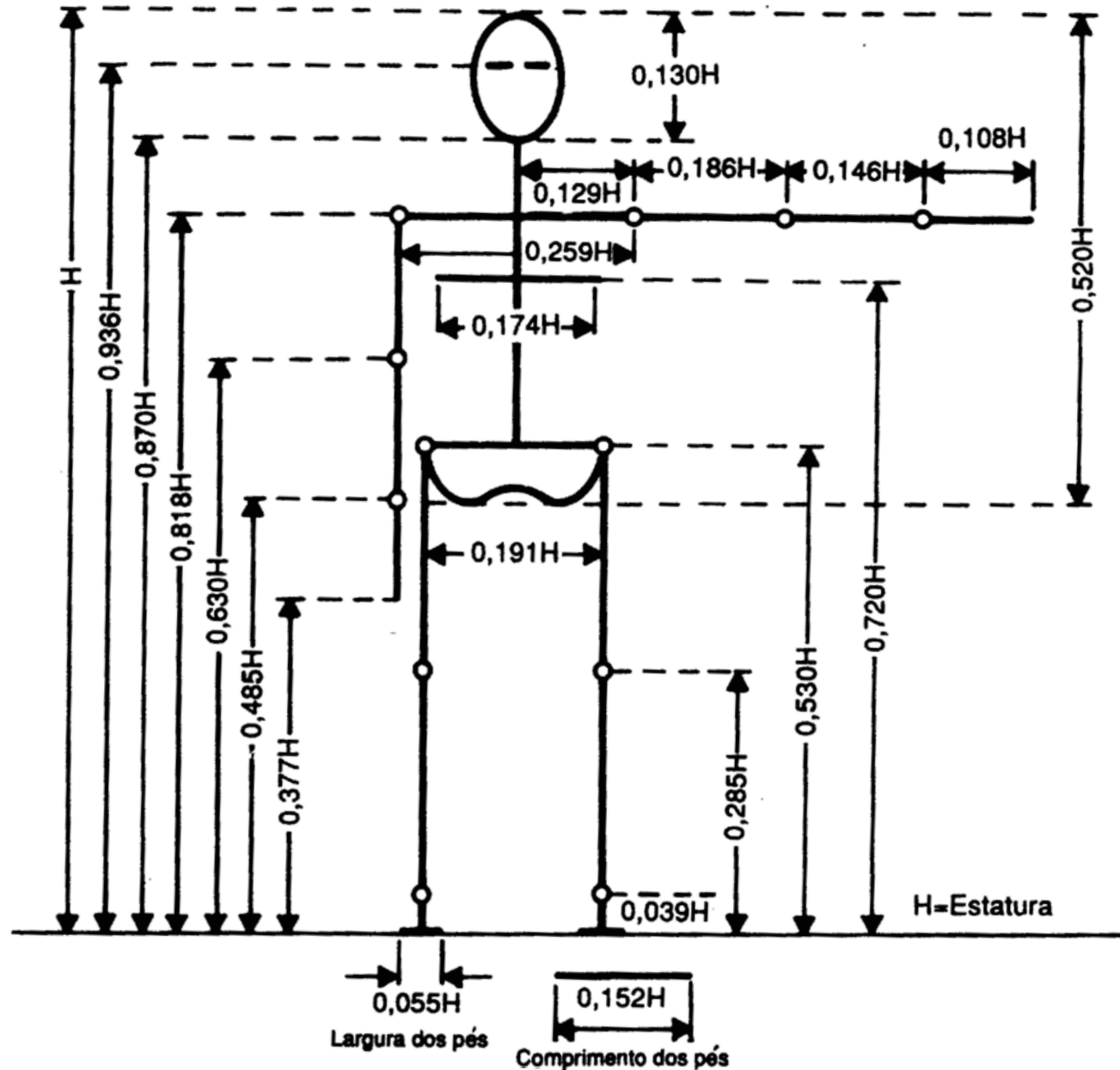
Figura 1: Medidas Antropométricas Estáticas na Posição de Pé.

Fonte: Iida, 1990

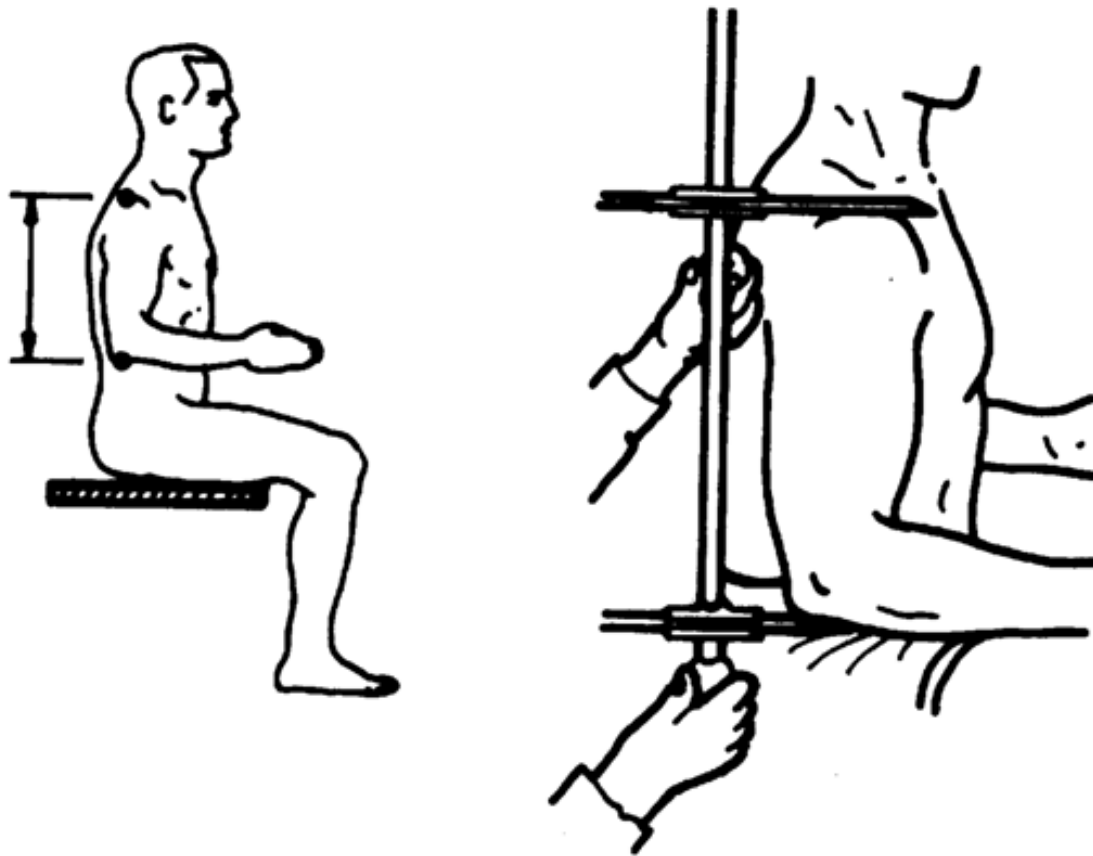
1.1. Estatura (corpo ereto); 1.2. Altura dos olhos; 1.3. Altura dos ombros; 1.4. Altura do cotovelo; 1.5. Altura do centro da mão (braço pedido); 1.6. Altura do centro da mão (braço erguido); 1.7. Comprimento do braço, na horizontal, até o centro da mão; 1.8. Profundidade do corpo, na altura do tórax;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



# Proporções em relação a altura



# Medidas Antropométricas

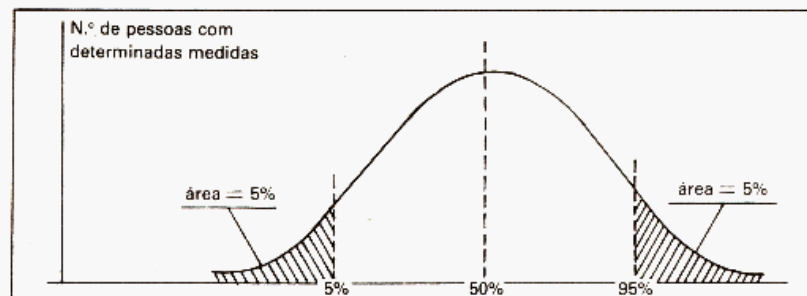


— A figura mostra a postura e os pontos entre os quais deve ser feita a medida antropométrica do comprimento ombro-cotovelo.

— Medidas de antropometria estática de trabalhadores brasileiros, baseadas numa amostra de 257 homens e 320 mulheres de empresa em São Paulo (Iida e Wierzbicki, 1973).

Origem: Brasil

MEDIDAS DE ANTROPOMETRIA ESTÁTICA (cm)	MULHERES			HOMENS		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
1.1 Estatura, ereto, com sapatos	147,8	157,3	166,8	157,4	169,7	182,0
1.7 Comprimento do braço na horizontal, até a ponta dos dedos	68,8	79,5	90,2	77,7	86,6	95,5
2.1 Altura da cabeça, sentado	74,8	83,0	91,2	72,0	87,3	102,6
2.5 Altura do joelho, sentado	43,5	50,1	56,7	50,2	55,0	59,8
2.7 Comprimento do antebraço, na horizontal até a ponta dos dedos						56,1
2.9 Comprimento nádega-joelho						66,1
2.10 Comprimento nádega-pé, perna estendida na horizontal						17,8



# 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,  $\alpha = 5\%$

# FISICA:

## Campo Visual

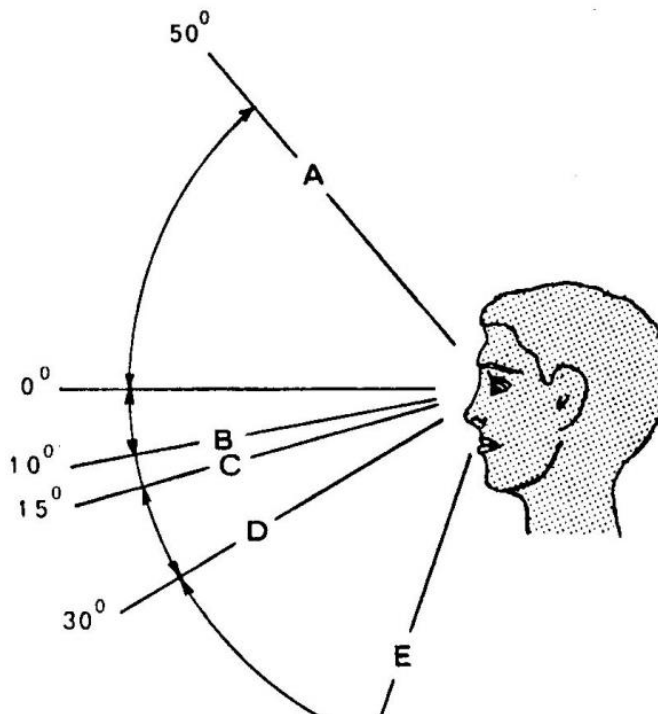


FIG. 12. Visual field (vertical plane).  
 A - upper limit  
 B - view angle (standing)  
 C - view angle (sitting)  
 D - optimum view angle  
 E - lower limit

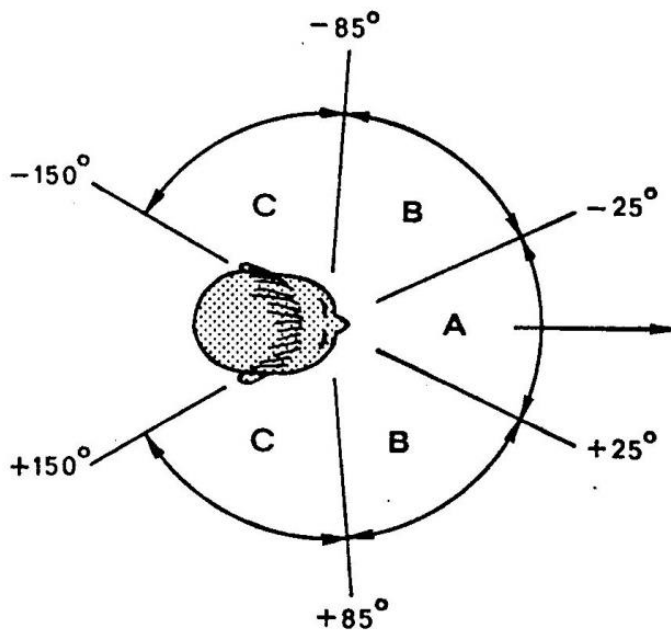


FIG. 11. Visual field (horizontal plane).  
 A - stationary field  
 B - eyefield  
 C - headfield



# 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.



## 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)

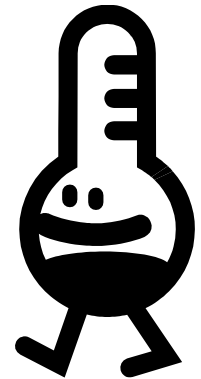
- torneira gotejando (20 db)
- conversa tranqüila (40-50 db)
- secador de cabelo (90 db)
- caminhão (100 db)
- turbina de avião (130 db)
- show musical, próximo as caixas de som (acima de 130 db)



## FISICO:TEMPERATURA



Lida (1993:237) :*"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".*



# TRATORES AGRÍCOLAS





# POSTO DE OPERAÇÃO (ESPAÇO DE TRABALHO)

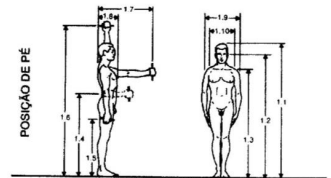
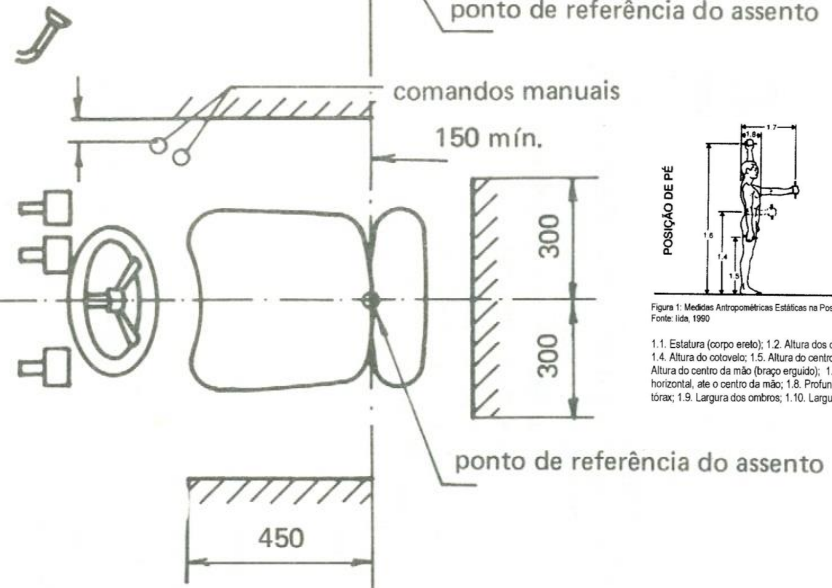
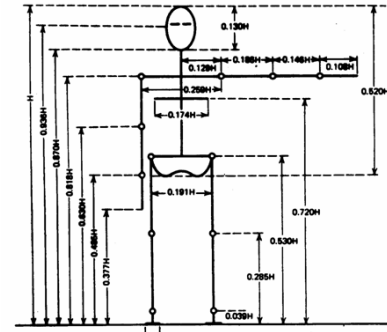
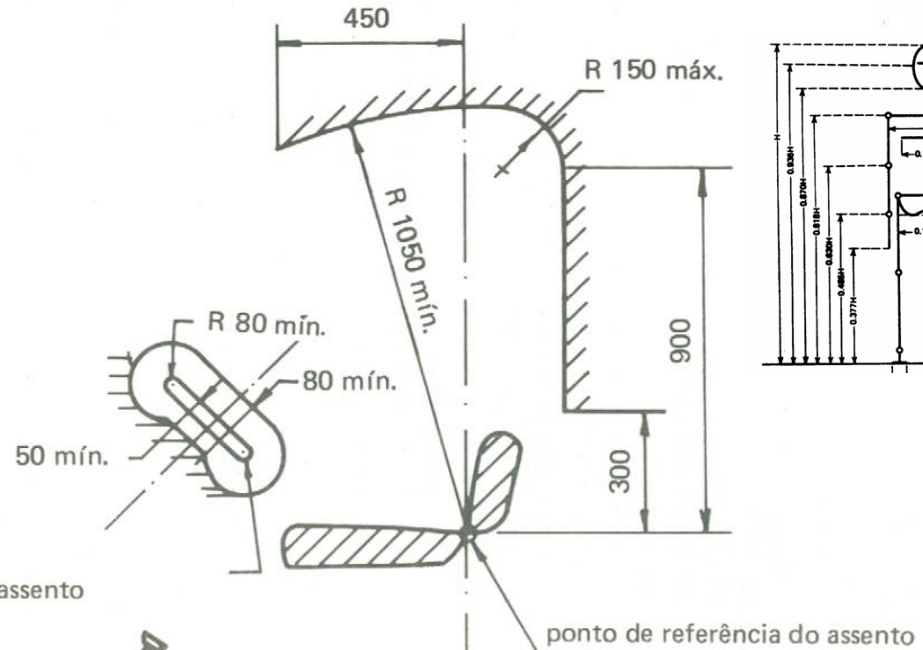
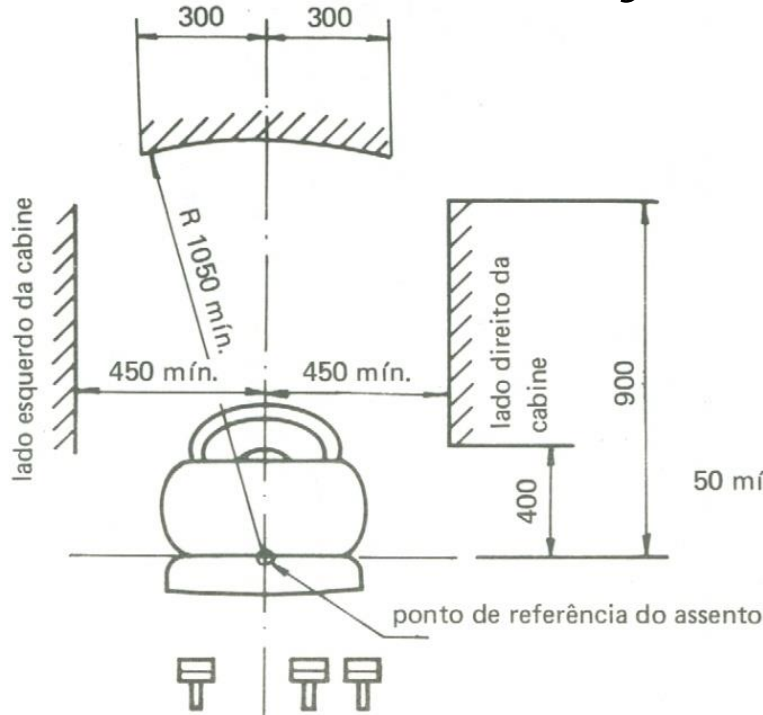
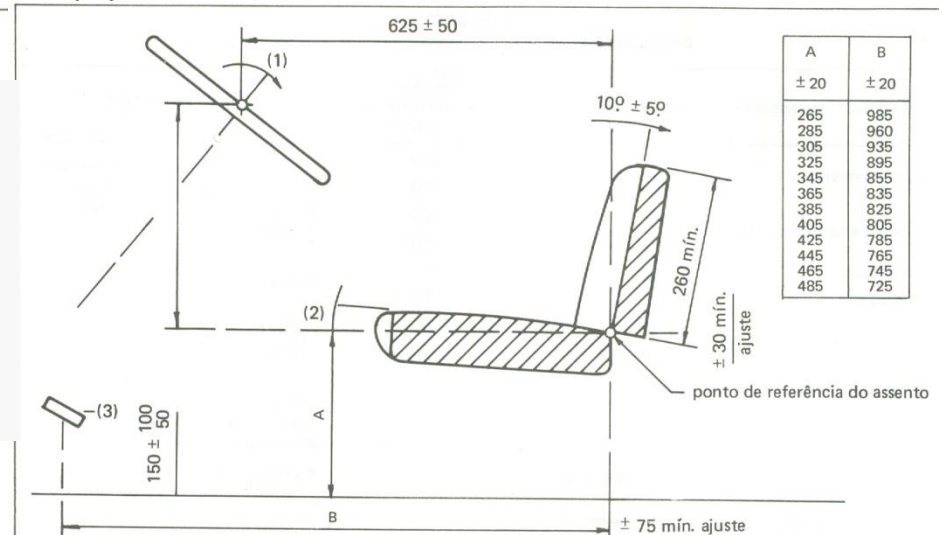
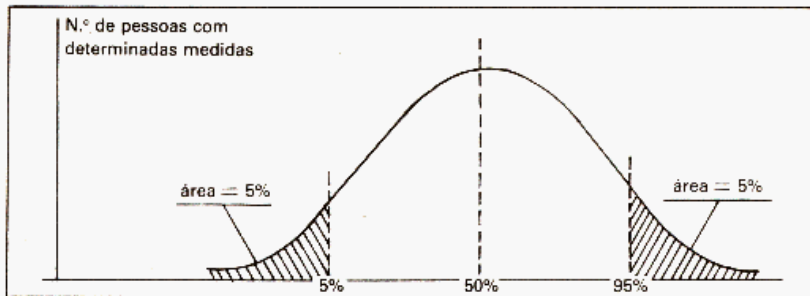
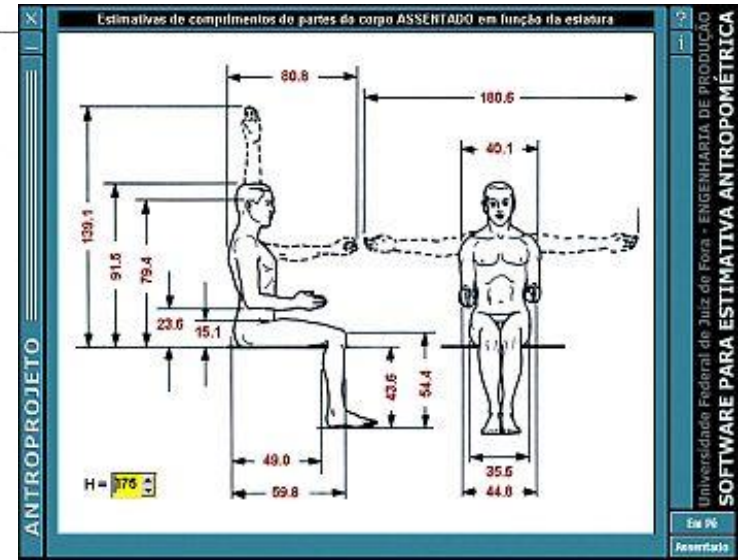
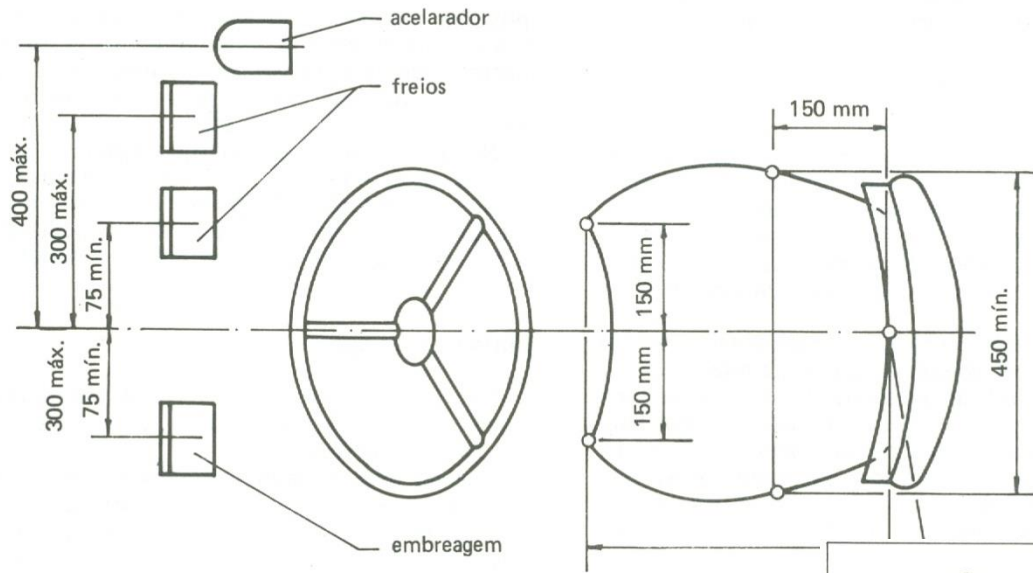


Figura 1. Medidas Antropométricas Estáticas na Posição de Pé.  
Fonte: Iida, 1990

- 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.

# POSTO DE OPERAÇÃO (ESPAÇO DE TRABALHO)



Fonte: Norma ISO 4253.

Nota: A forma do assento é esquemática e não está vinculada ao desenho do mesmo. Dimensões expressas em milímetros.

# POSTO DE OPERAÇÃO (ESPAÇO DE TRABALHO)

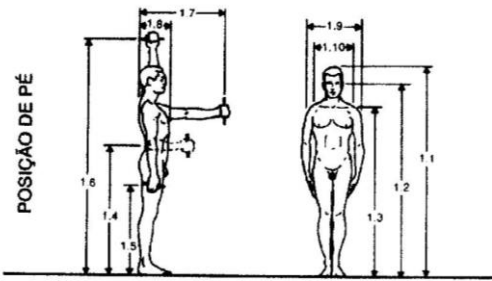
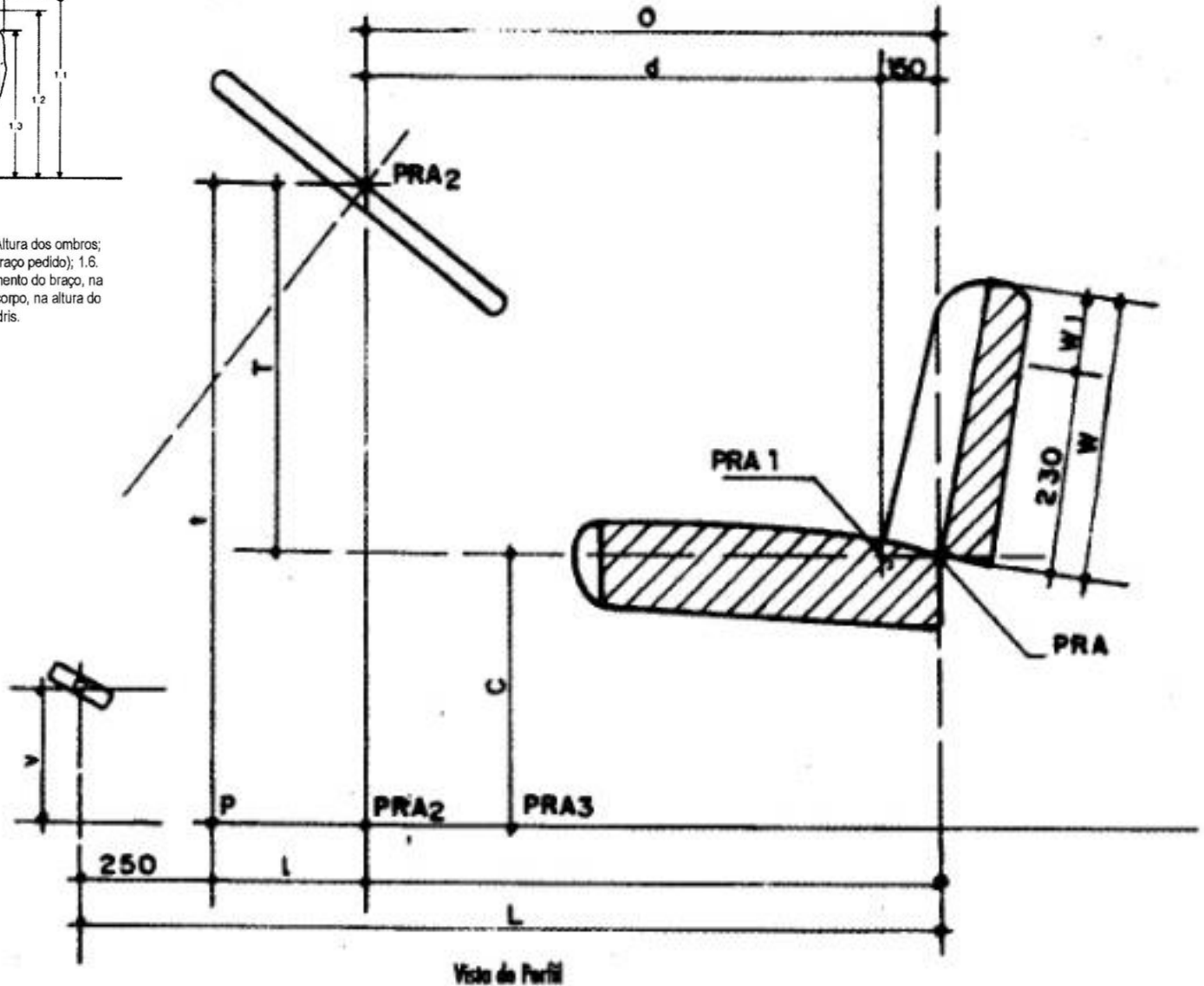


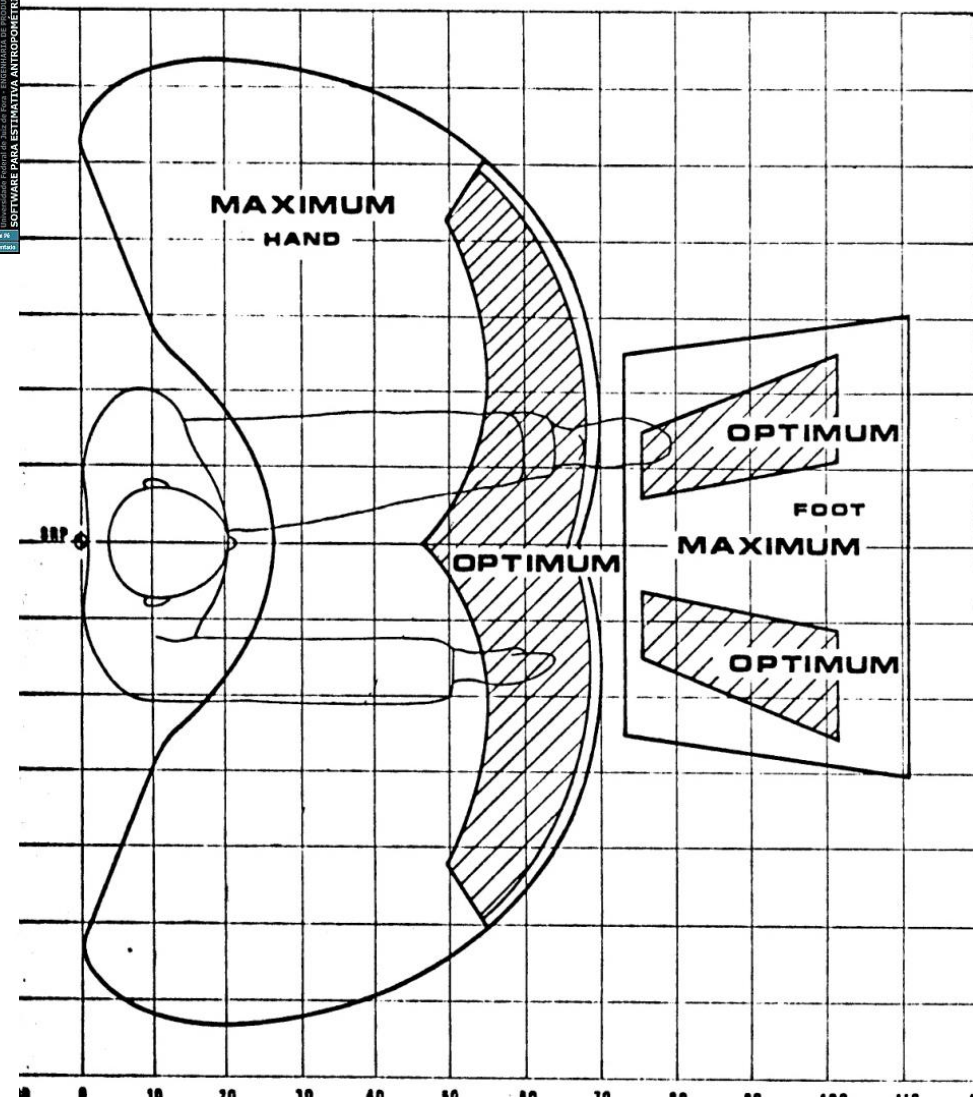
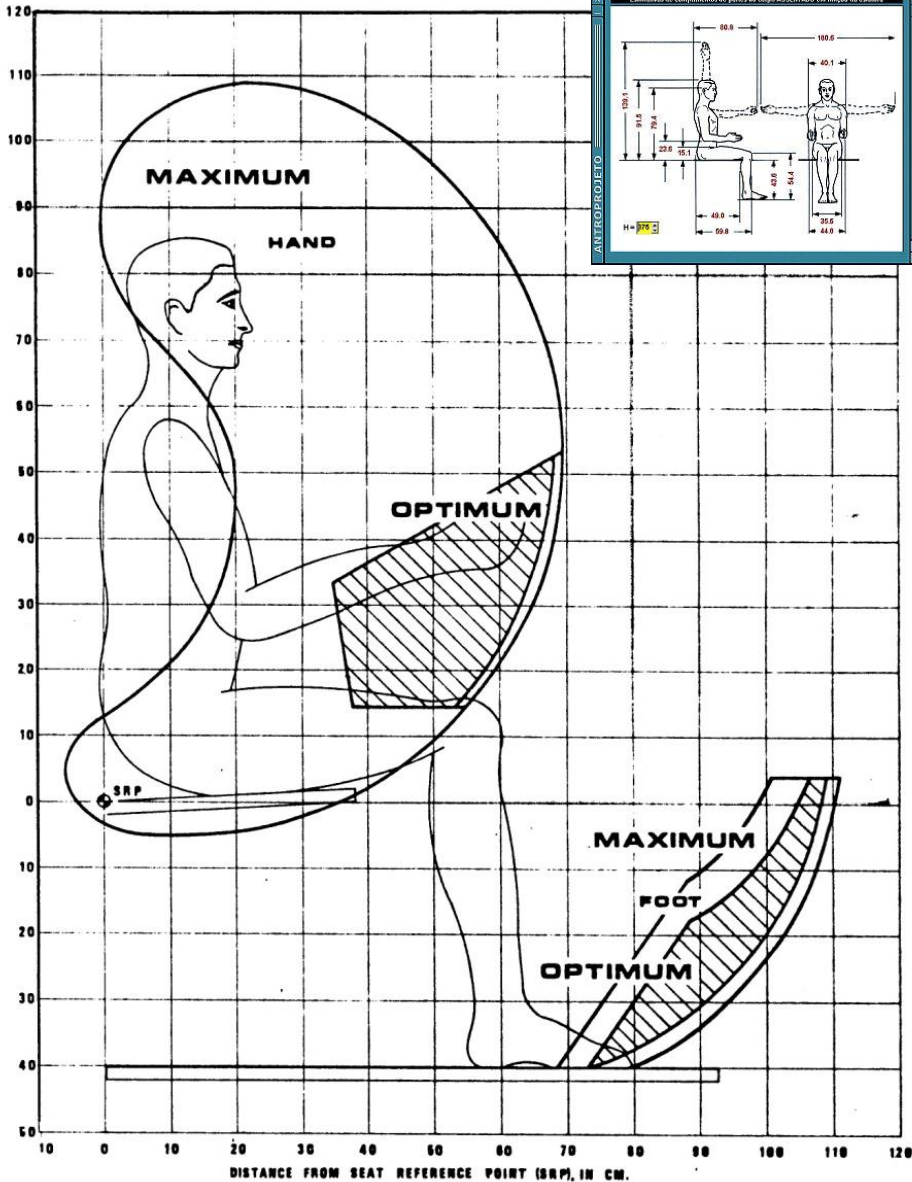
Figura 1: Medidas Antropométricas Estáticas na Posição de Pé.  
Fonte: Iida, 1990

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.

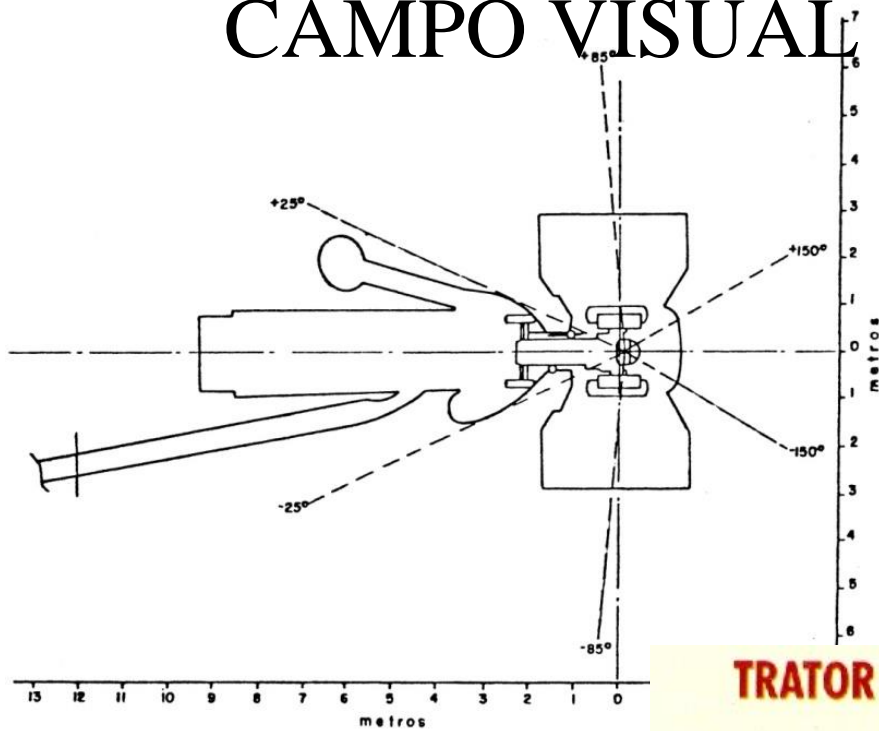




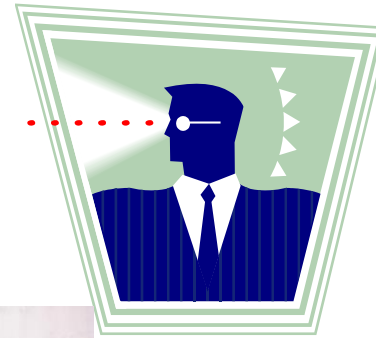
# POSTO DE OPERAÇÃO (ESPAÇO DE TRABALHO)



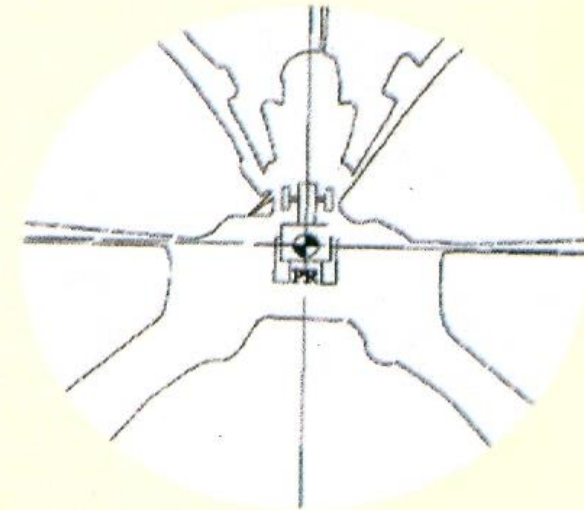
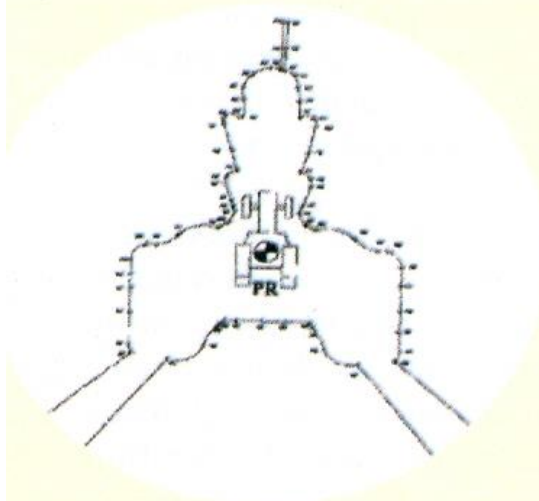
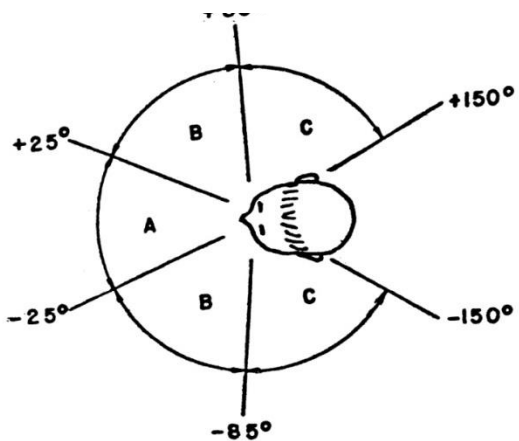
# CAMPO VISUAL (VISIBILIDADE)



**TRATOR SEM CABINA**



**TRATOR COM CABINA**



Área de visibilidade nula do trator, nas duas montagens analisadas



# 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 freqüência									
					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.



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

# FATORES AMBIENTAIS: RUÍDO



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

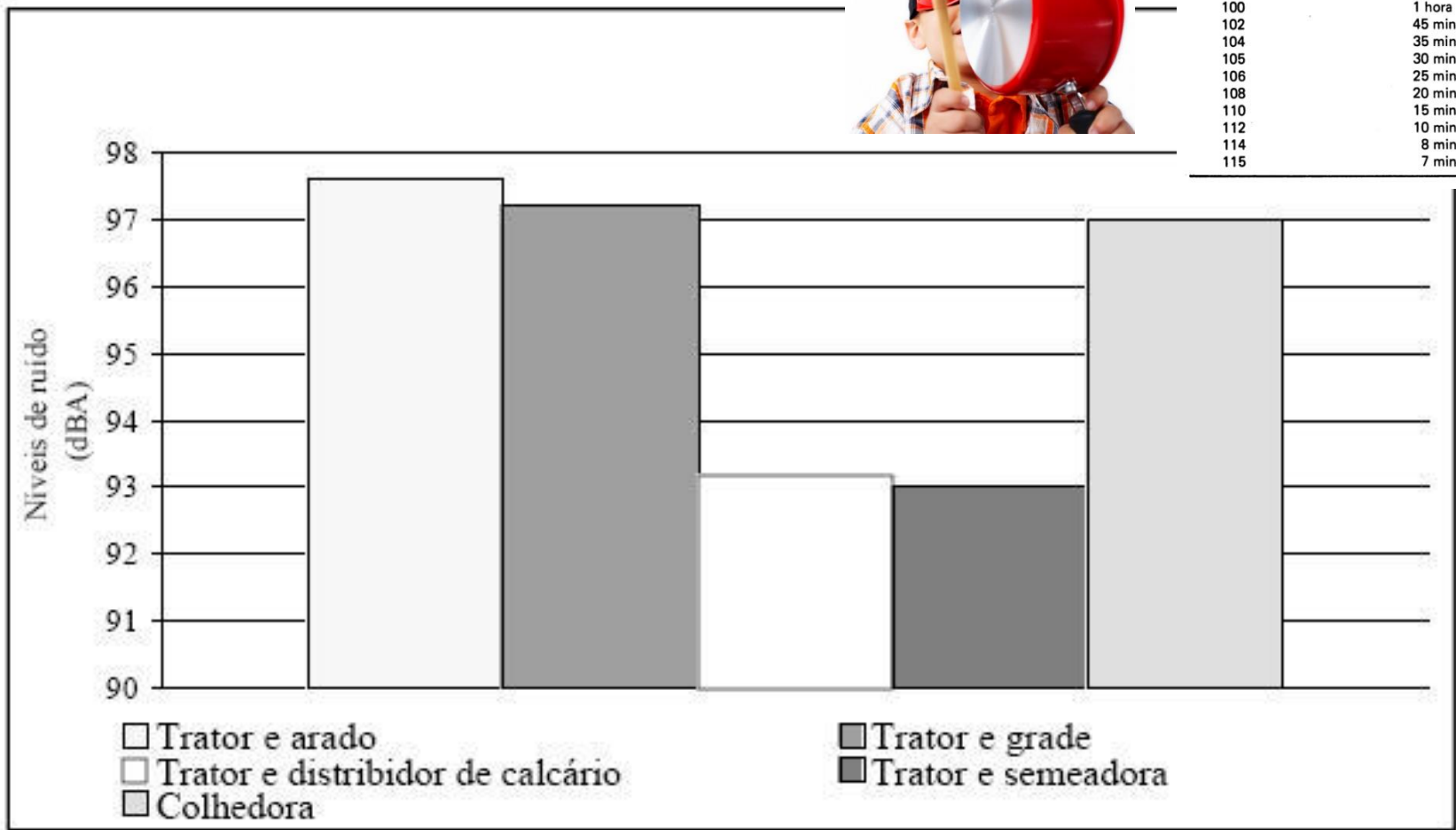


Figura 5 – Maiores valores de níveis de ruído encontrados nas diversas operações.



# 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

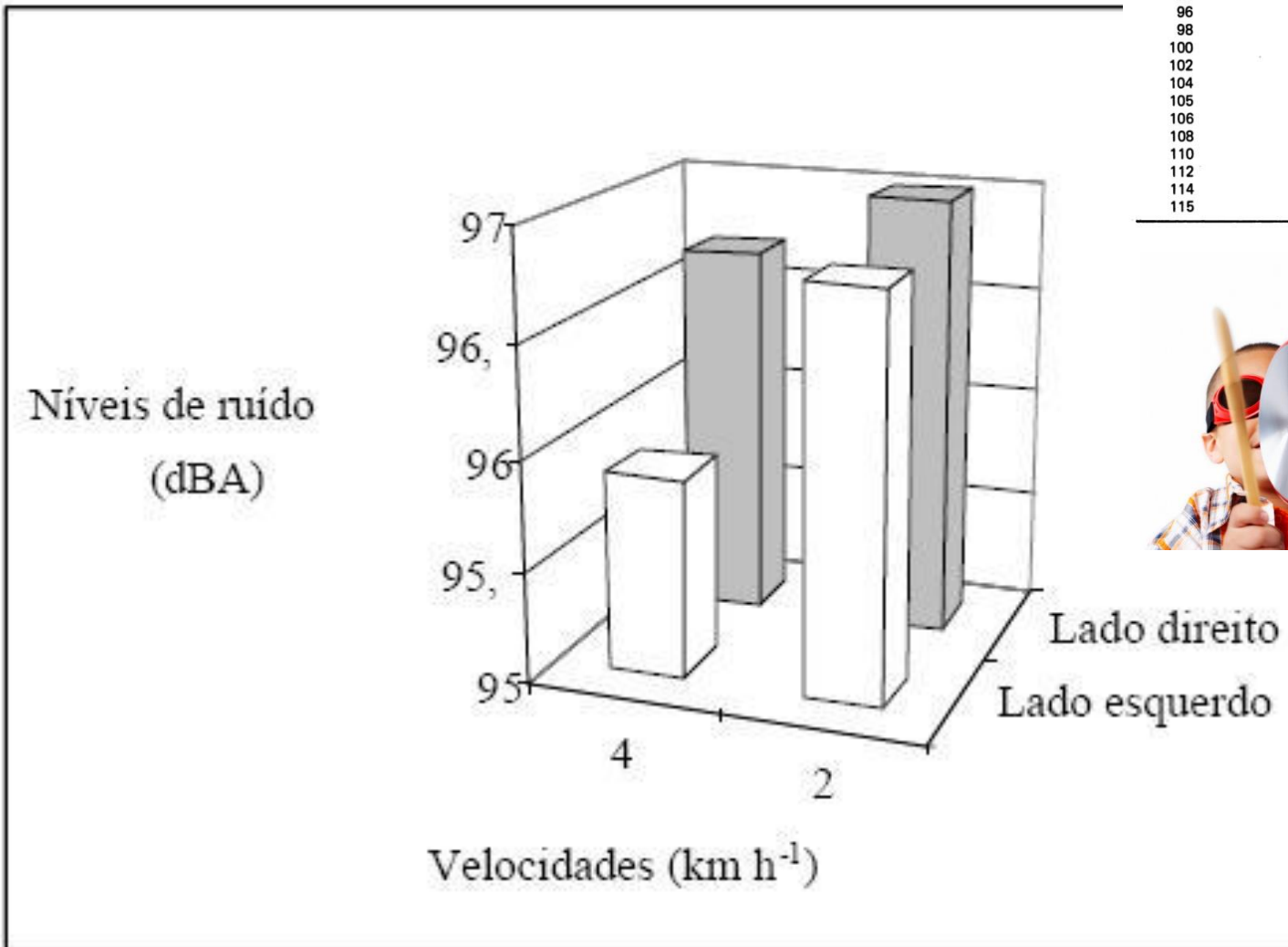


Figura 4 – Níveis de ruído emitidos pela colhedora em função da velocidade de trabalho e lado de operação.

# FATORES AMBIENTAIS: TEMPERATURA



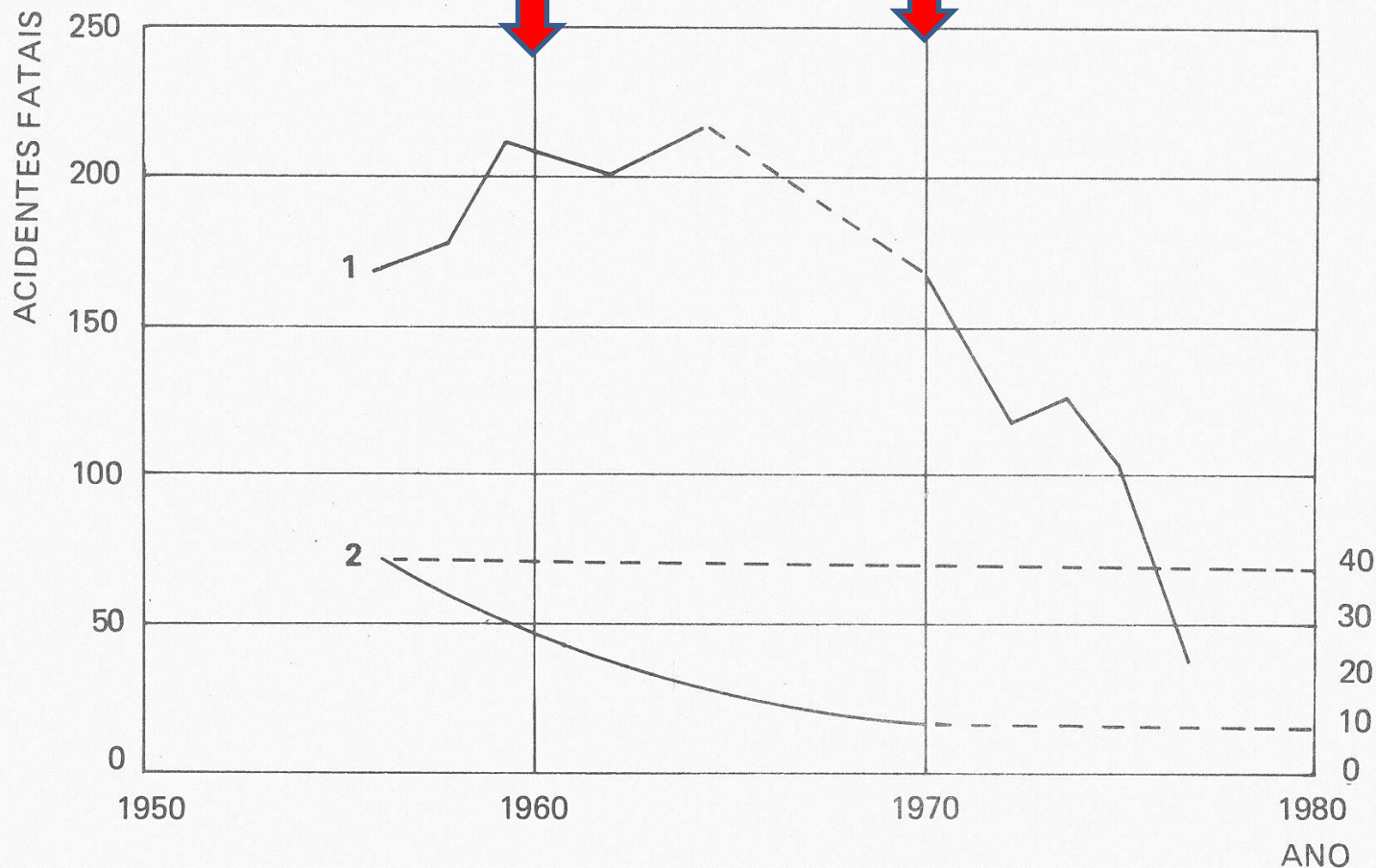
Temperatura e umidade relativa do ar, segundo as estações do ano

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	





# 1960: Treinamento e Orientação; 1970: Segurança



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

FIGURA 1

# SEGURANÇA NOS EQUIPAMENTOS

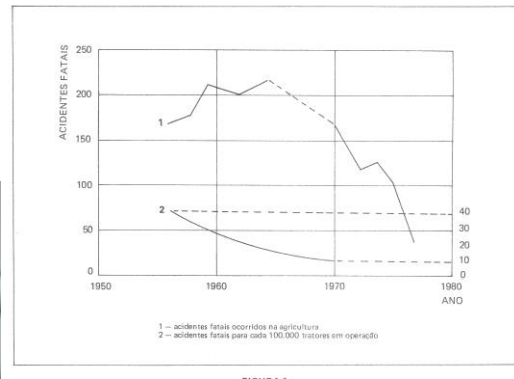
## ❖ Passiva

- Reduz as conseqüências de um acidente: cinto de segurança; “air-bags”; barras de proteção lateral;
- Estrutura de Proteção Contra Capotamento.  
(EPCC- Tratores)

## ❖ Ativa

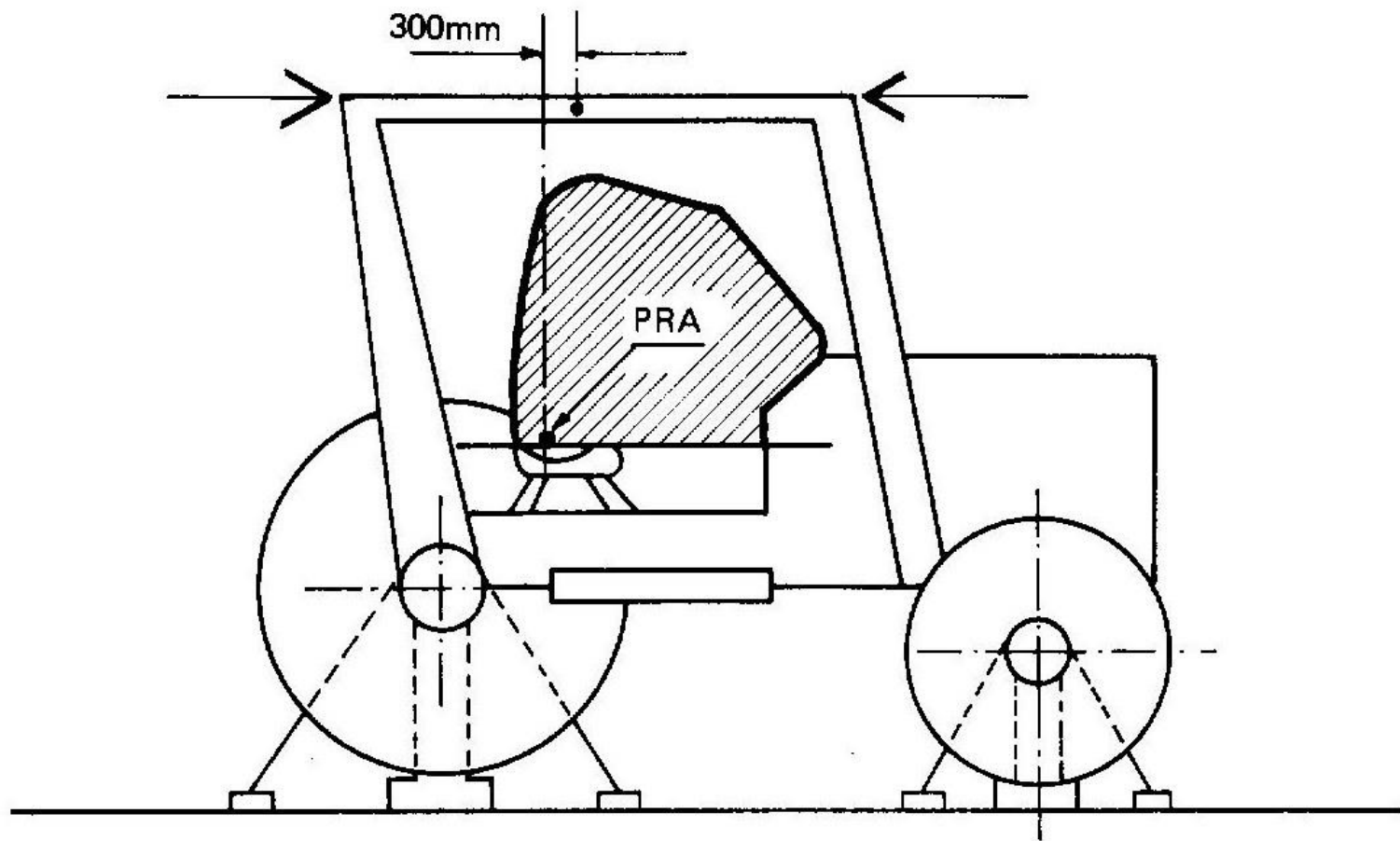
- Contribui para evitar o acidente: freios (ABS); faróis; suspensão; retrovisores

# ESTRUTURA DE PROTEÇÃO CONTRA CAPOTAMENTO EPCC





# PRA- PONTO DE REFERÊNCIA DO ASSENTO

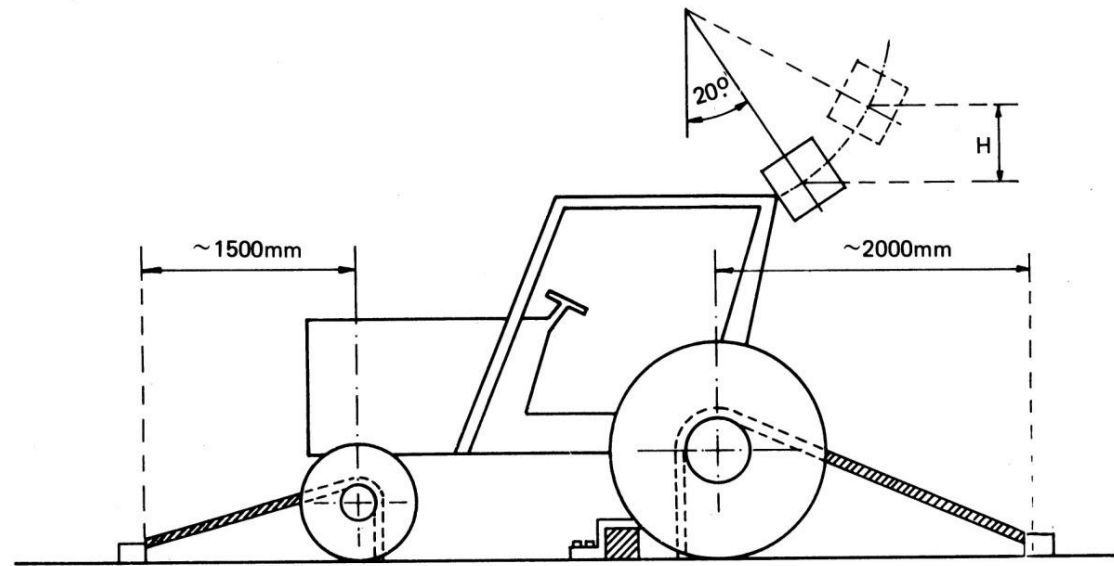
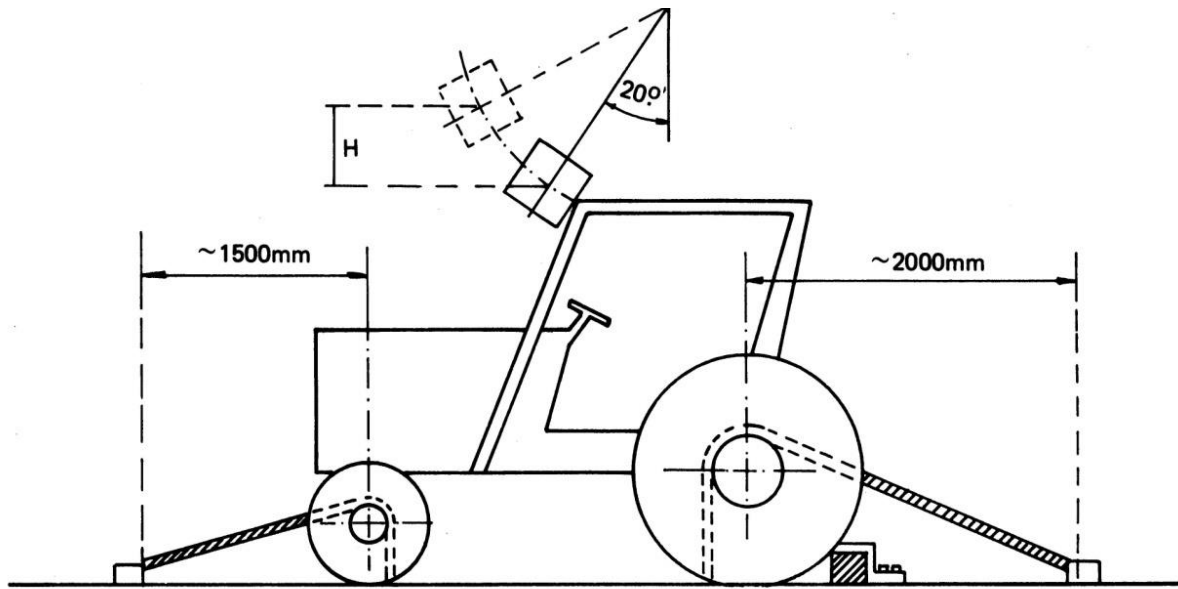


Fonte: Norma ISO 5700.

# Roll-Over Protective Structures (ROPS) -EPCC



## ENSAIOS DA EPCC



Fonte: Norma ISO 3463.

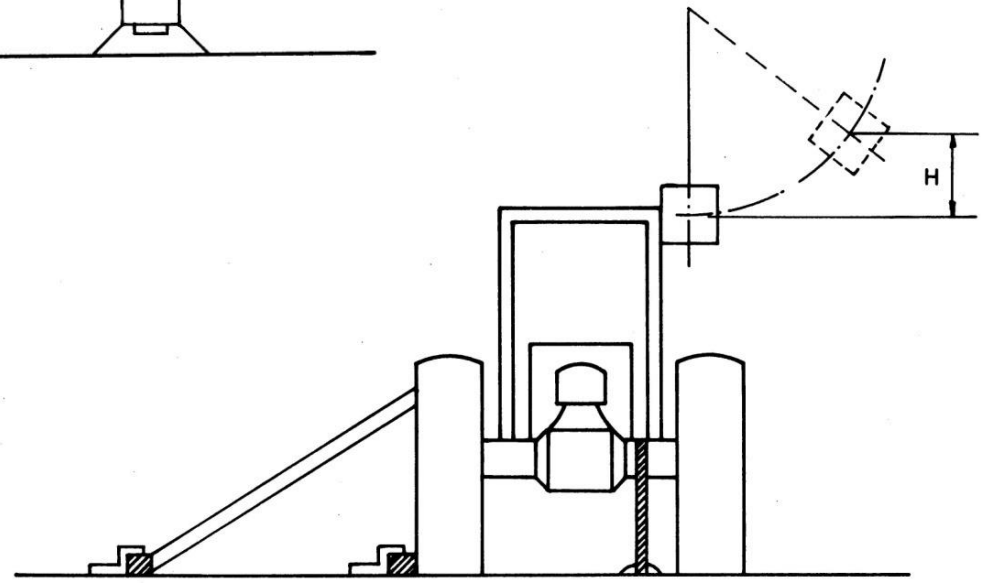
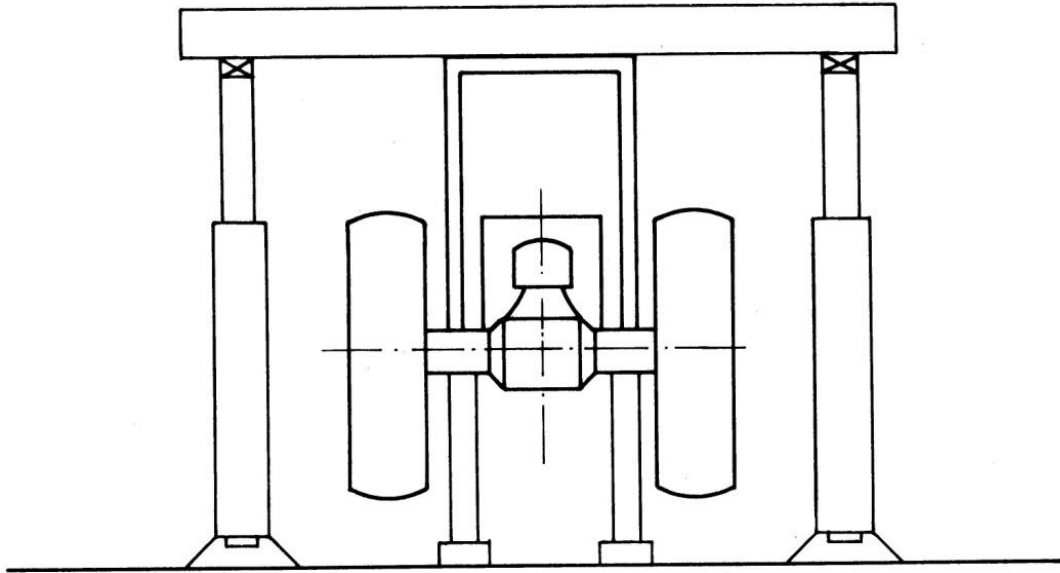
Fonte: Norma ISO 3463.



# Roll-Over Protective Structures (ROPS) -EPCC



## ENSAIOS DA EPCC



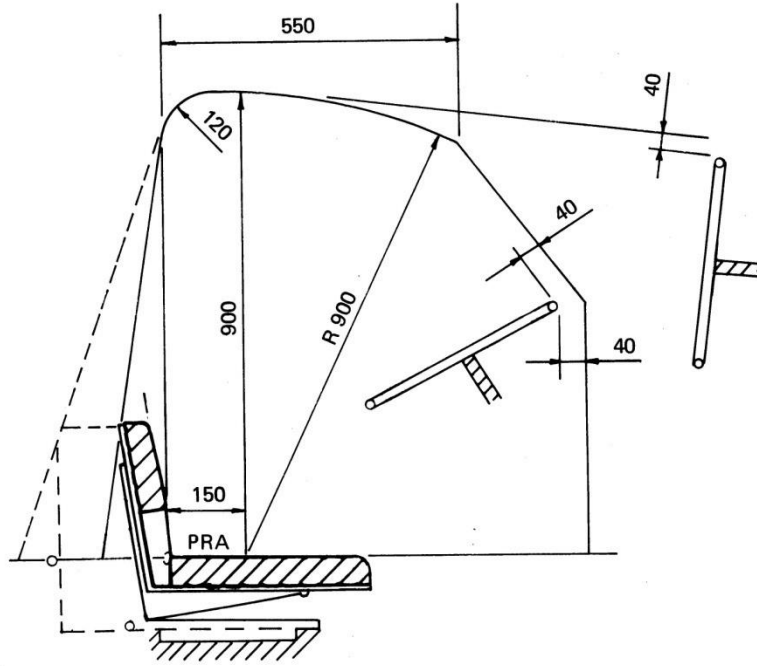
Fonte: Norma ISO 3463.



Fonte: Norma ISO 3463.



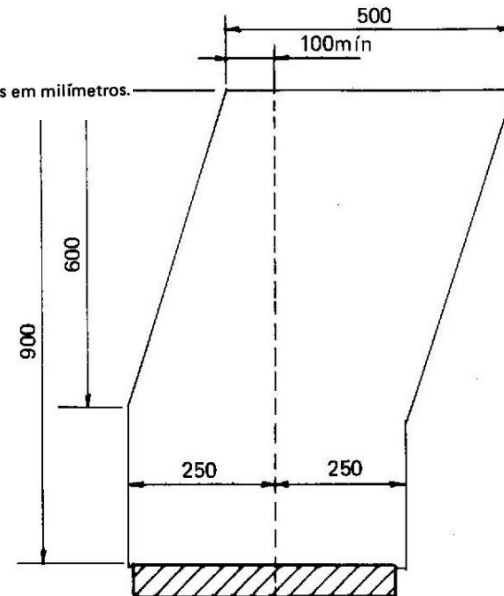
# Roll-Over Protective Structures (ROPS) -EPCC



## ENSAIOS DA EPCC

Fonte: Norma ISO 3463.

Nota: Dimensões expressas em milímetros.

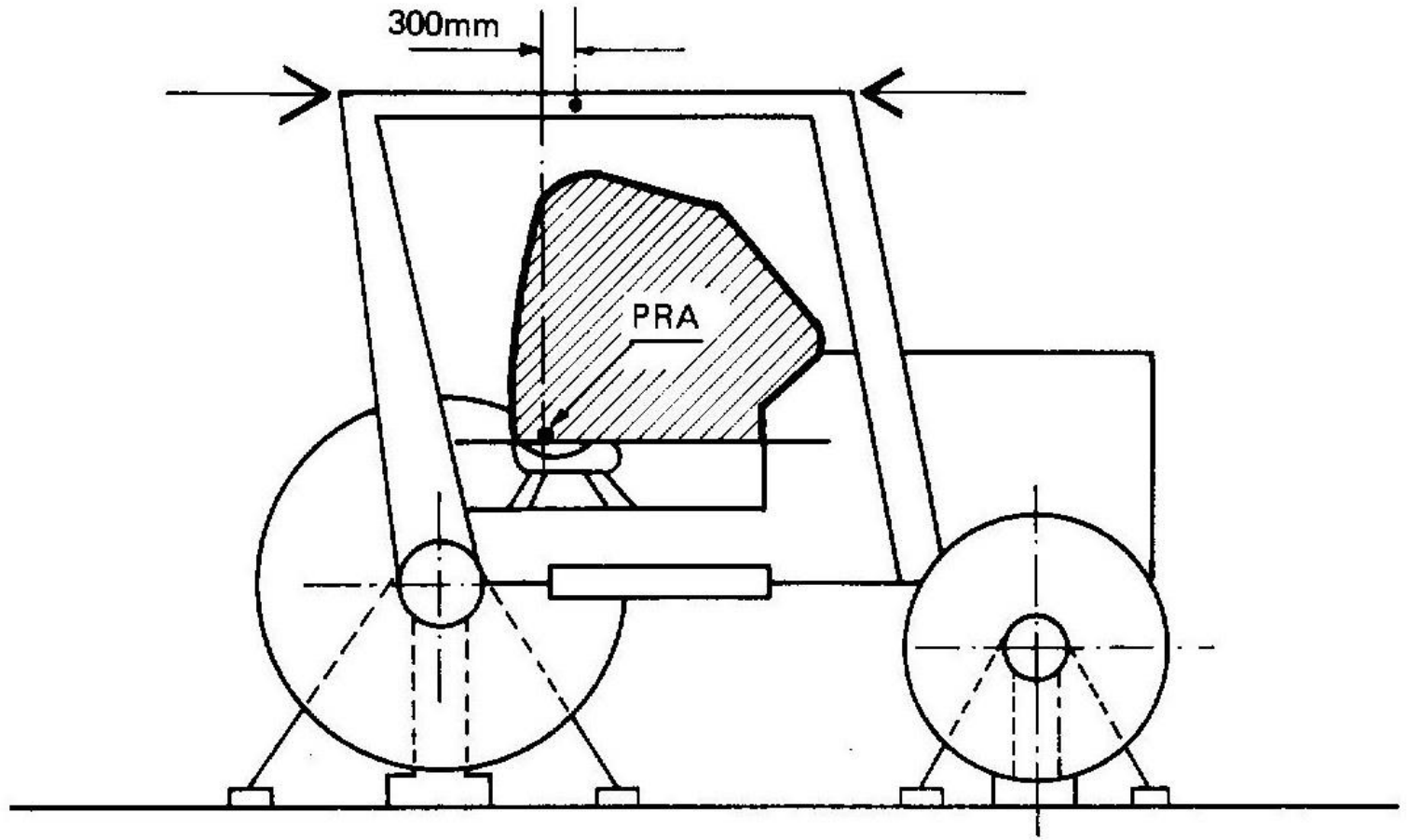


Fonte: Norma ISO 3463.

Nota: Dimensões expressas em milímetros.

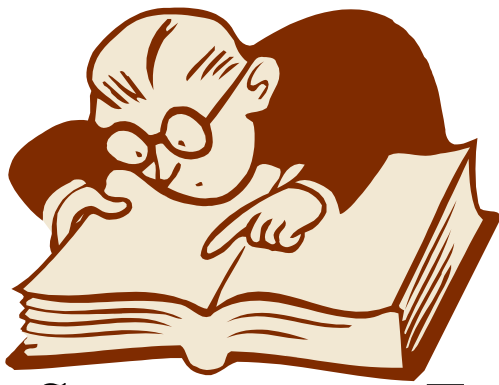


# ESTRUTURA DE PROTEÇÃO CONTRA CAPOTAMENTO EPCC



Fonte: Norma ISO 5700.

Roll-Over Protective Structures (ROPS) -EPCC



## LEITURA OBRIGATÓRIA

*Segurança e Ergonomia em Maquinaria Agrícola- Tratores Agrícolas 23 p; site do Depto de Engenharia de Biossistemas, Disciplina LEB332-Prof. Milan;*

Rinaldi, P.C.N et al. Características de segurança e níveis de ruído em tratores. *Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v.16, n.2, 215-224 224 Abr./Jun., 2008-*  
*Acessar o site de Periódicos da CAPES- (pagina da DIBD)*

