

Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"  
Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação  
Programa de Pós graduação em Design



***Aspectos ergonômicos em colhedoras de cana-de-açúcar: Ruído, distribuição dos comandos e avaliação ponderada de conforto.***

José Antonio Corrêa

Prof. João Eduardo Guarnetti dos Santos.

Bauru 2010

José Antonio Corrêa

***Aspectos ergonômicos em colhedoras de cana-de-açúcar: Ruído, distribuição dos comandos e avaliação ponderada de conforto.***

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Design (área de concentração: Desenho do Produto; Linha de pesquisa: Ergonomia), da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" como exigência para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos.

Bauru 2010

## **Banca de Avaliação**

Prof. Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos.  
Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"

Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli.  
Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"

Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>a. Cristiane de Affonso Almeida Zerbetto.  
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva.  
Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"

Prof. Dr. Jair Rosas.  
Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado DE JOSÉ ANTONIO CORRÊA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DO(A) FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO DE BAURU.**


Aos 22 dias do mês de fevereiro do ano de 2010, às 14:00 horas, no(a) Sala da Congregação da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. JOAO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS do(a) Departamento de Engenharia Mecânica / Faculdade de Engenharia de Bauru, Prof. Dr. LUIS CARLOS PASCHOARELLI do(a) Departamento de Desenho Industrial / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação de Bauru, Profa. Dra. CRISTIANE AFFONSO DE ALMEIDA ZERBETTO do(a) Departamento de Design / Universidade Estadual de Londrina, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de JOSÉ ANTONIO CORRÊA, intitulado "Aspectos ergonômicos em colhedoras de cana-de-açúcar: ruído, distribuição dos comandos e avaliação ponderada de conforto". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: A-  
PROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.



Prof. Dr. JOAO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS



Prof. Dr. LUIS CARLOS PASCHOARELLI



Profa. Dra. CRISTIANE AFFONSO DE ALMEIDA ZERBETTO

*Não sei... Se a vida é curta  
Ou longa demais pra nós,  
Mas sei que nada do que vivemos  
Tem sentido, se não tocamos o coração das pessoas.*

*Muitas vezes basta ser:  
Colo que acolhe,  
Braço que envolve,  
Palavra que conforta,  
Silêncio que respeita,  
Alegria que contagia,  
Lágrima que corre,  
Olhar que acaricia,  
Desejo que sacia,  
Amor que promove.*

*E isso não é coisa de outro mundo,  
É o que dá sentido à vida.  
É o que faz com que ela  
Não seja nem curta,  
Nem longa demais,  
Mas que seja intensa,  
Verdadeira, pura... Enquanto durar*

*Cora Coralina*

## **Dedicatória**

A pessoa que muito me apoiou e incentivou minha querida esposa Erica;  
A menina que sempre me apoia e inspira, minha linda e querida filha Rafaela;  
Aos meus pais, a quem devo muito do que sou, Seu José (Sir Faro Fino) e a D. Hélia;  
A vocês dedico este trabalho, minha eterna gratidão e infinita admiração.

## Agradecimentos

Gostaria inicialmente de agradecer ao meu orientador, Prof. Guarnetti pela confiança depositada em mim e pelo apoio sem o qual não seria possível terminar esta empreitada.

Também aos Prof Paschoarelli e ao Prof. Plácido que sempre me ajudaram e sempre me orientaram nos momentos difíceis desde a graduação.

Também sou grato aos professores Cristiane de Affonso Almeida Zerbetto, Jair Rosas por aceitarem o convite para participar desta banca.

Gostaria de agradecer à empresa Cosan S/A pela oportunidade, colaboração confiança e para a execução dessa pesquisa em especial seus funcionários o Sr. Wilson Bertolini Filho e o Sr. Rafael que sempre me auxiliaram. Também agradeço ao sempre atencioso Sr. Marcos Silva. Agradeço também aos Senhores Telles, Pett e Fumaça assim como todos os trabalhadores das frentes que visitei.

Sou grato também aos Professores João Candido, Osmar, João (arquitetura) e Edmilson (arquitetura UNIP) que me auxiliaram com os equipamentos para a coleta dos dados.

Muitíssimo obrigado também à Natália e ao Paulo do laboratório de protótipos da FAAC, pela atenção, simpatia e ética com que fui recebido, e aos Senhores Helder e Silvio do Setor de pós Graduação, pela paciência com o cidadão aqui. Também aos funcionários da Marcenaria do Campus de Bauru e Botucatu, que me ajudaram.

Meu agradecimento final e mais que especial para essas pessoas que me acompanham, meus pais a Erica e a Rafa e meus grandes e inúmeros amigos (os quais não ousei citar para não cometer a injustiça de esquecer algum), que me deram casa, comida, carona, apoio nas coletas, ajudaram eu tratar os dados, enfim tornaram isso tudo possível, meu sincero muitíssimo obrigado à vocês todos.

# SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>                                      | <b>1</b>  |
| <b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>                           | <b>5</b>  |
| 2.1. A LAVOURA CANAVIEIRA NO BRASIL                       | 5         |
| 2.2. A MECANIZAÇÃO NA CULTURA CANAVIEIRA                  | 12        |
| 2.3. ERGONOMIA EM EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS                  | 15        |
| 2.3.1. Acesso e cabine                                    | 19        |
| 2.3.2. Vibração   | 23        |
| 2.3.3. Ruído  | 24        |
| <b>3. JUSTIFICATIVA</b>                                   | <b>28</b> |
| <b>4. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA</b>                          | <b>30</b> |
| <b>5. OBJETIVOS</b>                                       | <b>31</b> |
| 5.1. OBJETIVOS GERAIS                                     | 31        |
| 5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                | 31        |
| <b>6. METODOLOGIA</b>                                     | <b>33</b> |
| 6.1. ASPECTOS ÉTICOS                                      | 33        |
| 6.2. OBJETOS DE ESTUDO                                    | 34        |
| 6.3. SUJEITOS   | 36        |
| 6.4. MATERIAIS  | 37        |
| 6.4.1. Avaliação da distribuição dos comandos e o alcance | 37        |
| 6.4.2. Avaliação da exposição ao ruído                    | 39        |
| 6.4.3. Aplicação de questionário                          | 40        |
| 6.4.4. Análise dos dados                                  | 41        |
| 6.5. MÉTODOS  | 42        |
| 6.5.1. Avaliação da distribuição dos comandos e o alcance | 42        |
| 6.5.1.1. Determinação o PRA                               | 42        |
| 6.5.1.2. Medição da posição dos comandos                  | 43        |
| 6.5.2. Avaliação da exposição ao ruído                    | 44        |
| 6.5.3. Aplicação de questionário                          | 45        |
| <b>7. RESULTADOS</b>                                      | <b>46</b> |
| 7.1. CARACTERÍSTICAS DOS SUJEITOS                         | 46        |
| 7.2. ACESSO E DISPOSIÇÃO ESPACIAL DOS COMANDOS            | 48        |
| 7.3. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO                      | 61        |
| 7.4. NÍVEL PONDERADO DE DESCONFORTO                       | 64        |
| <b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                            | <b>67</b> |
| <b>9. BIBLIOGRAFIA</b>                                    | <b>71</b> |
| <b>10 ANEXOS</b>  | <b>83</b> |
| <b>10 APENDICES</b>                                       | <b>96</b> |



## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> - Mapa de Pernambuco do século XVII com a ilustração do engenho de cana ao fundo. _____ | 5  |
| <b>Figura 2</b> - Esquema de uma colhedora de cana picada, baseado no esquema proposto por Neves. ____  | 13 |
| <b>Figura 3</b> – Colhedora de Cana CASE IH A 7700®. _____  | 35 |
| <b>Figura 4</b> – Colhedora de Cana John Deere 3520®. _____   | 35 |
| <b>Figura 5</b> – Dispositivo de Avaliação do Ponto de Referência do Assento. _____                     | 37 |
| <b>Figura 6</b> – Encosto do dispositivo de Avaliação do PRA. _____                                     | 38 |
| <b>Figura 7</b> - Dimensões do dispositivo para avaliação do PRA. _____                                 | 38 |
| <b>Figura 8</b> - Medidor de nível de pressão sonora. _____   | 39 |
| <b>Figura 9</b> - Equipamento para a filmagem do display. _____   | 40 |
| <b>Figura 10</b> – Escala bipolar não paramétrica. _____  | 41 |
| <b>Figura 11</b> - Avaliação dos vídeos e colocação nas planilhas de dados. _____                       | 42 |
| <b>Figura 12</b> - Posicionamento do dispositivo de determinação do PRA. _____                          | 43 |
| <b>Figura 13</b> - Medição da distância dos comandos em relação ao PRA _____                            | 43 |
| <b>Figura 14</b> – Posição das coletas de dados de ruído com relação ao operador _____                  | 44 |
| <b>Figura 15</b> - Gráfico da distribuição por idade e tempo na função. _____                           | 47 |
| <b>Figura 16</b> - Degraus de acesso dos equipamentos. _____  | 48 |
| <b>Figura 17</b> – Disposição dos degraus dos equipamentos. _____                                       | 49 |
| <b>Figura 18</b> – Acesso ao equipamento “A”. _____   | 50 |
| <b>Figura 19</b> – Acesso ao equipamento “B”. _____   | 51 |
| <b>Figura 20</b> – Primeiro degrau do equipamento “A”. _____  | 51 |
| <b>Figura 21</b> – Primeiro degrau do equipamento “B”. _____  | 52 |
| <b>Figura 22</b> – Dimensionamento dos degraus segundo ABNT. _____                                      | 53 |
| <b>Figura 23</b> – Altura da plataforma em relação ao solo. _____                                       | 55 |
| <b>Figura 24</b> – Localização do PRA no equipamento. _____   | 57 |
| <b>Figura 25</b> – Disposição dos comandos dos equipamentos. _____                                      | 58 |
| <b>Figura 26</b> – Zonas de alcance para o percentil 5 segundo Grandjean (1998). _____                  | 59 |
| <b>Figura 27</b> - Zonas de alcance para o percentil 5 segundo Grandjean (1998). _____                  | 60 |
| <b>Figura 28</b> – Valores médios de exposição ao ruído. _____  | 63 |
| <b>Figura 29</b> – Valores ponderados de percepção de desconforto. _____                                | 66 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1</b> - Informações técnicas da cultura de cana no Brasil – Fonte BRASIL 2008. _____              | 6  |
| <b>Tabela 2</b> – Comparação entre os prazos do protocolo agroambiental e a lei 11.241. _____               | 11 |
| <b>Tabela 3</b> – Especificações técnicas dos objetos de Estudo. Fonte: Folhetos técnicos das marcas. _____ | 36 |
| <b>Tabela 4</b> - Características dos sujeitos. _____   | 46 |
| <b>Tabela 5</b> – Degraus de acesso: Comparativo dos equipamentos com as dimensões previstas. _____         | 54 |
| <b>Tabela 6</b> – Assento: Comparativo dos equipamentos com as dimensões previstas. _____                   | 61 |
| <b>Tabela 7</b> – Valores de exposição Sonora obtidos nos ensaios _____                                     | 62 |

## RESUMO

### **ASPECTOS ERGONÔMICOS EM COLHEDORAS DE CANA-DE-AÇÚCAR: RUÍDO, DISTRIBUIÇÃO DOS COMANDOS E AVALIAÇÃO PONDERADA DE CONFORTO.**

A colheita mecanizada de cana-de-açúcar se expande consideravelmente, principalmente em São Paulo, o principal estado produtor. Como a maioria dos produtos industrializados modernos há um grande compartilhamento de sistemas, visando a redução dos custos de desenvolvimento e fabricação. As vantagens econômicas deste compartilhamento não têm apresentado a mesma eficácia quando tratamos da ergonomia na interface "homem x máquina". A usabilidade de um produto tem influência de diversos fatores regionais atuando diretamente seu grau de adequação às necessidades dos usuários. Uma das prerrogativas do design ergonômico como atividade projetual é a compreensão da interação entre o usuário e seu produto. Para tanto foram avaliadas dois modelos contemporâneos comercializados pelas principais empresas no ramo. Foram coletados dados sobre a disposição espacial dos comandos, acesso ao posto do trabalhador, nível de exposição ao ruído e satisfação ponderada dos trabalhadores sobre diversos aspectos do equipamento. Os dados obtidos foram comparados com as normas e a literatura e com as informações indicadas pelos usuários. Este trabalho apresenta o nível de eficiência ergonomia destes equipamentos quando utilizados nas lavouras paulistas buscando fornecer subsídios para o desenvolvimento destes equipamentos e fomentar novas pesquisas para a melhor adequação ao trabalhador.

**Palavras-chave:** design ergonomia, interface "homem/máquina", colhedoras de cana, ergonomia na agricultura, colheita mecanizada

## ABSTRACT

**ERGONOMICS ASPECTS IN SUGAR CANE HARVESTERS: NOISE, DISTRIBUTION OF CONTROLS AND WEIGHTED COMFORT EVALUATION.** Mechanized harvesting of sugarcane has expanded significantly, especially in Sao Paulo, the most important producing state in Brazil. As almost moderns industrial products this equipments share many systems, aiming the costs reducing in development and manufacturing. The economic advantages of sharing systems may not have the same efficiency in ergonomics of "man x machine." Interface. The usability of any product is influenced by many regional factors that influence directly their degree adjustment of the user's needs. One of ergonomic design prerogatives is to understand the interaction between the user and your product. So, we have evaluated two contemporary models of the major companies in the Brazilian market. We collected data about the control's spatial layout, operation's cabin access, noise exposure level and worker's satisfaction about many aspects of the equipment. Making a comparison between the data obtained, the standards, the literature and the information given by users, we looked for any relationship shows ergonomics problems. This paper presents the ergonomic efficiency level of these devices in Sao Paulo's state farms trying to provide subsidies for these equipments development and stimulating further research to adapt these machines to the worker's need.

**Keywords:** ergonomic design, human x machine interface, sugar cane harvesters, ergonomics in agriculture, mechanical harvesting

## 1. INTRODUÇÃO

A história do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil confunde-se com a do próprio país, já que sua introdução em “terras brasilis” remota o início da colonização portuguesa voltado para abastecer o comércio internacional de açúcar.

As plantações difundiram-se por grande parte do território nacional, devido principalmente às características da planta em se adaptar a condições nem sempre ideais, alçando o país ao posto de principal produtor mundial em pouco tempo.

Atualmente o setor sucroalcooleiro é de extrema importância para a economia brasileira e um destaque no setor agrícola mundial, como principal produtor de açúcar e álcool. O setor tem tradição na aplicação efetiva de novas tecnologias em grande parte do seu processo produtivo, contrastando muitas vezes com o processo antiquado de colheita manual.

Esse processo demandava de uma grande quantidade de mão de obra e foi suprida por escravos africanos até o século XIX, influenciando decisivamente na formação da população e cultura brasileira.

Se nos primórdios, o principal produto final era o açúcar, com o passar dos anos o álcool ganhou destaque, e o etanol a partir da cana, apresenta-se como um dos mais viáveis combustíveis extraídos a partir da biomassa.

Nos últimos dez anos, porém a introdução de equipamentos para colheita tem se tornado uma realidade cada vez mais presente nessas lavouras.

O setor sucroalcooleiro tem expandido vertiginosamente a frota de colhedoras automotrizes extinguindo paulatinamente a colheita manual, impulsionada por vantagens econômicas e pressionada pelas obrigações trabalhistas e responsabilidade socioambiental.

Estes equipamentos dispensam a queima prévia, cortam a cana no topo e na base, separam a palha picam e depositam em uma carreta. Cada equipamento substitui em média de 70 trabalhadores braçais, conhecidos como bóias-fria só no corte, eliminando ainda a etapa de carregamento.

Da mesma forma que ocorreu em outros setores onde o trabalho manual foi substituído por máquinas, as mudanças acarretaram questionamentos sobre os avanços e retrocessos com relação aos antigos padrões em diferentes setores da sociedade.

Há que se destacar o aparecimento de um novo trabalhador, o operador de colhedora de cana-de-açúcar e que no desenvolvimento de suas atividades esta condicionado a inúmeras variáveis exclusivas de sua atividade, potencializando a possibilidade do surgimento de demandas ergonômicas igualmente particulares.

O conhecimento das características do usuário final é fundamental para o desenvolvimento de qualquer produto. Não são raros os exemplos de produtos que apresentam variação da eficiência em situações distintas. Aspectos culturais, climáticos, organizacionais, antropométricos, entre outros tem influenciado tais variações.

Um posto de trabalho não adequado às atividades e ao perfil antropométrico do trabalhador pode determinar a queda de seu rendimento produtivo, chegando a comprometer a saúde do profissional durante as atividades laborais.

O Brasil pela sua extensão apresenta diferenças culturais marcantes, que foram acentuadas por influências localizadas de imigrantes. Estas diferenças provocam regionalidade nas características antropométricas, sendo mais significativas as diferenças quando comparadas aos perfis populacionais do hemisfério norte.

Na agricultura mundial, o Brasil destaca-se pelo volume de sua produção, diversidade de produtos, tamanhos das unidades produtoras e tecnologia aplicada neste setor. Apesar do país ter um histórico no desenvolvimento de pesquisas sobre técnicas e tecnologias na agricultura,

ao se tratar de desenvolvimento equipamentos agrícolas, o país não apresenta o mesmo desempenho.

Os equipamentos destinados à agricultura moderna incluindo tratores, plantadeiras, colheitadeiras e colhedoras autopropelidas em geral são equipamentos sofisticados com sistemas eletrônicos, hidráulicos e mecânicos complexos, demandando constantes investimentos em desenvolvimento.

Essa exigência de melhoramento contínuo limita e inibe a produção destes equipamentos por empresas menores, sendo produzidas principalmente por grande conglomerados transnacionais, tradicionais na produção de implementos agrícolas.

Apesar dos projetos desses equipamentos apresentarem uma nítida preocupação com a ergonomia, o compartilhamento dos sistemas, importante aliado para produção seriada e redução de custos, pode contribuir negativamente com a ergonomia ao não atender as particularidades locais dos operadores, prejudicando a eficiência dos sistemas de conforto do equipamento.

Há muitos fatores tanto projetuais e ambientais que interferem no funcionamento da interface "homem/máquina" sendo a identificação do nível de satisfação do usuário do equipamento, uma ferramenta importante dentre os conceitos preconizados pelo design ergonômico para avaliar a eficácia desse sistema.

Apesar de cada função ter suas demandas específicas, existem algumas comuns a diversas profissões. Ao revisar a literatura nota-se que a má distribuição de comandos, desrespeitos aos limites de antropométricos e nível de ruído elevado são problemas comumente enfrentados por trabalhadores agrícolas.

Esta pesquisa buscou o aprofundamento nos conhecimentos sobre os fatores técnicos e ergonômicos, assim como a evolução tecnológica presente no atual processo de colheita mecanizada da cana-de-açúcar. Além de mensurar em campo os níveis de ruído aos quais os operadores

desses equipamentos estão submetidos, assim como a disposição geral dos comandos e o acesso em conjunto com uma avaliação do nível de desconforto ponderado indicado pelos próprios operadores.

Os dados obtidos foram avaliados criticamente, comparando-os com os dados normatizados e/ou preconizados pela literatura, avaliando o nível de eficiência da interface “homem/máquina” nos mais modernos modelos de colhedoras de cana crua disponíveis no mercado nacional.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. A lavoura canvieira no Brasil

Desde o início de sua história a utilização acentuada dos recursos naturais é uma característica marcante no Brasil, tal como a extração de madeira e metais ou a exploração de suas terras para agricultura.

Devido às favoráveis condições climáticas e de solos, a cana-de-açúcar foi introduzida no país no século XVI e em pouco mais de meio século, os engenhos se expandiram pelo litoral do país e o país havia se tornado o maior produtor mundial de açúcar proveniente da cana (MIRANDA *et al.* 1994). Na Figura 1 pode ser visto o engenho de cana ao fundo do mapa de Pernambuco do século XVII.



**Figura 1** - Mapa de Pernambuco do século XVII com a ilustração do engenho de cana ao fundo. Fonte: Universidade Federal do Paraná.

De acordo com Casagrande (1991), a cana-de-açúcar é considerada uma planta semi-perene e apresenta um ciclo médio de quatro anos desde o plantio até a renovação das áreas plantadas. Esse vegetal possui alta eficiência fotossintética, grande capacidade de converter luz em energia, e um elevado ponto de saturação luminosa, ou seja, demanda de um período longo de exposição ao sol. O crescimento dos colmos está sujeito à variação da temperatura do ar, sendo a faixa ideal entre 25 e 35°C, apresentando crescimento nulo quando em temperaturas inferiores a 19°C.

Lima *et al.* (1999) afirma que solos com pH 6,5 são os que possibilitam o máximo desenvolvimento da espécie, porém sua característica de ser bastante tolerante a acidez e a alcalinidade possibilitou que seu cultivo se estabelecesse em diversos tipos de solo no país, de textura arenosa a argilosos, com altos teores de matéria orgânica dissolvida ou quase nenhuma.

Segundo o BRASIL (2009) a cana pode ser colhida por cinco anos com uma produtividade média de 85 ton./ha, o rendimento do açúcar de 138 kg/ton. e 82 l/ton. para o álcool, como pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1** - Informações técnicas da cultura de cana no Brasil – Fonte BRASIL 2008.

| <b>Item</b>                    | <b>Dados</b>  |
|--------------------------------|---|
| Ciclo                          | 5 anos  |
| Número médio de cortes         | 5 cortes  |
| Produtividade de cana          | 85 ton/ha (120 – 65)  |
| Rendimento de açúcar           | 138 kg/ton  |
| Rendimento de álcool           | 82 l/ton  |
| Cultivares Registrados no Mapa | 10 ( <i>Saccharum officinarum</i> L.)<br>101 ( <i>Saccharum</i> spp.) |

A cana de açúcar é um dos principais produtos agrícolas do Brasil, sendo cultivada desde a época da colonização. Do seu processo industrial, obtém-se o açúcar e suas derivações, o álcool anidro e hidratado, o vinhoto, a levedura de cana e o bagaço (PIACENTE; PIACENTE, 2006).

Alves *et al.* (2004) explicam que a expansão do mercado promoveu uma diversificação dos produtos provenientes da cana-de-açúcar, entre eles

o melão, a rapadura e a aguardente, produtos muito comercializados no mercado externo. Ainda segundo os autores, o emprego da cana-de-açúcar para a fabricação em escala de etanol (álcool hidratado e álcool anidro) data do século XX, tendo recebido um grande incentivo pelo Brasil nas décadas de 70 e 80, com o programa denominado Proálcool.

Moura *et al.* (2004) explicam que durante os anos 70, em meio à crise do petróleo, o governo brasileiro lançou o Programa Nacional do Álcool - Proálcool, com o objetivo de ampliar a oferta de álcool para fins carburantes, reduzindo as importações do petróleo que tinha sofrido uma forte elevação de preços (de US\$ 3,00, para US\$ 12,00 o barril).

Lopes (1996) ressalta que embora tenha surgido com o propósito de resolver o desequilíbrio nas contas externas do País, os subsídios alavancaram muitos investimentos no setor da agroindústria canavieira, sendo de grande importância para a ampliação da capacidade produtiva e modernização do setor.

Souza (2006) explica que o Proálcool foi implantado em duas fases, na primeira, entre 1975-1979, foi marcada pela adição de álcool anidro na gasolina, objetivando substituir parte da gasolina consumida no país, porém o excesso de produção de cana e açúcar, além da existência de capacidade ociosa das usinas paulistas ocasionou um aumento substancial da produção de álcool anidro em 1977-78, ultrapassando a demanda pelo produto.

A ocorrência do Segundo Choque do Petróleo, em 1979, e a existência destes estoques elevados de álcool anidro levou o governo a assinar um acordo com a indústria automobilística, para a produção de veículos movidos exclusivamente a álcool caracterizando a segunda fase do programa que se estendeu de 1979 a 1985.

Ramos *et al.* (2007) relatam que no período entre 1983 e 1988, os automóveis movidos a álcool passaram a constituir mais de 80% das vendas, principalmente em decorrência do amplo uso de subsídios aos preços tanto do combustível como dos veículos.

Por meio do programa Proálcool, o Brasil pode reduzir suas importações de petróleo, estimulando a indústria automobilística local para a produção de veículos a álcool, cujas vendas internas passaram de 283 mil para 699 mil por ano, entre os anos de 1980 e 1986. A expansão na venda de automóveis a álcool foi de suma importância na manutenção do dinamismo econômico do país no final da década de 60 e início da década de 70, quando a pressão exercida pelo mercado internacional do petróleo passou a influenciar a taxa cambial (GUARNIERI; JANNUZZI, 1992).

Durante a década de 90 houve um processo gradativo de desregulamentação do setor, decorrente das dificuldades em equilibrar a oferta à demanda e de operar num ambiente de livre mercado. Em maio de 1997 ocorreu a liberação dos preços do álcool anidro e, a partir de fevereiro de 1999 os preços do açúcar, da cana-de-açúcar e dos demais tipos de álcool tornaram-se livres (MORAES, 1999).

Souza (2006) esclarece que a crise que o país atravessou nos anos 90 provocou uma redução dos subsídios, elevando os custos de produção do álcool. No mercado mundial, o preço do petróleo diminuiu a partir de 1986 e no cenário nacional ocorreram grandes avanços na produção de petróleo, o que desmotivou a produção deste combustível.

Por outro lado, o açúcar possuía elevados preços no mercado internacional levando o setor a desviar cana da produção de álcool para a de açúcar gerando escassez do produto no mercado interno no final de 1989. Esta crise de desabastecimento derrubou, significativamente, as vendas de carros a álcool nos anos seguintes.

Ainda segundo Souza (2006), o setor vem se organizando para operar de forma mais eficiente no ambiente de livre mercado. A introdução de inovações no processo produtivo e administrativo vem colaborando para a redução de custos e aumento da competitividade, permitindo que as empresas continuem operando neste novo ambiente.

Macedo (2005) explica que contemporaneamente ao seu estudo, os produtores de cana-de-açúcar no Centro-Sul do Brasil não têm qualquer mecanismo de suporte de preços por políticas públicas. Os custos de

produção do etanol nas usinas mais eficientes, em condições estáveis, já eram equivalentes ao custo internacional da gasolina sem aditivos com petróleo a US\$ 25/barril. Segundo o autor havia perspectiva de aumento desta competitividade para os anos seguintes e indicação clara de que o setor já era sustentável neste sentido.

De acordo com o BRASIL (2009), a cana-de-açúcar e seus derivados são a segunda principal fonte de energia primária da matriz energética nacional e o consumo de etanol já é superior ao da gasolina.

O crescimento da demanda internacional por um combustível mais limpo e a boa aceitação dos carros bicombustíveis no mercado nacional tem estimulado o aumento da produção e expansão das unidades produtoras, além da instalação de novas unidades, levando a um aumento da produção de álcool (SOUZA, 2006).

Piacente e Piacente (2006) ressaltam que a experiência do Programa Brasileiro do Álcool Combustível é um dos principais modelos de desenvolvimento sustentável no Brasil e sendo certamente a maior contribuição mundial em combustíveis líquidos a partir da biomassa.

Os dados de BRASIL (2009) apontam que na safra 08/09 a indústria sucroalcooleira processou 563 milhões de toneladas de cana em todo o país. Deste total, 220 milhões de toneladas (39%) foram destinados a produção de açúcar. Já os outros 61%, foram divididos em 122 milhões de toneladas para a produção de álcool anidro e 220 milhões de toneladas destinadas à produção de álcool hidratado.

Autores como Ripoli e Ripoli (2005) ressaltam que o setor canavieiro é de extrema importância para o agronegócio nacional e representam 3,5% do PIB brasileiro. Para Carvalho (2006 *apud* Salvi 2006) as 336 milhões de toneladas de cana-de-açúcar colhidos na safra 2005/2006, consolidam o Brasil como maior produtor mundial dessa cultura.

Moraes (2007) explica que o estado de São Paulo foi responsável por 63% de toda a cana-de-açúcar produzida no País, 63,3% da produção de álcool e por 65% da produção de açúcar na safra 2006/2007, o autor

acrescenta ainda que o estado estipulou o menor prazo para a eliminação total da queima.

Avaliando os dados divulgados pelo BRASIL (2009) da safra 2008/2009 o estado de São Paulo destaca-se, tendo processado 354 milhões de toneladas de cana, o que representa 61% do total processado no país. O estado produziu ainda 16 bilhões de litros de álcool e 20 milhões de toneladas de açúcar, sendo, portanto o principal estado produtor.

Tonette *et al.* (2009) concluíram que as pressões ambientais contidas na lei 11.241 e no protocolo agroambiental do estado de São Paulo influenciaram nas mudanças do processo de colheita de cana.

A lei 11.241 (SÃO PAULO, 2002) determina que a extinção gradativa das queimadas pré-colheitas nas lavouras canavieiras do estado de São Paulo, deverá ocorrer até 2021 nas áreas mecanizáveis e 2031 em áreas não mecanizáveis.

Essa legislação define como áreas mecanizáveis as plantações em terrenos acima de 150 ha (cento e cinquenta hectares), com declividade igual ou inferior a 12% (doze por cento), em solos com estruturas que permitam a adoção de técnicas usuais de mecanização para a atividade. Todas as demais são consideradas áreas não mecanizáveis.

Contudo, em junho de 2007, foi assinado um protocolo de cooperação entre o Governo do Estado de São Paulo, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Secretaria de Estado da Agricultura e a União da Agroindústria Canavieira de São Paulo – UNICA – destinado a consolidar o desenvolvimento sustentável na cultura canavieira no estado, denominado Protocolo Agroambiental.

O protocolo tem o objetivo de promover uma cooperação técnica entre as partes visando uma antecipação da eliminação da queima no Estado de São Paulo (UNICA, 2007).

As usinas e produtores que aderiram ao mesmo deverão antecipar a eliminação da queimada, de 2021 para 2014 em áreas mecanizáveis, adiantando o porcentual de cana não queimada, em 2010, de 50% para

70%. Ainda segundo o mesmo protocolo nos terrenos com declividade acima de 12%, o prazo final de extinção da queima será adiantado de 2031 para 2017, adiantando o porcentual, em 2010, de 10% para 30% (UNICA, 2007; MORAES, 2007).

A antecipação dos prazos propostos pelo Protocolo Agroambiental em comparação com os estipulados pela lei 11.241 podem ser acompanhados pelos dados apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** – Comparação entre os prazos do protocolo agroambiental e a lei 11.241.

| Tipo de Terreno | Mecanizável |            | Não Mecanizável |            |
|-----------------|-------------|------------|-----------------|------------|
|                 | % em 2010   | Eliminação | % em 2010       | Eliminação |
| Lei nº 11.241   | 50%         | 2021       | 10%             | 2031       |
| Protocolo       | 70%         | 2014       | 30%             | 2017       |

Nunes Júnior *et al.* (2005) apontam a substituição do processo de corte manual para o processo mecanizado de colheita, sendo que na safra 2003/2004 da região centro-sul do país 38,8% da produção de cana foi colhida mecanicamente e destas, 40,7 % na forma picada e crua.

Em seu estudo sobre o impacto da mecanização da colheita de cana de açúcar, Veiga Filho *et al.* (1994) afirmam que a colheita mecanizada é uma realidade no estado de São Paulo, ainda que na safra de 1992 estimava-se que apenas 15% da colheita estadual estava mecanizadas mas, algumas usinas já apresentavam índices superiores a 50%.

Moraes (2007) afirma que a tendência de mecanização da colheita, principalmente na região Centro-Sul, é irreversível e tende a se acelerar por diversos motivos. Além do cronograma de extinção da queima, nos anos recentes, as usinas estão investindo em co-geração de energia elétrica a partir da queima de bagaço de cana, para comercialização de energia. A palha também pode ser utilizada como matéria-prima para a co-geração de energia elétrica, o que estimula as usinas a deixarem de queimá-la. Somado aos fatores institucionais (a legislação proibindo a queima da cana-

de-açúcar e a aplicação da legislação trabalhista) a mecanização tende a se acelerar também em função do aumento de competitividade das usinas.

## **2.2. A mecanização na cultura canavieira**

O avanço da mecanização nas diferentes atividades da agricultura não é um fenômeno recente, tão pouco exclusivo da cultura canavieira.

De 1970 a 2000 o número de máquinas agrícolas praticamente triplicou em São Paulo, assim como a porcentagem de propriedades que utilizam tratores passou de 14% para 42% do total. Na década de 90 o número de operadores de máquinas e tratoristas do estado chegou a 8,6% dos residentes nas fazendas. Em 2004, a mecanização alcançou 70% da área cultivada em regiões como Ribeirão Preto como afirmou Zanella (2008).

Fontana *et al.* (2004) destacam que a colheita é uma das operações mais importantes na agricultura devido ao seu alto valor agregado e da sua boa execução depende o retorno dos investimentos realizados em todo o ciclo produtivo de uma cultura.

Scopinho (1995 *apud* SCOPINHO *et al.*, 1999) aponta para uma tendência de aumento do corte mecanizado da cana, estando subsidiada não somente pela preocupação com o meio ambiente ou com os trabalhadores, mas sobretudo, pelas vantagens de ordem econômica (operacionais, industriais e agrônômicas) que movem as usinas nesta direção.

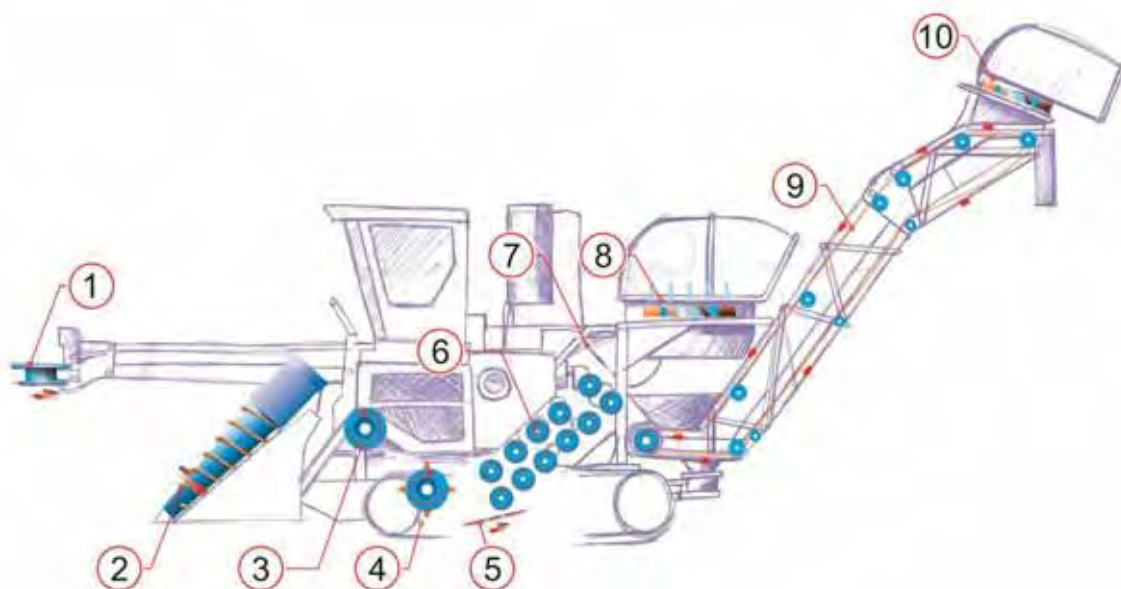
No Brasil são utilizadas, principalmente, as colhedoras combinadas automotrizes de cana picada, onde o produto passa por várias etapas dentro da colhedora, desde o momento do corte na base da planta (corte basal), até o carregamento no veículo de transporte (Figura 2).

A máquina, durante o processo de colheita, é posicionada em uma fileira de cana e quando é iniciado o seu deslocamento, os ponteiros são cortados pelo despontador (1). O sistema de alimentação é constituído



pelos divisores de linhas (2), rolo alimentador (3) e tombador (4), que direcionam a fileira de cana para o corte. O corte de base é realizado por dois discos rotativos com lâminas (5), e o recolhimento e transporte interno das canas inteiras é realizado por rolos alimentadores e transportadores (6).

O corte da cana em rebolos (cana cortada em pequenos gomos) é feito pelos picadores (7) e a retirada das impurezas (limpeza) pelo extrator primário (8). Em seguida, os rebolos são elevados pelo elevador de taliscas (9) e na parte superior, antes do descarregamento, ocorre uma segunda limpeza pelo extrator secundário (10) (NEVES, 2003).



**Figura 2** - Esquema de uma colhedora de cana picada, baseado no esquema proposto por Neves (2003).

O corte mecanizado apresenta algumas peculiaridades relacionadas às interações máquina/planta podendo gerar danos à planta e, conseqüente, queda na produtividade como relatado por Kroes e Harris (1996). Estes danos podem reduzir a produção na colheita seguinte por aumentar a exposição do toco ao ataque de pragas e doenças deixando-os muito altos e/ou dilacerados. No caso de corte muito raso há a possibilidade de destruição ou remoção das novas gemas ou danificação do sistema radicular, responsáveis pela brotação.

Ridge e Dick (1988) chamam atenção para o corte basal, onde ocorre grande parte das perdas de açúcar e matéria prima, seja diretamente pelo corte não ideal, seja pelo recolhimento de terra durante esta operação, reduzindo a qualidade do produto para o beneficiamento industrial.

Sobre estes problemas Volpato (2001) corrobora com os autores anteriores, afirmando que a deficiência no controle da altura de corte das colhedoras de cana-de-açúcar, além de contaminar os colmos com terra durante a operação em profundidade, pode também provocar corte elevado com a conseqüente perda de matéria-prima. Conforme Ripoli e Paranhos (1990) a variação da altura de corte basal é, em geral, realizada por mecanismos hidráulicos controlados manualmente pelo operador.

Ripoli e Ripoli (2005) explicam que a velocidade de deslocamento das colhedoras de cana-de-açúcar é influenciada diretamente pelas condições da cultura e do terreno, sendo que a capacidade de corte por unidade de tempo tem relação direta com sua velocidade. Estes equipamentos podem trabalhar com velocidade de até 9,0 km/h, segundo especificações dos fabricantes, no estado de São Paulo, não ultrapassavam 4,0 a 6,0 km/h, possivelmente devido à falta de sistematização dos talhões, voltados para a colheita mecânica

Garson (1992) explica que um controle automatizado de altura do corte basal das colhedoras de cana-de-açúcar pode reduzir a quantidade de solo presente no suprimento para a indústria. Outras vantagens desse sistema são: redução do consumo de combustível; maior facilidade de operação da colhedora; redução dos danos à base da cana (GARSON; ARMSTRONG 1993).

Salvi *et al.* (2005) ao analisarem o uso de um dispositivo semi-automático de corte de base sob utilização de operadores com graus de experiência distintos. Os resultados mostraram que a habilidade/experiência do operador tem influência para a altura de corte da cana e o uso do dispositivo auxiliou o operador menos experiente a obter uma altura média de corte dentro do limite especificado pela usina.

Para Corrêa *et al.* (2008) a colheita mecanizada é uma realidade cada vez mais presente na cultura canavieira demandando de uma melhor compreensão dessa atividade para a adequação dos equipamentos às necessidades dos operadores, que traduzirá numa maior satisfação do usuário e conseqüente aumento do desempenho dos mesmos.

### **2.3. Ergonomia em equipamentos agrícolas**

A introdução de máquinas para a realização de tarefas que antes eram feitas manualmente modificou as relações entre o trabalhador e suas atividades laborais, essa relação entre o homem e os equipamentos é denominado sistema “homem/máquina”

Grandjean (1998) esclarece que o sistema “homem/máquina” possui um ciclo fechado, no qual o homem ocupa posição chave, enquanto compete a ele o poder de decidir. Ainda segundo o autor, o controle de máquinas nos primeiros tempos não era um grande problema, com o advento da eletrônica, com o aperfeiçoamento do mesmo e com o aumento da capacidade de produção, as tarefas do homem, especialmente no que tange as percepções das informações e sua correta interpretação, tornaram-se cada vez mais delicadas e complexas. Conseqüentemente, o “fator humano” nestes sistemas foi se tornando cada vez mais importante. Por esses motivos hoje em dia dá-se grande importância à concepção ergonômica do sistema “homem/máquina”.

Prates (2007) ressalta que o ambiente de trabalho deve favorecer o bom desempenho das atividades dos colaboradores, pois refletirá diretamente na produtividade dos mesmos e conseqüentemente na lucratividade da empresa. O conhecimento de técnicas ergonômicas e sua filosofia para adaptar o trabalho ao homem têm gerado grandes benefícios à funcionários e às organizações.

Iida (2005) elucida que a ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem, com ampla abrangência referindo-se às máquinas, equipamentos e todas as situações que envolvem o relacionamento homem e trabalho.

Solmam (2002) afirma que o design de equipamentos, em especial da interface com homem, é crucial para o desempenho do sistema "homem/máquina", influenciando não somente nos esforços a serem exigidos do operador, como, também na exposição a riscos que o mesmo pode ser submetido.

Neste contexto a operação de equipamentos agrícolas enquadra no conceito de interface "homem/máquina", já que engloba basicamente dois fatores: o homem (operador) e a máquina (trator), mas a eficiência deste sistema depende de diversos outros fatores.

Murrel (1965 *apud* DEBIASI, *et al.*, 2004) expõem alguns destes fatores, entre os quais se destacam, no âmbito da operação de tratores agrícolas, as condições ambientais do posto de operação (temperatura, luz, umidade do ar), ruídos, vibrações, comandos e assento do operador.

Alguns autores (MÁRQUEZ, 1990; LILJEDAHN *et al.*, 1996; *apud* DEBIASI, *et al.*, 2004) concordam que quando a operação de máquinas agrícolas não constitui um sistema eficiente, o operador fica exposto a uma elevada carga física e mental. Isto resulta numa redução da eficiência do mesmo (produtividade e qualidade do trabalho), aumentando a ocorrência de erros, acidentes e o desenvolvimento de doenças ocupacionais.

Em uma avaliação sobre painéis de colhedoras da cana, Corrêa *et al.* (2008b) afirmam que há uma grande demanda no redesenho dos componentes desse sistema, a fim de facilitar a recepção das informações que são fundamentais para o operador. Os autores afirmam ainda que tais medidas, seguindo os conceitos do design ergonômico no conjunto do posto do operador são importantes para reduzir as chances de tomadas de decisão erradas, as quais podem resultar em acidentes, além de minimizar a fadiga muscular e mental do operador.

Ao avaliar colheitadeiras combinadas, onde a atividade fundamental dos operadores é realizada no posto de condução (cabine), Fontana *et al.* (2004) ressaltam a importância da aplicação de critérios ergonômicos que permitam estabelecer a correta adaptação dos componentes do sistema "homem/máquina", sendo necessário considerar as características dos

operadores e do trabalho que se realiza. E deste modo alcançar maior eficiência produtiva, maior grau de conforto e segurança na tarefa resultando na melhoria das condições de trabalho.

Tóren e Öberg (2001) comentaram que ao dirigir um trator agrícola ou uma colheitadeira, o trabalhador está exposto a problemas como vibrações, postura sentada prolongada e a adoção de posturas com torção lateral de tronco. Conforme Torén *et al.* (2002) o trabalho com tratores e colheitadeiras em tempo prolongado resulta no aumento de desconforto/dor na região das costas, região ciática e nos quadris.

Lima *et al.* (2005) afirmam que o acesso a determinada máquina, bem como o conforto térmico, o campo visual, o esforço para acionamento dos comandos e as dimensões do posto do operador são aspectos importantes a serem observados em uma avaliação ergonômica de máquinas, visando um maior conforto, segurança e maior produtividade durante a realização da jornada de trabalho ao longo do tempo.

Conforme Lima *et al.* (2005), durante a realização de seu trabalho, os operadores ficam expostos às condições adversas vindas do meio ambiente (temperatura, poeira, umidade etc.) e da máquina (ruídos, vibrações, postura, gases, temperatura etc.), sendo as últimas decorrentes do projeto da máquina.

O controle das condições ambientais no posto de operação dos equipamentos agrícolas é essencial, sendo que já estão disponíveis sistemas que permitem isolar, pelo menos parcialmente, o operador do calor produzido pelo conjunto mecânico, bem como daquele oriundo dos raios solares (DEBIASI, 2002).

Para alguns autores (MÁRQUEZ, 1990; FEBO; PESSINA, 1995; SCHLOSSER, 2001) o controle mais efetivo da exposição ao calor é proporcionado por uma cabine, que colabora ainda para a redução dos níveis de exposição do operado ao ruído, vibrações e substâncias estranhas presentes no ar.

Segundo Springfeldt (1996) a grande importância das cabinas levou alguns países (Inglaterra, Suécia e Finlândia) tornarem esse dispositivo obrigatório em todos os equipamentos agrícolas novos e ainda possuírem sistema de aquecimento.

Para Dupuis (1959 *apud* PATEL *et al.*, 2000) as lesões nos trabalhadores podem ser resultados de um projeto ergonômico pobre e que quando os comandos do operador não são devidamente adaptados para trabalhar em harmonia, o desempenho exigido do trabalhador pode levá-lo rapidamente aos seus limites de tolerância ou ultrapassá-los. O aumento da possibilidade de acidentes apresenta-se como consequência do stress excessivo, da fadiga prematura e da saúde debilitada.

Fiedler (1995) alerta que as máquinas são, na maioria das vezes, importadas ou adaptadas de outras máquinas e de custos elevados, o que exige o máximo aproveitamento de todas as suas funções menosprezando, muitas vezes, as condições de trabalho, principalmente o homem que opera esta máquina, forçando-o a adaptar-se às condições da máquina relegando, desta maneira, os princípios ergonômicos.

As limitações de natureza fisiológica podem variar muito entre trabalhadores da mesma atividade segundo Márquez (1990), sendo influenciadas por fatores como a fadiga, as drogas (álcool, tabaco, medicamentos etc.), os produtos químicos, as enfermidades e as condições ambientais.

Queiróga (1999 *apud* MORAES, 2002), afirmou que cada categoria funcional possui uma característica particular de exigência mental e motora, na mesma proporção dos fatores dos riscos existentes, intensidade e exposição aos mesmos. Em algumas atividades laborais pode-se desenvolver sintomatologias específicas, como alterações posturais funcionais ou estruturais. Almeida (1998) acrescenta que há variações nos padrões sintomatológicos conforme a atividade de trabalho.

O projeto das máquinas agrícolas deve levar em consideração os fatores humanos e segundo Liljedahl *et al.* (1996), estes fatores, quando corretamente incorporados ao projeto, permitem que o operador faça uma

grande quantidade de tarefas complexas com eficiência, segurança e um mínimo de fadiga.

### 2.3.1. Acesso e cabine

Alguns autores têm desenvolvido trabalhos para estudar a aplicação da ergonomia em máquinas agrícolas. Baeza e Casabella (1991) desenvolveram um estudo para avaliar a ergonomia da cabine de comando de colhedoras de cana-de-açúcar em Cuba, analisando o ajuste dimensional da mesma às características do operador e vias de acesso à cabine.

Suutarinen (1992) afirma que o acesso e a saída do equipamento são causas comuns de lesões em operadores de tratores. Tendo em vista tais problemas, Fiedler (1995) sugere que os degraus de acesso aos equipamentos devem ser desenhados e posicionados de forma a não serem atingidos e danificados durante a operação da máquina.

Existem normatizações em alguns países como na Suécia, relatado por Arbetsmiljainstitutet *et al.* (1990) recomendando que os degraus de acesso à máquina se retraiam automaticamente para uma posição segura durante a movimentação. A norma ISO 4253 (ISO 1977 *apud* PATEL *et al.*, 2000) estabelece algumas dimensões e características dos degraus de acesso ao posto de operação, bem como dimensões das portas de acesso, quando o equipamento é dotado de cabine fechada. Delgado (1991) complementa ao afirmar que os pedais no interior da cabine não devem dificultar ou obstruir o acesso ao equipamento.

Referindo-se ao dimensionamento do posto de operação Arbetsmiljainstitutet *et al.* (1990) sugerem que haja espaço suficiente para abrigar qualquer operador, independentemente de suas características físicas, possibilitando ainda a adoção de posições de trabalho confortáveis, além de dispor locais específicos para pertences pessoais.

Sendo a disposição dos comandos fundamentais para a manutenção de posturas adequadas, alguns autores (DELGADO, 1991; MÁRQUEZ, 1990) avaliam que a posição dos comandos manuais devem permitir um controle

e manejo fácil sem que seja necessário que o operador se desloque da sua posição normal de trabalho para acioná-los.

Robin (1987) destaca a importância da consideração do espaço livre para movimentação dos pés e para troca de postura durante o trabalho e Debiasi *et al.* (2004) indicam a necessidade da padronização das características dos comandos através de normas técnicas.

Santos (2005) destaca a importância do assento na concepção do posto de trabalho, já que este dispositivo de interface será ocupado pelo operador mais horas do que qualquer outro durante a realização de suas atividades laborais. Corroborando com esta idéia alguns autores (MURREL, 1965; CUTULI *et al.* 1977) esclarecem que as características do assento do operador são de grande importância na tarefa de reduzir o trabalho estático muscular, propiciando a tomada de posturas corporais corretas.

Entre as características que o assento deve possuir, destacam-se as dimensões (largura e comprimento do assento, altura em relação à superfície de apoio, distância em relação ao volante de direção e os pedais e inclinação do assento e do encosto) sendo que estas se encontram normatizadas através da norma NBR ISO 4253 (ABNT, 1999a).

Sobre assentos Lida (2005) propõe um redesenho destes dispositivos, de modo a absorver as vibrações e facilitar as rotações do tronco e da cabeça, uma vez que a coluna vertebral do tratorista sofre o impacto das vibrações e das torções do corpo. O operador deve manter-se em uma postura estável apesar de vibrar e sacolejar o tempo todo. Conforme o tipo de tarefa em execução pelo tratorista, grande parte de seu tempo é gasto em movimentos rotacionais da cabeça, que chegam até 15 ou 20 rotações por minuto. Devido à necessidade de fazer essas constantes rotações com a cabeça, o trabalhador mantém o tronco torcido, em situação de contínua tensão dos músculos lombares, aumentando a probabilidade de fadiga e dores musculares.

Em sua pesquisa Fiedler (1995) analisou assentos para máquinas florestais em que os operadores entrevistados indicaram os assentos e encostos mais e menos confortáveis. Os assentos que ofereciam encosto e



apoio para os braços, além de serem construídos com matérias de boa qualidade apresentaram as melhores avaliações. Os piores assentos foram aqueles que não ofereceriam ajustes de altura ou de inclinação do encosto, além dos muito baixos ou duros.

Ainda nesta pesquisa outro fator apontado como prejudicial ao conforto foram os assentos confeccionados com materiais muito lisos ou que favoreciam o aquecimento, transmitindo sensação de desconforto e/ou insegurança.

A respeito do material de revestimento, Lida (2005) citou que, geralmente é usado algum tipo de mola ou espuma, visando distribuir a carga do corpo no assento e, assim, haver redução na pressão em pontos isolados. No entanto, se o revestimento for muito macio, haverá o perigo do corpo não ter mais o apoio necessário e do trabalho da estabilização cair mais uma vez sobre os músculos.

Debiasi *et al.* (2004) destacam ainda a importância do volante de direção dentre os comandos de um trator agrícola por seu acionamento contínuo, além da distância em relação ao assento e seu grau de inclinação de seu eixo central em relação à vertical.

Da mesma forma, Liljedahl *et al.* (1996) afirmam que a correta disposição dos comandos de operação exerce papel fundamental na interação homem/máquina, aumentando o desempenho do operador e diminuindo seus erros.

Em um estudo sobre ergonomia veicular Rozestraten (2006) afirma que as informações binárias como ligado/desligado, suficiente/falta de..., cheio/vazio, luz alta/luz baixa, aberto/fechado, dentre outros, podem ser mais bem indicadas por pictogramas e com luz colorida. Ainda no mesmo artigo há a sugestão sobre a utilização de luz mestra ou luz de aviso geral, seria uma forma mais eficiente de mostrar que há funcionamento anormal de algum dispositivo.

De acordo com Kerihuel (1989) *apud* Rozestraten (2006) o tempo pode ser decomposto em três fases:

- Fase balística, na qual a pessoa movimenta os olhos para o alvo;
- Fase de adaptação ao ambiente (luminosidade, distância do alvo, profundidade, por exemplo);
- Fase de leitura, na qual se dá a compreensão e a interpretação da informação.

O autor enfatiza a importância em reduzir o máximo o tempo necessário para a realização de cada uma dessas fases.

Ao efetuar uma avaliação comparativa entre dois painéis de colhedoras de cana, Correa *et al.* (2008b) observaram que é significativa a importância do correto dimensionamento destes dispositivos para minimizar a sobrecarga do trabalhador. Segundo os autores deve-se atentar sobre a posição destes dispositivos, facilidade e a qualidade das informações apresentadas. De acordo com Couto (1995), a iluminação adequada se constitui em um dos principais itens para o conforto humano, produtividade e qualidade de vida, razão por que se torna relevante que tanto o campo de trabalho quanto os mecanismos de acesso à máquina estejam devidamente iluminados.

Para Iida (2005) a visibilidade dos comandos e instrumentos (mostradores em geral) merece atenção, devendo ser disponibilizados dentro do campo de visão do operador. Os mais importantes ou mais utilizados devem estar centralizados à frente do operador sendo que os de segunda importância podem ocupar os pontos menos favoráveis. O autor destaca ainda a importância da sinalização luminosa desses instrumentos, que devem ter brilho suficiente para que sejam vistas inclusive em condições ambientais de maior luminosidade. O autor propõe zonas de máxima e ótima visualização para a instrumentação e sinais luminosos de advertência.

Chudakov (1977) destaca que a percepção pelos olhos do operador é a primeira e fundamental etapa da tomada de decisão, precedendo qualquer reação com os outros membros do corpo, e Zander (1972), alerta sobre a importância das características do campo visual que influencia diretamente na postura do trabalhador, sendo comum aumentar o campo visual por meio de movimentos do corpo adotando posturas inadequadas.

Essa afirmação é corroborada por Rio e Pires (2001) que afirmam que o desconforto visual pode provocar sensação de cansaço nos olhos, dor, irritabilidade e vermelhidão obrigando, muitas vezes, o trabalhador a adotar posturas e movimentos inadequados buscando situações de conforto visual Fontana (2005) que acrescenta que as condições de visibilidade da cabine têm influência sobre a segurança e a produtividade.

### 2.3.2. *Vibração*

O corpo humano está exposto a vibrações em vários ambientes e podemos classificá-las pelo modo como são transmitidas ao corpo: vibração de corpo inteiro e vibração transmitida por meio das mãos.

Fernandes e Morata (2002) explanam que a vibração de corpo inteiro ocorre quando o corpo está sendo suportado por uma superfície que vibra e é produzida de três formas:

- ao sentarmos num assento que vibra;
- ao ficarmos em pé num piso que vibra;
- ao se deitarmos numa superfície vibrante.

Ainda segundo os autores esse tipo de vibração ocorre em todas as formas de transporte.

Para Pekkarinen (1995), a vibração de corpo inteiro é um estímulo difuso que excita vários receptores simultaneamente causando estresse geral. Os efeitos da vibração de corpo inteiro estão bem proximamente relacionados aos efeitos do ruído de baixa frequência. O autor relata que a vibração de corpo inteiro tem sido responsabilizada por alterações na circulação sanguínea da orelha interna e que tem sido observado uma redução temporária do limiar auditivo entre nas frequências de 2 e 4 kHz, ligada à vibração de corpo inteiro.

A vibração também pode ser classificada como sendo transmitida por meio das mãos e em geral, a vibração típica de equipamentos é maior do que 0,316 m/s<sup>2</sup> (MATOBA, 1994). A ação repetida desses estressores no corpo humano pode sobrecarregar e prejudicar não somente o sistema

nervoso periférico, mas também o sistema nervoso central (FERNANDES; MORATA 2002).

Matoba (1994) refere que dor de cabeça, insônia, esquecimento, irritabilidade, depressão, zumbido e impotência aparecem em indivíduos expostos à vibração através das mãos à medida que os sinais e sintomas vão progredindo. Porém as alterações mais comuns seriam da circulação periférica, nervosa e muscular, da articulação e do sistema nervoso central e autônomo, associada com perda auditiva nistagmo e vertigem. Essas alterações são observadas em 60 a 70% dos pacientes. A avaliação física revela sinais de alterações circulatórias, nervosas e musculares nos dedos e braços.

Murata *et al.* (1990 *apud* Fernandes; Morata (2002)) examinaram os efeitos de vibração através das mãos no sistema nervoso central e periférico por meio do exame do potencial auditivo evocado, concluindo que a exposição combinada a estressores como vibrações, ruído, diferenças climáticas e trabalho pesado, afeta não apenas o sistema nervoso periférico, mas também o sistema nervoso central.

### 2.3.3. Ruído

Wünsch Filho (2004) afirmam que as lesões por esforços repetitivos (LER) e a perda auditiva induzida por ruído (PAIR) constituem-se nas duas doenças mais notificadas entre as relacionadas ao trabalho. Bastos e Fernandes (2008) informam que a partir de 1989, a Organização Mundial de Saúde (OMS) já passou a tratar o ruído como problema de saúde pública.

Sobre a perda auditiva autores como Pinheiro *et al.* (1999) e Miranda *et al.* (1999) encontraram níveis de prevalência de até 58,7% em determinados setores industriais. Miranda *et al.* (1999) ressalta ainda que essa perda pode ser induzida mais rapidamente se o trabalhador apresentar alguma doença sistêmica crônica. Os autores caracterizaram a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) como a diminuição gradual da acuidade

auditiva decorrente da exposição continuada a níveis elevados de ruído e constataram que, uma vez instalada, torna-se irreversível.

Okamoto e Santos (1996) afirmam que o estímulo auditivo, antes de chegar ao córtex cerebral, passa por inúmeras estações subcorticais, principalmente pelas funções vegetativas, que explicam os efeitos não-auditivos induzidos pelo ruído.

Para Stangl *et al.* (1973 *apud* SÜMER *et al.*, 2006) o ruído é um dos mais amplos e freqüentes problemas do sistema "homem/máquina". O ruído é normalmente definido como som indesejável ou incômodo e afeta o homem fisicamente, psicologicamente e socialmente segundo Brüel e Kjaer (1986 *apud* SÜMER *et al.*, 2006).

Os autores afirmam ainda que o ruído pode interferir na comunicação, irritar, provocar cansaço, reduzir a eficiência e induzir perdas auditivas temporárias ou permanentes, sendo que estas afirmações são corroboradas por Levicitus e Sampton (1993).

Okamoto e Santos (1996) verificaram que ruídos de baixas freqüências são captados por barorreceptores de órgãos ocos (vasos de grosso calibre, estômago e intestino) desencadeando a estimulação neuroquímica com indução de vasoconstrição e, conseqüentemente, estimulação do sistema nervoso central com ocorrência de hipermotilidade e hipersecreção gastroduodenal, relata, ocasionando gastrite, úlcera gastroduenal, diarréia e prisão de ventre.

Neste sentido a perturbação gerada pelo ruído não é apenas dependente do seu nível, mas também da freqüência que quanto maior aumentará o incômodo segundo Brüel e Kjaer, (1986 *apud* SÜMER *et al.*, 2006). Bakker (1993) afirma que os trabalhadores agrícolas experimentam uma das mais elevadas taxas de perda auditiva entre todas as profissões. Esta é causada em parte por numerosas fontes potenciais de poluição sonora forte na exploração agrícola e Martoba (1994) afirma que o nível de pressão sonora gerado por equipamentos em geral tende a ser superior à 95 dB(A)

Autores como Santos (1996) e Gerges (1998) sugerem medidas de controle ambiental e organizacional iniciando pelas medidas de engenharia, a fim de reduzir na fonte ou na transmissão o nível do ruído.

Santos (1996) apresenta as possíveis intervenções para controle do ruído, citando que a primeira medida deve ser através de uma intervenção na fonte emissora, eliminando ou substituindo por máquinas mais silenciosas; redução de concentração de máquinas e modificação do ritmo de funcionamento da máquina.

Para Grandjean (1998) para a avaliação de exposição ao ruído são avaliados os níveis de sons como medida de intensidade sonora, sendo que é efetuada uma filtragem parcial das energias sonoras nas frequências altas e mais baixas. O autor acrescenta ainda que estudos psicológicos demonstram que a medição no canal A (dB (A)) representam uma boa medida da perturbação sonora produzida pelo som.

Ao avaliarem colhedoras de cana Corrêa *et al.* (2008) puderam identificar reclamações relativas aos ruídos internos nos equipamentos. Os autores observaram ainda que o dimensionamento inadequado de alguns sistemas como as portas, além de não oferecerem isolamento adequado, apresentavam folgas tornando fontes geradoras de ruídos.

O Anexo I da NR 15, preconiza que um trabalhador poderá expor-se no máximo oito horas diárias a um nível de ruído de 85 dB (A) apresentando uma tabela em que o tempo de exposição ao ruído varia na proporção inversa ao aumento da intensidade da pressão sonora. Grandjean (1998) corrobora com a norma afirmando 85 dB(A) é o nível de ruído aceitável para oito horas por dia.

Okamoto e Santos (1996) relatam pesquisas cujo resultado evidenciou que a exposição a ruído contínuo diminui a habilidade e o rendimento do indivíduo, acarretando um provável aumento de acidentes de trabalho. Os autores explicam ainda que a dilatação da pupila seja a reação visual à exposição, sendo que em trabalhos de precisão (que exigem controle visual intenso) essa reação pode obrigar o trabalhador reajustar

continuamente a distância do foco, o que aumentaria sua fadiga e probabilidade de erros.

Sümer *et al.* (2006) apontam uma predileção por parte dos pesquisadores pelo trator ao ser avaliado o nível de exposição ao ruído, tendo em vista que este é o principal equipamento agrícola, entretanto, o autor ressalta a necessidade de estudos que examinam os níveis de ruído de outras máquinas com propulsão própria, especialmente nos países em desenvolvimento.

### 3. JUSTIFICATIVA

A mecanização da agricultura não é um fenômeno recente, envolvendo todas as etapas do cultivo, do plantio a colheita.

Na cultura canavieira a colheita como em algumas outras culturas, teve a expansão da mecanização mais tardia, porém em ritmo acelerado, gerando discussões devido aos aspectos técnicos, culturais, econômicos, ecológicos e sociais envolvidos nesta cultura.

Os equipamentos atuais contrastam a típica imagem rústica do campo, com sua elevada complexidade técnica e moderna tecnologia embarcada. Essas máquinas são fabricadas, principalmente, por grandes conglomerados industriais transnacionais que produzem também equipamentos para diversos cultivos, como colhedoras combinadas, tratores além de implementos.

As colhedoras automotrizes de cana crua são equipamentos de uso bem específico, diferindo das colheitadeiras para grãos, que são mais versáteis bastando a substituição da plataforma de colheita para se adequar à cultura.

No entanto, como em todo produto industrializado moderno, apesar de seu elevado grau de especificidade, é importante destacar que há um compartilhamento de diversos de seus sistemas com outros equipamentos.

A cultura canavieira se adaptou muito bem às condições climáticas brasileiras, como também nos demais principais produtores (Índia, China e Tailândia). As semelhanças desta cultura nestes países vão além das condições climáticas, todos estes países são classificados como em desenvolvimento e, apesar de serem importantes exportadores, apresentam uma carência em pesquisas para o desenvolvimento de produtos adequados a sua realidade, o que muitas vezes se traduz em objetos pouco eficientes para satisfazer as necessidades particulares de seus cidadãos.



O Brasil tem posição de destaque não apenas pelo volume de sua produção, mas também pela sua produção científico - tecnológica com destaque no setor agrícola.

Com uma indústria sucroalcooleira de abrangência e influência internacional, líder mundial na produção de cana e seus derivados, o Brasil é o principal consumidor de produtos e equipamentos destinados ao setor sucroalcooleiro, devendo prezar pela a adequação destes às suas demandas técnicas e humanas. Conhecer tais demandas é fundamental para que o país e sua indústria possam alcançar a almejada responsabilidade socioambiental.

A aplicação dos conceitos do design ergonômico tem demonstrado eficiência não apenas na redução das sobrecargas laborais, mas também gerando consequências positivas na eficiência produtiva, porém é fundamental que haja um embasamento científico das demandas ergonômicas específicas de cada atividade para o desenvolvimento destes produtos.

#### 4. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

As colhedoras de cana comercializadas no Brasil são fruto de empresas transnacionais e conseqüente desenvolvimento grande parte de seus projetos internacionalmente. As demandas ergonômicas a serem consideradas por estes projetistas podem não satisfazer as necessidades dos operadores brasileiros.

Diferenças culturais, sociais, climáticas e antropométricas apresentam grandes variações regionais no Brasil, podendo minimizar e até anular as soluções técnicas encontradas para um determinado problema. Estas diferenças são mais acentuadas quando tratamos de um produto desenvolvido para um operador de outra nação.

Qual o nível de adequação das atuais colhedoras de cana-de-açúcar às demandas ergonômicas nas lavouras paulistas? A distribuição dos comandos e o nível de ruído interno são adequados? Qual a percepção de desconforto dos operadores?

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. Objetivos Gerais

Compreender a evolução e o nível de adequação das colhedoras de cana-de-açúcar às necessidades das lavouras paulistas, focando-se nos aspectos ergonômicos da interface “homem/máquina” nestes equipamentos.

Aprofundar na compreensão das particularidades desta atividade, fornecendo assim subsídios para o desenvolvimento e melhor adequação destes equipamentos à realidade brasileira.

### 5.2. Objetivos Específicos

- Efetuar a revisão bibliográfica das principais pesquisas que correlacionem com o objeto de estudo além de identificar métodos que corroboram para a obtenção dos objetivos mencionados.
- Buscar uma familiarização com o objeto de estudo, analisando:
  - Suas funções e aplicações.
  - Forma de operação.
  - Limitações técnicas.
  - Evolução e o estado da arte do produto.
- Aplicar uma abordagem direta ao usuário com o objetivo de compreender sua percepção sobre:
  - Acesso ao equipamento.
  - Interação com os comandos.
  - Diagnóstico da operação.
  - Eficiência do equipamento na execução da atividade.
  - Nível de ruído.
  - Temperatura interna.
  - Exposição à vibração.
- Desenvolver e realizar coleta de dados parametrizados sobre:
  - Nível de exposição ao ruído.
  - Dimensionamento do posto de trabalho.

- Realizar uma análise comparativa entre os dados fornecidos pela percepção dos operadores comparando com a avaliação parametrizada, buscando evidências de problemas no sistema “homem/máquina”.

## 6. METODOLOGIA

Os procedimentos desta pesquisa foram realizados em fazendas produtoras de cana-de-açúcar da região centro-oeste do estado de São Paulo, na zona rural dos municípios de Itatinga e Barra Bonita acompanhando os locais onde as frentes de colheita trabalhavam.

### 6.1. Aspectos Éticos

Para a elaboração desta pesquisa foram observadas as orientações do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL 1996), mais precisamente as diretrizes da resolução 196-1996, deixando claro aos sujeitos-alvo os objetivos da pesquisa, a identificação do pesquisador, suas responsabilidades, assim como a instituição pela qual era realizada.

Concomitantemente, foram observadas as orientações da Norma da ABERGO de Deontologia ERG BR 1002 (ABERGO, 2002) sendo que houve uma preocupação com:

- i) Esclarecimento para todos os indivíduos-alvo na sua voluntariedade assim como a importância da manifestação da mesma através de um termo de consentimento livre e esclarecido;
- ii) A ponderação dos riscos e benefícios, tanto na aplicação como posteriores, individuais ou coletivos, comprometendo-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos aos sujeitos;
- iii) relevância social da pesquisa tendo em vista as possíveis vantagens para os sujeitos da pesquisa.

Todos os procedimentos desta pesquisa foram inicialmente avaliados pela Cosan S/A, que também recebeu uma cópia do projeto desta sendo colaboradora na realização da mesma, disponibilizando acesso do pesquisador aos seus funcionários, assim como seus equipamentos e locais de trabalho.

Para a confirmação dos compromissos éticos da pesquisa e visando seguir as orientações das normas vigentes, o projeto foi encaminhado para a análise de um colegiado interdisciplinar independente, com "munus público", de caráter consultivo, deliberativo e educativo, neste caso o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Sagrado Coração de Bauru (USC), sendo que todos os procedimentos foram aprovados sem qualquer ressalva (ANEXO I).

Durante a aplicação foi esclarecido aos sujeitos todos os procedimentos a serem realizados, os riscos, a voluntariedade e a não remuneração pela participação, a possibilidade de desistência e os objetivos da pesquisa, assim como foi assegurada a confidencialidade dos dados.

Para formalizar o procedimento, os sujeitos e o entrevistador assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice I) descrevendo todas as informações relatadas verbalmente, assim como disponibilizando canais de acesso ao pesquisador.

Para os objetos de estudo, as avaliações seguiram critérios idênticos no processo de coleta de dados, apenas suscetíveis as variações das condições do solo e/ou de características operacionais.

## **6.2. Objetos de Estudo**

Segundo a ANFAVEA (2007) entre as principais fabricantes de equipamentos agrícolas do Brasil as que oferecem modelos de colhedoras de cana são as empresas CASE IH<sup>®</sup> e a John Deere<sup>®</sup>.

Ambas as empresas oferecem duas versões do equipamento com diferenciação apenas no sistema de rodado, um com sistema de pneu e outro com esteira. Este último preferido pelos compradores pela menor compactação do solo, devido uma distribuição de peso em uma área maior de contato.

Ao avaliar equipamentos de colheita de madeira Lopes *et al.* (2007) salientam que o uso de máquinas com rodado de esteira reduz

significativamente a compactação e os distúrbios ao solo, permitindo, ainda, o acesso da máquina em áreas com maior declividade, onde muitas vezes o rodado de pneus não é capaz de atuar.



**Figura 3** – Colhedora de Cana CASE IH A 7700® - Fonte Site CASE®.



**Figura 4** – Colhedora de Cana John Deere 3520® - Fonte Site John Deere®.

O fator determinante para a escolha dos modelos de esteira foi sua maior susceptibilidade aos problemas de ruído quando comparado aos de pneus, como foi constatado por Fernandes (2010) ao avaliar tratores agrícolas.

Os modelos pré-selecionados foram a CASE IH A7700<sup>®</sup> (Figura 3) e a John Deere 3520<sup>®</sup> (Figura 4), doravante nomeados com modelos "A" e "B", que possuem características técnicas semelhantes (ANEXOS II e III) como pode ser mais facilmente observado pela Tabela 3.

**Tabela 3** – Especificações técnicas dos objetos de Estudo. Fonte: Folhetos técnicos das marcas.

| <b>Variáveis</b>                     | <b>Modelo A</b> | <b>Modelo B</b> |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Potencia da unidade de força         | 246 kW          | 251 kW          |
| Transmissão                          | Hidrostática    | Hidrostática    |
| Combustível                          | Diesel          | Diesel          |
| Capacidade (combustível)             | 480 L           | 568 L           |
| Capacidade (óleo hidráulico)         | 480 L           | 405 L           |
| Comprimento Total                    | 12440 mm        | 15140 mm        |
| Largura                              | 1880 mm         | 1880 mm         |
| Entre eixos                          | 2960 mm         | 2970 mm         |
| Altura Máxima (extrator secundário)  | 5940 mm         | 6230 mm         |
| Ar condicionado                      | Série           | Série           |
| Assento com suspensão a ar           | Série           | Série           |
| Apoio para o braço no assento        | Série           | Série           |
| Controle Automático do Corte de Base | Opcional        | Série           |

Foram avaliadas 06 (seis) máquinas no total, 03 (três) de cada fabricante, cedidas por empresas com vasta experiência em colheita de cana, apesar de haver variações nos anos de fabricação das mesmas esta não ultrapassou o máximo de 03 (três) anos.

### **6.3. Sujeitos**

Participaram desta pesquisa, de forma voluntária, operadores de colhedeira de cana crua da região centro-oeste do estado de São Paulo, que desenvolvem unicamente esta função e operam atualmente apenas um dos equipamentos estudados.



O total de voluntários foi de 16 profissionais, distribuídos de forma igualitária entre os turnos avaliados, com um número maior de operadores para o modelo "B".

## 6.4. Materiais

### 6.4.1. Avaliação da distribuição dos comandos e o alcance

Para a avaliação da distribuição dos comandos do equipamento foi utilizado o Dispositivo para Determinação do Ponto de Referência do Assento (PRA), construído no Laboratório de Materiais e Protótipos da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista (Figura 5).



**Figura 5** – Dispositivo de Avaliação do Ponto de Referência do Assento.

O dispositivo foi confeccionado observando as orientações da norma NBR NM-ISO 5353 (ABNT, 1999) tendo o encosto e a base (Figura 6) construídos a partir de uma prancha maciça de Cedro Arana.

A conexão entre as peças foi confeccionada em aço (Figura 6) para evitar torções devido ao peso que foi aplicado durante as medições. O peso do dispositivo montado é 5.231Kg dentro dos 5 Kg +/- 1 Kg preconizado pela norma.



Figura 6 – Encosto do dispositivo de Avaliação do PRA.

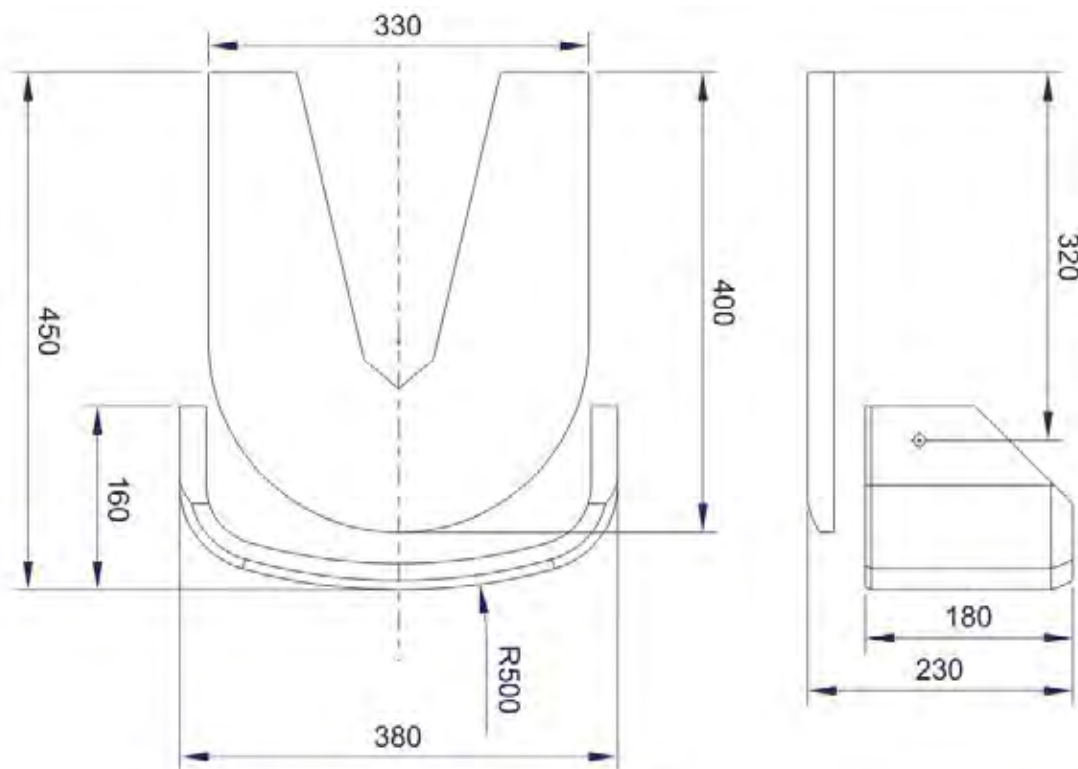


Figura 7 - Dimensões do dispositivo para avaliação do PRA.

A base do dispositivo tem as dimensões de 330 mm de largura por 400 mm, de profundidade e 30 mm de espessura. O encosto possui uma largura 380 mm e uma profundidade de 160 mm com e 180 mm na altura. As medidas totais do equipamento montado são 380 mm de largura, profundidade de 450 mm e altura total de 230 mm (Figura 7).

#### 6.4.2. Avaliação da exposição ao ruído

O aparelho utilizado para avaliação de ruído foi o medidor de nível de pressão sonora da marca Instruterm® modelo DEC 460 (Figura 8), com escalas de baixa e alta intensidade de 40 a 80 e 80 a 120 dB (A), respectivamente. O medidor foi previamente calibrado com um áudio calibrador nível sonoro: 94 dB a 1000 Hz (23°), distorção menor que 5% conforme as Normas IEC 651 e EB 386, citadas pela NBR-9999 (ABNT, 1987).



Figura 8 - Medidor de nível de pressão sonora.

Tendo em vista que o equipamento não possuía integrador foi utilizado um aparelho Celular Marca Nokia® modelo N95 (Figura 9), com câmera integrada de cinco megapixels para filmar o display do aparelho durante as medições.



**Figura 9** - Equipamento para a filmagem do display.

#### *6.4.3. Aplicação de questionário*

Nesta etapa foi utilizado um questionário de coleta de dados (Apêndice II) contendo a etapa de caracterização do sujeito com as questões a seguir:

- Idade:
- Altura:
- Peso:
- Gênero:
- Tempo na profissão (anos):
- Turno:
- Média de horas trabalhadas diárias:
- Modelo da máquina:

Ainda no mesmo documento, para mensurar a percepção do operador com relação ao equipamento desenvolveu-se um questionário bipolar sobre:

- Facilidade de acesso.
- Facilidade de regulagem do assento.
- Facilidade de leitura dos dados dos mostradores.

- Facilidade de identificação de problemas.
- Facilidade de regulagem do despontador.
- Facilidade de regulagem do dispositivo de corte de base.
- Facilidade de visualização dos separadores de palha.
- Facilidade de visualização da deposição de cana picada no transbordo.
- Agilidade do equipamento para paradas de emergência.
- Nível de ruído.
- Temperatura interna.
- Percepção de vibração.

Abaixo de cada uma das questões havia uma escala bipolar, não paramétrica, contendo conceitos opostos em cada extremidade de uma linha, pela qual o entrevistado podia indicar o nível de desconforto satisfação/insatisfação de cada item (Figura 10).



**Figura 10** – Escala bipolar não paramétrica.

A última etapa do questionário continha um espaço com perguntas abertas para sugestões e reclamações, conforme lista abaixo:

- O que você mais gosta do equipamento que você opera?
- Qual a principal vantagem do modelo que você opera com relação aos demais?
- Qual a principal desvantagem do modelo que você opera com relação aos demais?
- Quais são suas sugestões para a melhoria do equipamento?

#### 6.4.4. *Análise dos dados*

Foram utilizados os softwares de editoração de texto, assim como o editor de planilhas eletrônicas disponibilizadas pelo site Google<sup>®</sup> (Google Docs<sup>®</sup>) e para a análise dos vídeos foi utilizado o software Quick Time Player<sup>®</sup> (Figura 11).

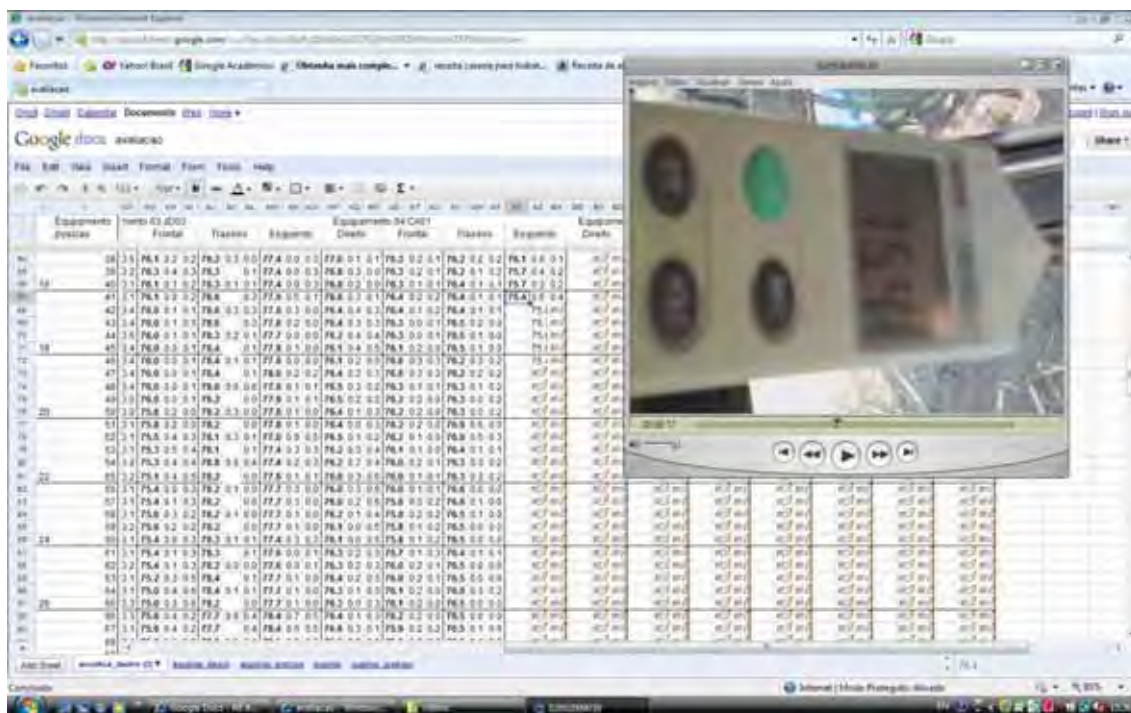


Figura 11 - Avaliação dos vídeos e colocação nas planilhas de dados.

## 6.5. Métodos

### 6.5.1. Avaliação da distribuição dos comandos e o alcance

Para a avaliação do alcance foi primeiramente determinado a posição do PRA, para que posteriormente fossem feitas as medidas de distâncias deste ponto até os comandos.

#### 6.5.1.1. Determinação o PRA

Seguindo as recomendações da norma NBR NM-ISO 5353 (ABNT, 1999) todos os ajustes possíveis do assento foram posicionados para regulagens intermediárias, e retirado as capas que os operadores utilizam nos seus assentos, posteriormente um indivíduo de 80 Kg se sentou sobre o assento duas vezes.

O assento foi recoberto por uma peça de tecido (musselina) para minimizar o atrito entre o assento e o dispositivo de inspeção posicionado

de maneira centralizada no assento, e imediatamente foi colocada uma carga de 10 Kg sobre o mesmo (Figura 12). Após forçar o dispositivo contra o assento foram colocados os demais pesos até completar 60 KG.



**Figura 12** - Posicionamento do dispositivo de determinação do PRA.

#### 6.5.1.2. Medição da posição dos comandos

A determinação da posição dos comandos foi efetuada com o auxílio de trena de aço graduadas em centímetros e de um nível (Figura 13).



**Figura 13** - Medição da distância dos comandos em relação ao PRA

Foram realizadas as medidas das distâncias entre as extremidades das regiões dos comandos com relação ao PRA, nos três eixos principais (x, y e z), além da fotodocumentação do procedimento.

### 6.5.2. Avaliação da exposição ao ruído

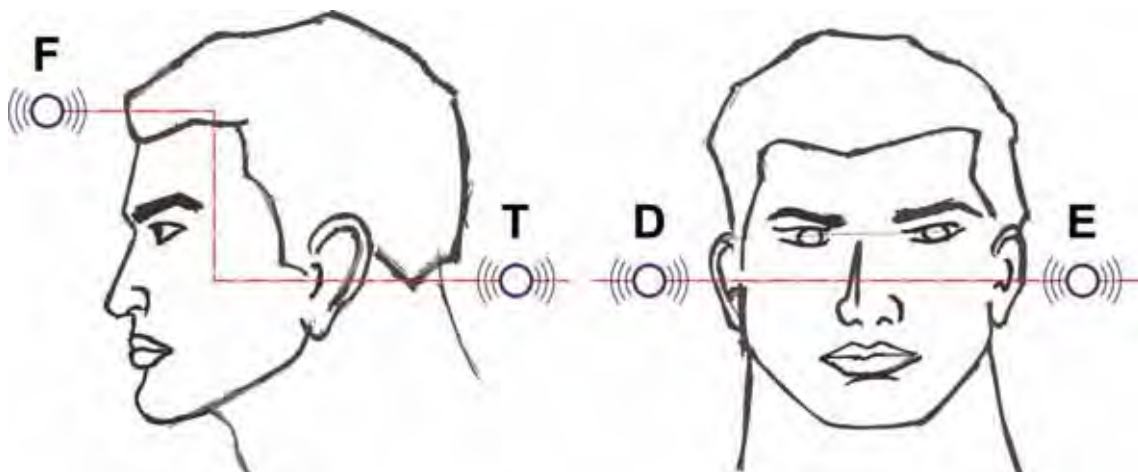
Como primeira orientação, solicito-se ao operador que retirasse qualquer tipo de cobertura (chapéu, boné, capacete) para evitar interferências nas medições.

Seguindo as recomendações da Norma NBR-9999 (ABNT, 1987) circulamos o equipamento ao redor da cabeça do operador, com o intuito de detectar eventuais ondas estacionárias.

Previamente, certificou-se que nenhum equipamento sonoro (rádio, rádio comunicador, celular) estava ligado e assim foi solicitado ao operador que realizasse seu trabalho de maneira rotineira.

De maneira aleatória foram selecionadas três colhedoras de cada modelo, onde em cada uma delas foi realizado quatro conjuntos de coleta de dados, distribuídos ao redor da cabeça dos operadores (Figura 14).

A coleta iniciou-se pelo lado direito da cabeça do indivíduo, seguido pelo lado esquerdo, a parte frontal e por final a parte de trás. Em cada um desses pontos foi realizada três amostragem com duração mínima de 30 segundos.



**Figura 14** – Posição das coletas de dados de ruído com relação ao operador



O pesquisador filmou o mostrador do medidor de pressão sonora durante a execução das coletas, colocando-os em cada uma das posições anteriormente referidas.

### 6.5.3. Aplicação de questionário

Ao término de suas jornadas, os trabalhadores das diversas frentes foram reunidos pelo pesquisador para receberem explicações sobre os objetivos e métodos da pesquisa, solicitando cinco voluntários para a mesma. Cada voluntário recebeu uma explicação individual detalhada dos procedimentos e aspectos éticos envolvidos para o preenchimento do TCLE.

Durante a coleta de dados o pesquisador permaneceu à disposição dos entrevistados sanando eventuais dúvidas. É importante enfatizar que não houve pressão alguma, por parte do pesquisador, tão pouco por parte da empresa no sentido de contaminar os resultados, tendo a garantia de liberdade para expressarem suas opiniões, assim como a garantia de desistência durante a pesquisa, como ocorreu.

Os formulários juntamente com os questionários eram grampeados e colocados em um envelope (diferente do usado para guardar os TCLE).

## 7. RESULTADOS

Os dados foram apresentados e analisados concomitantemente para facilitar a compreensão dos mesmos assim como a identificação das relações com os possíveis problemas na interface "homem/máquina".

### 7.1. Características dos Sujeitos

Destaca-se primeiramente, que os dados de caracterização desses sujeitos (massa, idade, altura, tempo de serviço) foram coletados através de entrevistas.

Outro fator a ser ponderado inicialmente é a especificidade de cada frente com relação ao modelo de colhedeira. Cada frente operava apenas um modelo de equipamento, sendo que os operadores dos modelos "A" eram de frentes terceirizadas e as do modelo "B" eram funcionários da usina.

Os 16 operadores voluntários eram todos do gênero masculino e preencheram estes formulários após o término de suas atividades laborais.

Das frentes que operavam o modelo A consentiram em participar da pesquisa 5 operadores, os quais tinham uma idade média de 34,4 anos, 4,5 anos de experiência na função, massa média de 82.6 Kg, altura média de 1,7 metros e alternavam-se em turnos com 12 horas (Tabela 4).

**Tabela 4** - Características dos sujeitos.

| <b>Variáveis/Modelos</b> | <b>Modelo A</b> |      | <b>Modelo B</b> |       | <b>Geral</b> |       |
|--------------------------|-----------------|------|-----------------|-------|--------------|-------|
|                          | Média           | D.P. | Média           | D.P.  | Média        | D.P.  |
| Idade (anos)             | 34,4            | 9,96 | 42,8            | 5,79  | 40,2         | 8,07  |
| Tempo na Função (anos)   | 4,5             | 6,61 | 14,6            | 11,64 | 11,2         | 11,14 |
| Massa (Kg)               | 82,6            | 9,34 | 86,5            | 8,39  | 85,3         | 8,58  |
| Altura (Metros)          | 1,7             | 0,05 | 1,7             | 0,10  | 1,7          | 0,09  |
| Jornada diária (horas)   | 12              | 0    | 8,2             | 0,40  | 9,4          | 1,86  |

Os 11 demais operadores trabalhavam em frentes com o modelo B, apresentaram idade média de 42,8 anos, e 14,6 anos de tempo médio na

função, 86,6 Kg de massa média, a mesma altura média de 1,7 metros, porém estes se revezavam em turnos de oito podendo chegar a 9 horas de trabalho (Tabela 4).

A atividade de operador de colhedora de cana-de-açúcar tem destaque na frente de trabalho, para tal função são treinados os trabalhadores mais qualificados. O aumento de trabalhadores nesta função acompanha o avanço da mecanização tendo um forte avanço durante a última década.

No gráfico a seguir (Figura 15) há uma quantidade expressiva de operadores com mais de 40 anos (56%), contrastando com a experiência igual ou inferior a 10 anos quando questionados sobre a experiência na função, sinalizando que a função ainda é recente.

### Gráfico do percentual de operadores:

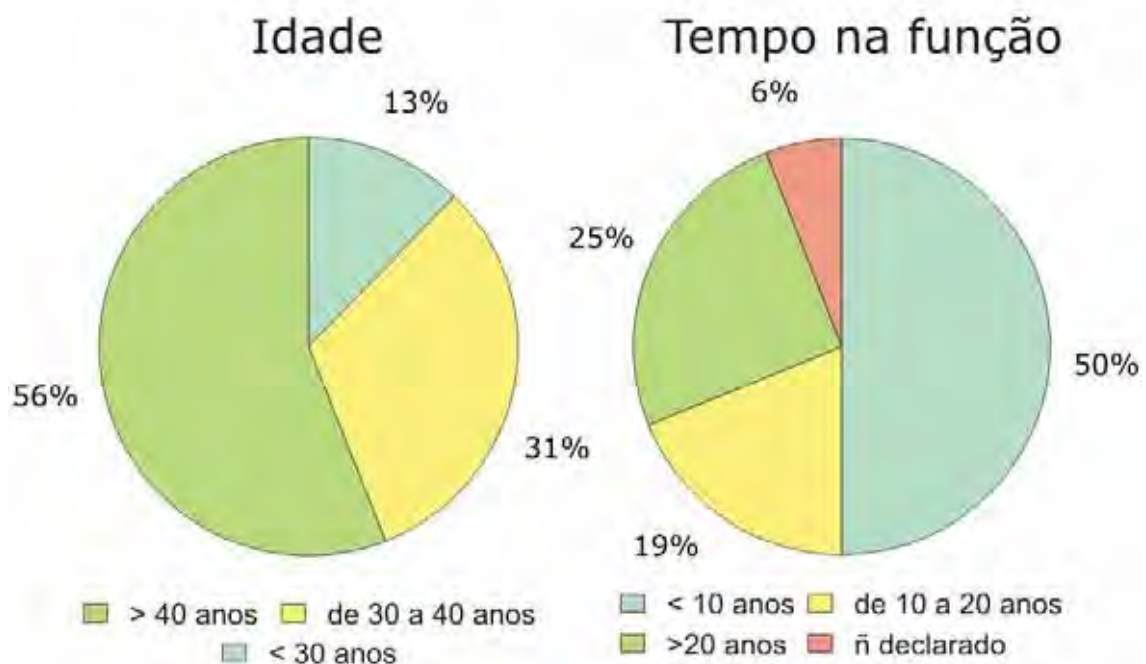


Figura 15 - Gráfico da distribuição por idade e tempo na função.

Foi identificada uma predominância de trabalhadores mais velhos e mais experientes na função nas frentes que utilizavam o equipamento "B" quando comparado às frentes que utilizavam o equipamento "A".

## 7.2. Acesso e disposição espacial dos comandos

A plataforma da cabine está elevada em relação ao piso, em ambos os equipamentos e tendo assim o acesso ao posto através de um sistema de degraus como pode ser observado na Figura 16.

Apesar de utilizarem o mesmo sistema de acesso (escada) a diferença entre os dispositivos em cada modelo é significativa.



Figura 16 - Degráus de acesso dos equipamentos.

Entanto o equipamento "A" está equipado com alças e degraus dispostos de maneira assimétrica, que obrigam uma "estratégia de acesso" pré-definida assim como a alternância do posicionamento dos apoios manuais. O equipamento "B" os dispõe em uma escada vertical com corrimãos nas laterais como mostra proporcionando maior segurança durante o processo de acesso.

No diagrama esquemático da Figura 17 pode ser observado a diferença de ambos sistemas.

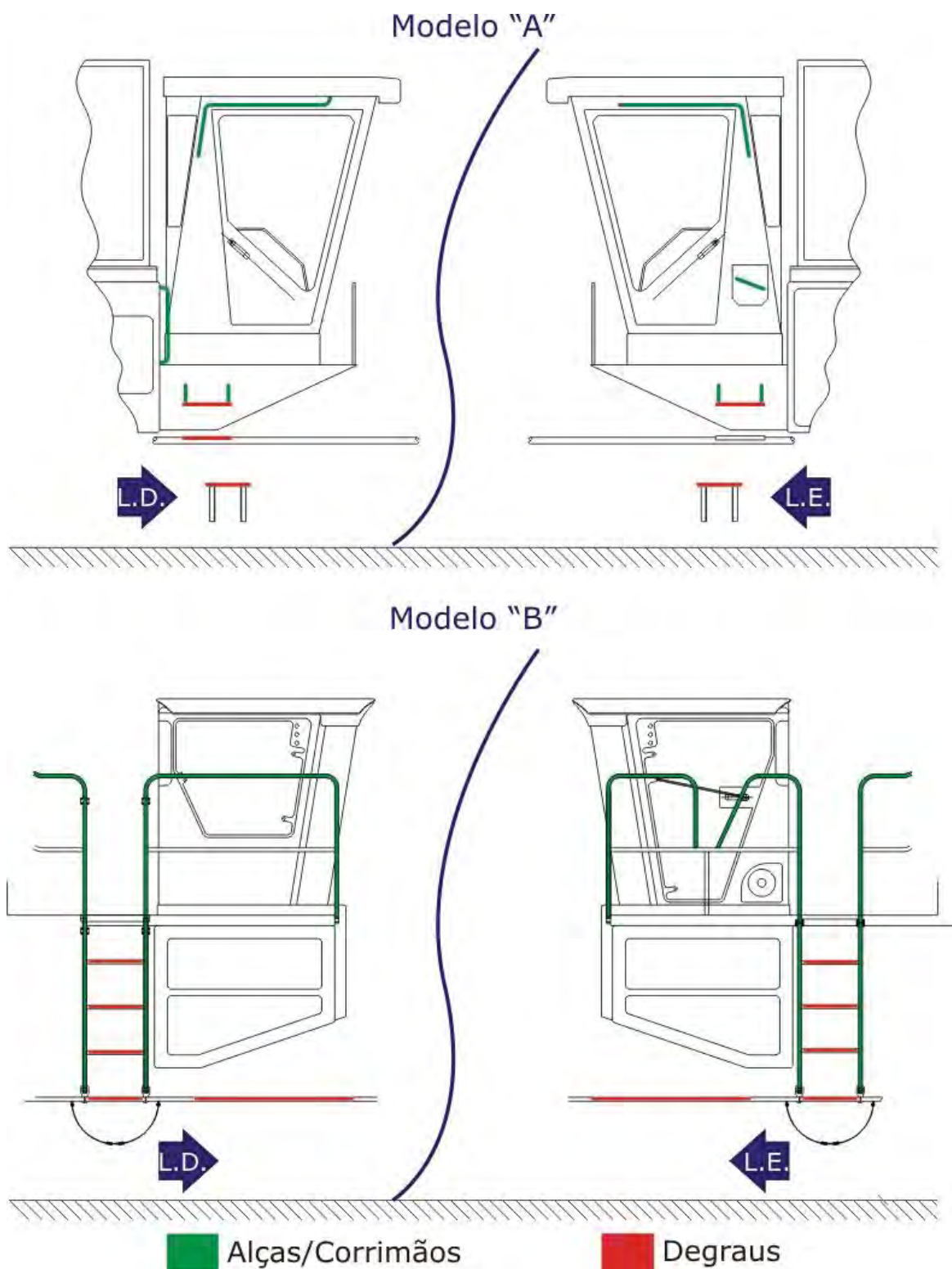


Figura 17 – Disposição dos degraus dos equipamentos.

O modelo utilizado na colhedora "A" obriga o indivíduo a utilizar um pé específico para iniciar a subida, ou seja, estando do lado esquerdo o

movimento terá que ser iniciado pelo pé esquerdo e vice e versa. Também há necessidade de uma maior atenção para a colocação dos pés e trocas constantes das alças de apoio obrigando o a flexionar a coluna colocando-o em posturas inadequadas (Figura 18).



**Figura 18** – Acesso ao equipamento “A”.

O equipamento “B” apresenta um arranjo mais simétrico, os degraus estão centralizados horizontalmente e dispostos em uma escada vertical com corrimãos nas laterais.

Esta organização facilita o acesso, dispensando uma escolha previa do pé, há um menor esforço e uma postura mais ereta no acesso ao equipamento, demanda de menos atenção na localização dos degraus e reduz a preocupação com as alças de apoio, já que basta escorregar a mão sobre a barra para prosseguir no processo de acesso (Figura 19).

Fiedler (1995) sugere que os degraus de acesso aos equipamentos devem ser desenhados e posicionados para não serem danificados durante a operação da máquina e Arbetsmiljainstitutet *et al.* (1990) afirmam que há normas em alguns países recomendando a utilização de degraus retráteis.



Figura 19 – Acesso ao equipamento “B”.

A não observância destas orientações pode trazer danos aos degraus mais próximos ao solo, como foi constatado em um dos equipamentos disponíveis do modelo “A”.



Figura 20 – Primeiro degrau do equipamento “A”.

O primeiro degrau deste modelo é parafusado diretamente ao sistema de esteiras, abaixo da barra de proteção lateral onde está posicionado o segundo degrau. Apesar de sua aparente robustez, sem articulações ou dispositivos flexíveis, o impacto com tocos pedras ou outros objetos estranhos encontrados comumente na plantação danificou o degrau do modelo da Figura 20.

A utilização de um sistema retrátil pode evitar danos como este, porém o aumento da complexidade terá impacto no custo do produto e sua eficiência esta ligada à correta manutenção dos sistemas.

A aplicação de modelos flexíveis dribla as desvantagens dos custos e manutenção presentes no sistema articulado, como pode ser observado nos degraus do equipamento "B".



**Figura 21** – Primeiro degrau do equipamento "B".

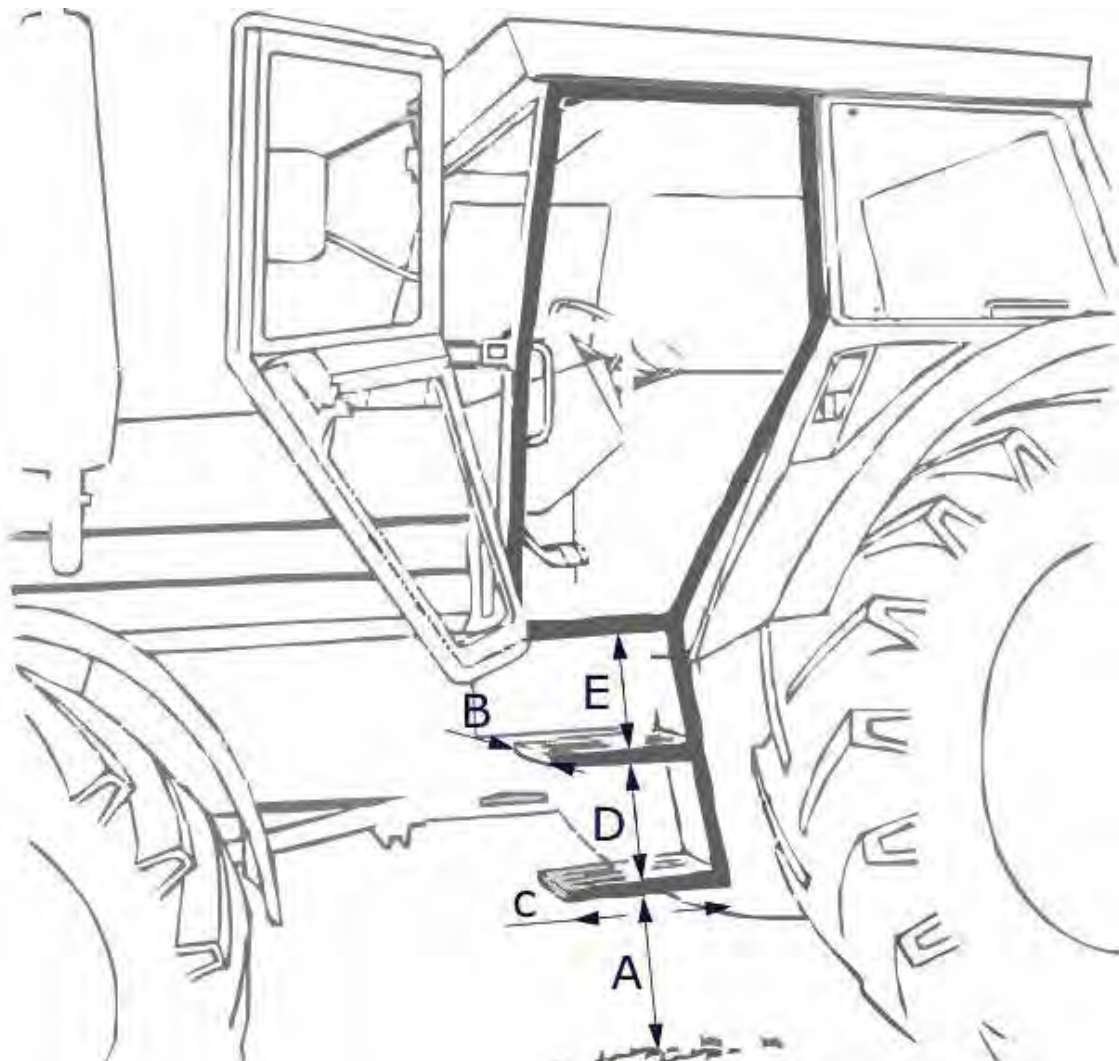
Neste modelo o degrau é confeccionado em borracha reforçada, em formato de "U", preso à barra de proteção lateral, onde também são fixadas as extremidades inferiores dos tubos da escada de acesso. Este dispositivo apresenta ainda parafusos na parte inferior, cuja função é aumentar o atrito



com a sola do calçado ao subir, evitando possíveis escorregões como mostrado na (Figura 21).

Apesar do nítido desgaste em sua face externa, devido ao atrito com o canavial, a peça dispensa manutenção constante e sua substituição é fácil, inclusive pela possibilidade de sua construção nas próprias oficinas que acompanham as frentes.

Conforme as normas NBR ISO 4254 (ABNT, 1999) e NBR ISO 4252 (ABNT, 2000), a altura do primeiro degrau, em relação ao solo (A na Figura 22), não deve ultrapassar 550 mm, sendo a dimensão ideal 500 mm. A profundidade e a largura dos degraus deverão ser no mínimo de 150 e 200 mm, respectivamente (B e C na Figura 22). A distância vertical do último degrau até a soleira da plataforma e entre os degraus na configuração multidegraus deverá ser no máximo de 300 mm (D na Figura 22).



**Figura 22** – Dimensionamento dos degraus segundo ABNT.

Para efeito de comparação com os valores das normas, sempre foi considerado o degrau mais desfavorável, em casos de duplicidade nos itens, sendo apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5** – Degraus de acesso: Comparativo dos equipamentos com as dimensões previstas pela ABNT. (NBR4254 e NBR 4552)

| <i>Variáveis/Modelos</i> |  | <i>NBR</i>      | <i>Modelo "A"</i> | <i>Modelo "B"</i> |
|--------------------------|--|-----------------|-------------------|-------------------|
| A                        | Altura do primeiro degrau em relação ao solo.                | 550<br>(máximo) | 500               | 440               |
| B                        | Profundidade dos degraus                                     | 150<br>(mínimo) | 60                | 50                |
| C                        | Largura dos degraus  | 200<br>(mínimo) | 300               | 440               |
| D                        | Distância Vertical   | 300<br>(máximo) | 360               | 375               |
| E                        | Distância Vertical do último degrau à soleira da plataforma. | 300<br>(máximo) | 290               | 349               |

Quando comparados com as especificações das normas notamos que nem todos os requisitos são atendidos. A partir dos dados da tabela anterior nota-se que a profundidade mínima e a distância vertical máxima entre os degraus em nenhum dos equipamentos satisfazem a normatização, porém há ressalvas a serem feitas.

Devido à diversidade de modelos de degraus no equipamento "A" o primeiro e o segundo degrau não satisfizeram tal exigência. No equipamento "B" o primeiro degrau, foi o que mais se aproximou das medidas requeridas, sendo que os demais apresentaram um terço do tamanho solicitado.

Também é importante relatar que apesar de terem uma base para apoio do pé com largura inferior à profundidade normatizada, não havia obstáculos que limitassem a utilização dos mesmos neste item, e não foram encontradas referências sobre largura mínima da base dos degraus.

Em relação à distância vertical o equipamento "A" desrespeita a norma na distância entre o primeiro e o segundo degrau, sendo que no equipamento "B" todos estão em desacordo.

O equipamento "B" ainda não satisfaz a norma com relação à distância entre o último degrau e a plataforma, superando em 49 mm a distância máxima.

O acesso às plataformas das cabines é importante já que, além de servir para adentrar ao posto de operação, também são utilizadas para manutenção cotidiana dos dispositivos superiores e traseiros.

No modelo "A", a plataforma está posicionada a 1995 mm em relação ao solo e não possui qualquer tipo de proteção contra quedas (Figura 23), enquanto o modelo "B" apesar de apresentar uma altura maior em relação ao solo com 2200 mm, o equipamento possui guarnições metálicas, tanto para o acesso à cabine como para as partes traseiras (Figura 23).

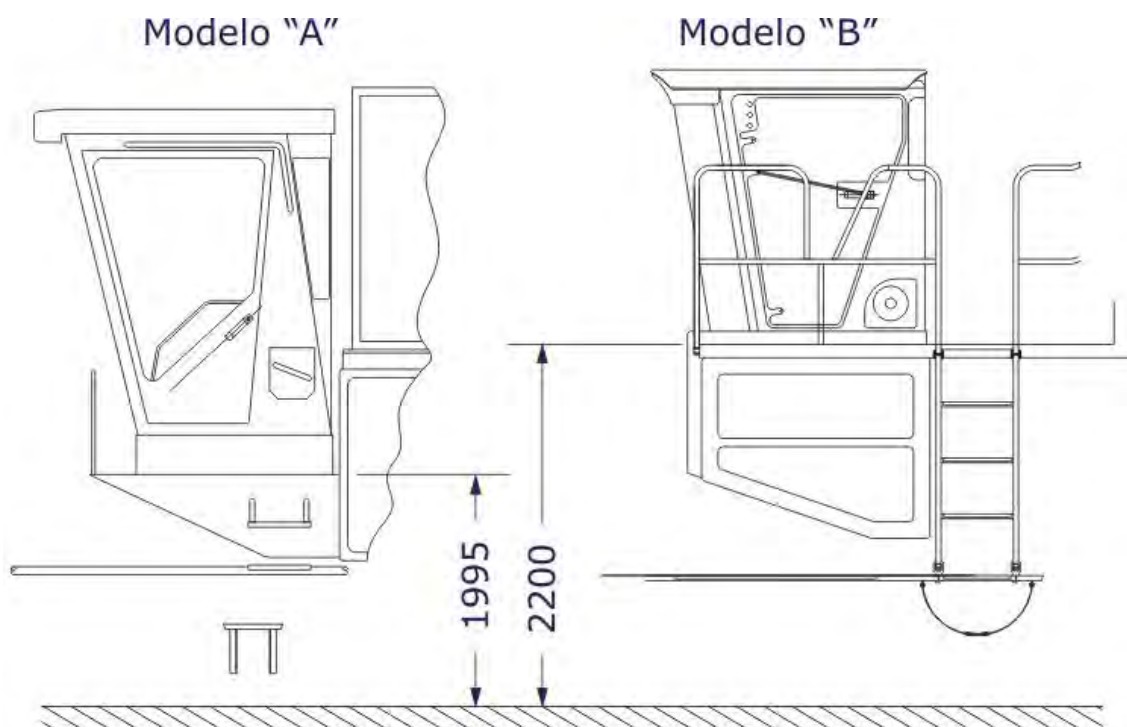


Figura 23 – Altura da plataforma em relação ao solo.

Ambos possuem cabines fechadas para isolar seus operadores das perturbações exteriores como ruído, poeira, calor, além de proteger contra animais.

Segundo Grandjean (1998) o conhecimento sobre o espaço necessário para mãos e braços é uma importante premissa para o planejamento de controles, quando distantes requerem movimentos

secundários no tronco, o que reduz a segurança e aumenta o risco de problemas nas costas e no ombro.

Existem normatizações sobre os espaços internos mínimos, assim como, as dimensões dos assentos em cabines, sendo fundamental para a aplicação das mesmas a determinação do Ponto de Referência do Assento (PRA).

Segundo as orientações da norma NBR NM-ISO 5353 (1999), o PRA deve ser determinado com relação aos pontos de fixação do assento, porém, pela inviabilidade de acesso optou-se por outros pontos da cabina que não variassem com relação à fixação do assento.

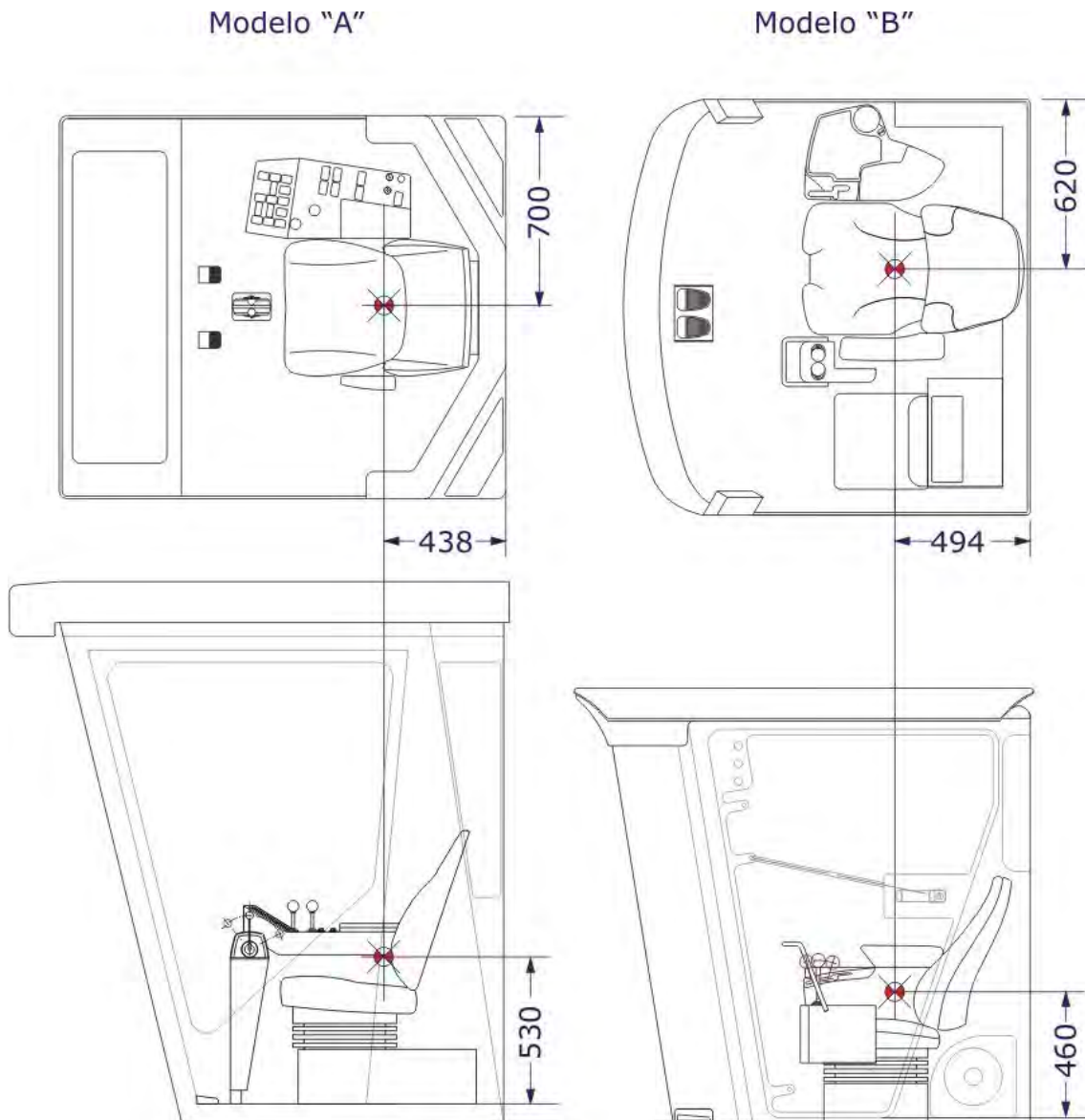
Buscando partes estruturais da cabine as referências muitas vezes foram feitas com relação às faces externas das mesmas, já que o acesso interno era difícil devido aos acabamentos e por apresentarem variações dimensionais foram consideradas pouco precisas.

Do ponto de vista superior o PRA do equipamento "A" encontra-se centralizado com as laterais da cabine, localizado a 700 mm do plano externo das mesmas. Da mesma vista, pode ser observado que há uma distância de 438 mm do plano externo traseiro da cabine ao PRA. Na vista lateral podemos observar que entre face interna do piso e o PRA existe uma distância de 530 mm (Figura 24).

Já no equipamento "B", o assento encontra-se deslocado à direita já que há neste modelo um segundo assento ao lado esquerdo do operador. Este assento é destinado ao treinamento de novos operadores, podendo também auxiliar a equipe de manutenção na identificação de problemas, entre outras funções.

Da vista superior, o PRA deste equipamento está a 620 mm da face externa da lateral direita da cabine. Com relação ao plano externo traseiro, o PRA está deslocado 494 mm à frente. Da vista lateral do equipamento, o PRA está distante 460 mm do plano interior da cabine (Figura 24).

Em ambos os casos, os pontos foram determinados com o auxílio do dispositivo para tal função sendo removidas as forrações dos pisos para não influenciarem nas dimensões.



**Figura 24** – Localização do PRA no equipamento.

As portas também apresentam diferenças, o equipamento "A" dispõe de portas nos dois lados, ambas confeccionadas em estrutura de aço com a maior parte da sua área envidraçada. No "B" tem uma porta apenas no lado esquerdo do equipamento, no lado direito há uma escotilha que pode servir como saída de emergência, ambas confeccionadas em vidro.

Em ambos os equipamentos os comandos relativos ao corte estão agrupados em um painel à direita do operador, separados dos comandos de movimentação da máquina.

Estes painéis estão fixados à estrutura do assento, acompanhando-o quando movimentados durante as regulagens. No equipamento "A" o painel é escamoteável e sua articulação o conduz em direção ao fundo da cabine facilitando o acesso pela porta direita. Quando posicionado a frente, este painel permite ainda pequenos ajustes de altura por meio de um parafuso em sua base.

As principais funções, como altura dos cortes, são controlados através de "joysticks", sendo que no equipamento "A" são duas alavancas pequenas independentes e no "B" as funções são agrupadas em apenas uma principal.

A mudança de direção em veículos de esteira se faz ao frear a esteira de um lado e prosseguindo com o movimento da outra, assim como nas colhedoras estudadas.

Há duas alavancas que controlam a rotação e o sentido das esteiras, posicionando-a para frente avança-se o veículo e trazendo-as para trás o movimento será invertido sendo que na posição central as esteiras param (Figura 25).



Figura 25 – Disposição dos comandos dos equipamentos.

No modelo "A", as alavancas estão posicionadas a frente do operador e fixadas ao piso do equipamento, sofrendo variações de distância com relação ao PRA dependendo da regulagem do assento, no caso do modelo "B" estão em um pequeno painel ao lado esquerdo do operador e acompanham o assento assim como o painel de controle de corte.

Os pedais comandam o elevador de taliscas, girando em sentido horário quando pressionado o pedal esquerdo e anti-horário quando a ação é sobre o pedal direito.

Com a confecção dos croquis das cabines foi possível sobrepor os diagramas para a averiguação das zonas de alcance confortável para atender o percentil 5, conforme orienta Grandjean (1998).

No plano sagital os comandos estão na área de conforto, com exceção das alavancas de movimentação do equipamento "A" (Figura 26).

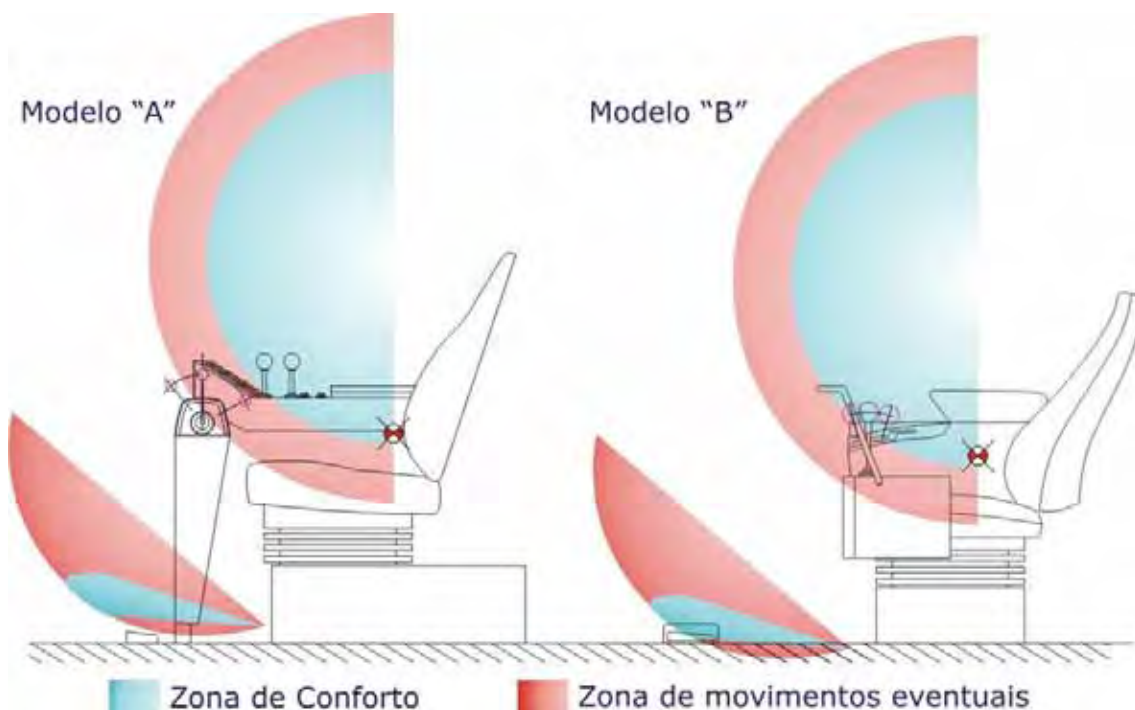


Figura 26 – Zonas de alcance para o percentil 5 segundo Grandjean (1998).

Há de se considerar que a regulagem do assento mais próxima ao dispositivo eliminaria o problema, porém o procedimento de averiguação, como dito anteriormente, define que todas as regulagens do assento estejam em posições intermediárias (NBR NM-ISO 5353 (ABNT, 1999)).

Do plano superior, como podemos observar na Figura 27, os resultados foram similares ao da vista lateral, com o comando de movimentação do equipamento "A" fora da zona de alcance ideal.

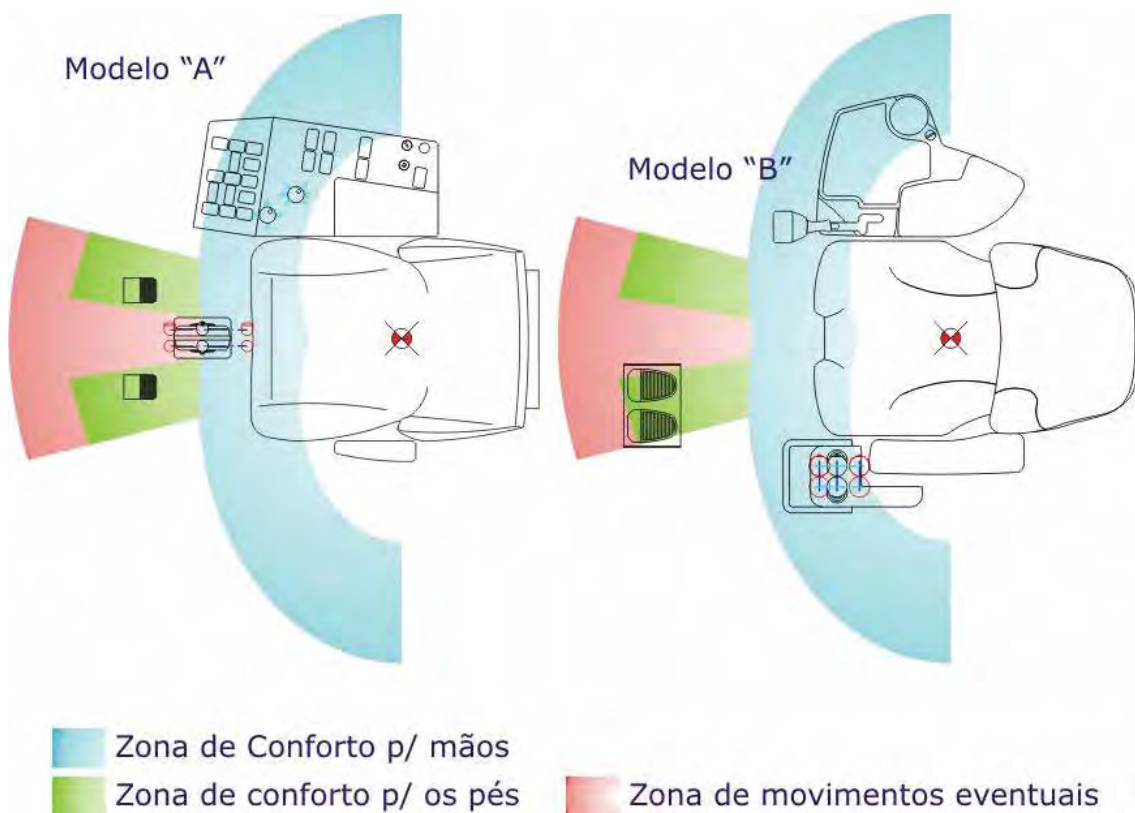


Figura 27 - Zonas de alcance para o percentil 5 segundo Grandjean (1998).

Os pedais de ambos os equipamentos apresentaram-se adequados às zonas de conforto preconizadas por Grandjean (1998).

Os comandos fixos no piso são os mais problemáticos, sua independência da movimentação do assento demanda de uma maior atenção aos limites antropométricos.

O deslocamento do assento para uma posição adiantada, provavelmente colocaria estes comandos na região de conforto, atendendo aos operadores mais baixos. Na avaliação das dimensões dos assentos, com as medidas indicadas pela norma NBR ISO 4254-1 (ABNT, 1999), fica evidente que novamente há uma não observância por parte do equipamento "A" no comprimento do assento em relação ao PRA, nem a altura máxima deste em relação ao piso como pode ser acompanhado na Tabela 06.



**Tabela 6** – Assento: Comparativo dos equipamentos com as dimensões previstas pela ABNT.

| <i>Variáveis/Modelos</i>                 | <i>NBR</i>      | <i>Modelo "A"</i> | <i>Modelo "B"</i> |
|--|-----------------|-------------------|-------------------|
| Comprimento do assento em relação ao PRA | 210-310         | 360               | 310               |
| Largura do assento                       | 450<br>(mínimo) | 500               | 480               |
| Comprimento do encosto.                  | 260<br>(máximo) | 605               | 610               |
| Largura do encosto                       | 450<br>(máximo) | 500               | 480               |
| Altura do PRA em relação ao solo.        | 450-520         | 530               | 460               |

Estas não conformidades podem trazer prejuízos aos trabalhadores com menor estatura, prejudicando o correto acomodamento no encosto e dificultando o apoio dos pés no piso do equipamento. Nestes casos, há uma constrição da parte inferior da perna dificultando a circulação do sangue causando desconforto.

### **7.3. Avaliação da exposição ao ruído**

Segundo Grandjean (1998) para a avaliação de exposição ao ruído são avaliados níveis de intensidade sonora, efetuando uma filtragem parcial das energias sonoras nas frequências altas e mais baixas. O autor acrescenta ainda que estudos psicológicos demonstram que a medição no canal A (dB (A)) representam uma boa medida da perturbação sonora produzida pelo som.

Como destacado anteriormente, o estudo foi desenvolvido em campo, durante a execução da atividade de colheita da cana, em equipamentos operados por mais de um operador, em terrenos variados assim como as condições gerais da plantação.

Os níveis de pressão sonora no interior das cabines foram obtidos através de metodologia preconizada pela NBR 9999 (ABNT, 1987), porém com alterações com relação ao tipo de esforço que o equipamento foi submetido. Em todo o processo, a colhedora trabalhou em suas condições cotidianas, sendo que as variações de quaisquer das condições acima foram captadas ficando evidentes pelos desvios nas médias obtidas (Tabela 7)

Como pode ser observado na Tabela 07 não há diferenças significativas entre os valores obtidos nos equipamentos tipo “A” ou “B”, ou nas diferentes coletas, apenas destacando-se algumas medições com em que amplitude dos dados foram maiores como as destacadas na mesma tabela.

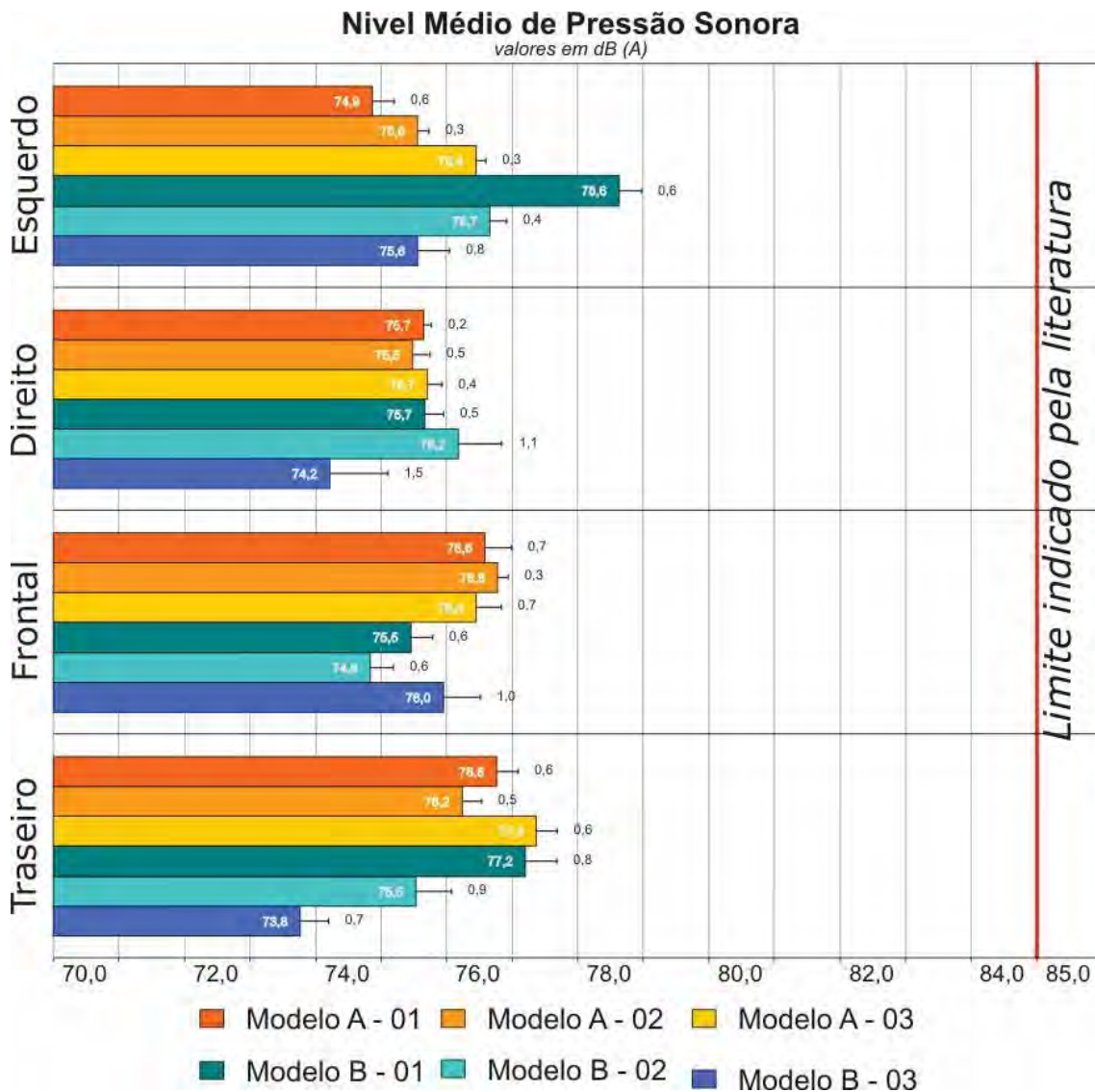
**Tabela 7** – Valores de exposição Sonora obtidos nos ensaios

| Modelo/<br>Exemplar | Posição | Coleta 01 |      | Coleta 02 |      | Coleta 03 |      | Geral |      |      |      |
|---------------------|---------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-------|------|------|------|
|                     |         | Média     | D.P. | Média     | D.P. | Média     | D.P. | Média | D.P. | Máx. |      |
| Modelo “A”          | 01      | Esq.      | 73,2 | 0,5       | 74,0 | 0,8       | 74,0 | 0,6   | 73,8 | 0,7  | 76,3 |
|                     |         | Dir.      | 76,5 | 0,7       | 76,1 | 0,9       | 75,2 | 0,7   | 75,9 | 1,0  | 79,8 |
|                     |         | Front.    | 73,3 | 2,1       | 74,1 | 0,4       | 75,3 | 0,5   | 74,4 | 1,5  | 76,4 |
|                     |         | Tras.     | 75,5 | 0,9       | 75,7 | 0,8       | 75,5 | 0,8   | 75,6 | 0,8  | 79,8 |
|                     | 02      | Esq.      | 75,6 | 0,4       | 75,0 | 0,3       | 76,0 | 1,4   | 75,5 | 0,9  | 78,0 |
|                     |         | Dir.      | 74,9 | 0,6       | 74,8 | 0,6       | 74,8 | 0,6   | 74,8 | 0,6  | 76,7 |
|                     |         | Front.    | 77,0 | 0,6       | 76,5 | 1,1       | 75,0 | 0,2   | 76,2 | 1,1  | 78,4 |
|                     |         | Tras.     | 76,7 | 0,4       | 76,9 | 0,3       | 76,4 | 0,5   | 76,7 | 0,4  | 77,8 |
|                     | 03      | Esq.      | 77,6 | 0,8       | 76,8 | 0,8       | 77,3 | 0,6   | 77,2 | 0,8  | 79,1 |
|                     |         | Dir.      | 75,5 | 0,7       | 75,4 | 0,5       | 75,5 | 0,5   | 75,5 | 0,6  | 79,8 |
|                     |         | Front.    | 75,9 | 0,4       | 75,8 | 0,4       | 75,3 | 0,4   | 75,6 | 0,5  | 76,9 |
|                     |         | Tras.     | 78,2 | 0,4       | 78,4 | 0,5       | 79,2 | 0,4   | 78,6 | 0,6  | 80,1 |
| Modelo “B”          | 01      | Esq.      | 77,8 | 0,4       | 77,4 | 0,3       | 77,0 | 0,6   | 77,4 | 0,6  | 78,8 |
|                     |         | Dir.      | 76,8 | 0,5       | 76,9 | 0,3       | 75,7 | 0,3   | 76,4 | 0,7  | 77,8 |
|                     |         | Front.    | 76,1 | 0,3       | 75,5 | 0,2       | 75,5 | 0,2   | 75,7 | 0,4  | 76,8 |
|                     |         | Tras.     | 76,5 | 0,2       | 76,5 | 0,3       | 76,3 | 0,3   | 76,4 | 0,3  | 77,3 |
|                     | 02      | Esq.      | 76,3 | 0,4       | 76,2 | 0,5       | 76,2 | 0,6   | 76,2 | 0,5  | 80,0 |
|                     |         | Dir.      | 76,8 | 0,3       | 76,7 | 0,3       | 76,9 | 0,3   | 76,8 | 0,3  | 77,6 |
|                     |         | Front.    | 75,4 | 0,4       | 75,3 | 0,3       | 75,7 | 0,6   | 75,5 | 0,5  | 77,2 |
|                     |         | Tras.     | 75,7 | 0,2       | 75,6 | 0,2       | 75,4 | 0,4   | 75,6 | 0,3  | 76,2 |
|                     | 03      | Esq.      | 77,2 | 0,5       | 76,6 | 0,4       | 76,4 | 0,5   | 76,7 | 0,6  | 78,2 |
|                     |         | Dir.      | 76,7 | 0,5       | 76,8 | 0,4       | 76,2 | 0,9   | 76,6 | 0,7  | 79,7 |
|                     |         | Front.    | 75,6 | 0,2       | 75,7 | 0,2       | 75,6 | 0,2   | 75,7 | 0,2  | 76,2 |
|                     |         | Tras.     | 74,9 | 0,1       | 75,1 | 0,9       | 74,6 | 0,2   | 74,9 | 0,6  | 78,5 |

A análise dos dados dos diferentes pontos de coleta no interior da cabine não indicaram a incidência de ruídos localizados, destacando-se também que o valor de 85,0 dB(A) preconizado pela norma NR 15 (BRASIL 1978) ou pela literatura Grandjean (1998) como valor limite para uma exposição de 8 horas de trabalho, não foi atingido em nenhum momento como pode ser observado na Figura 28.

Provavelmente a não prevalência de pontos localizados de ruído no interior da cabine deve-se à localização da principal fonte geradora de

ruído, o sistema de corte basal e picador, localizados abaixo do posto de operação.



**Figura 28** – Valores médios de exposição ao ruído.

O sistema despontador, além de pouco utilizado, está posicionado com relativa distância da cabine contribuindo pouco para o ruído interno no equipamento. Porém os divisores de linha, o dispositivo de corte de base, os rolos alimentadores e o picador estão posicionados abaixo da cabine. O sistema propulsão do equipamento “A” é localizado atrás da cabine e no modelo “B” abaixo da cabine.

A principal influência dos níveis de ruído interno durante as avaliações foram as alterações das condições operacionais e do cultivo. Um

dos fatores identificados é o problema com a chamada cana tombada, ou seja, cana excessivamente inclinada para o lado, por fatores externos como o vento. Outra situação que eleva o nível de ruído é a captação de duas linhas simultaneamente pelo equipamento, essa ocorrência pode ser provocada por problemas na plantação ou imperícia dos operadores.

Em ambas as situações, tanto o sistema divisor de linhas como o corte basal sofrem uma sobrecarga elevando o nível de ruído devido ao atrito com as plantas. Nessas condições a demanda por pressão do óleo aumenta para movimentar esses sistemas provocando uma elevação na rotação do sistema propulsor.

Apesar de não haver indicações de índices de pressões sonoras prejudiciais à saúde do trabalhador é importante ressaltar que o ruído constante prejudica a concentração.

Grandjean (1989) ressalta que uma pesquisa em escritórios com nível de pressão sonora entre 48 e 57 dB (A) 35% relataram estarem fortemente perturbados e 69% dos entrevistados relataram perturbações na concentração.

Autores como Corrêa *et al.* (2008) e Scopinho *et al.* (1999) apontam para a mudança das demandas ergonômicas nas colheitas de cana mecanizada, quando comparado ao sistema manual há uma redução nas sobrecargas físicas e um aumento nas intelectuais.

#### **7.4. Nível ponderado de desconforto**

Aos trabalhadores foi solicitado que avaliassem seus equipamentos através de escalas ponderadas de desconforto sobre diversos aspectos sendo eles:

- Facilidade de acesso.
- Facilidade de regulagem do assento.
- Facilidade de leitura dos dados dos mostradores.
- Facilidade de identificação de problemas.
- Facilidade de regulagem do despontador.

- Facilidade de regulagem do dispositivo de corte de base.
- Facilidade de visualização dos separadores de palha.
- Facilidade de visualização da deposição de cana picada no transbordo.
- Agilidade do equipamento para paradas de emergência.
- Nível de ruído.
- Temperatura interna.
- Percepção de vibração.
- Alcance dos principais comandos

Todos os operadores se manifestavam muito satisfeitos com seus equipamentos, sendo que não houve itens com avaliação extremamente negativa.

Dos aspectos avaliados merece atenção a manifestação da percepção de desconforto maior com relação ao ruído e principalmente vibração como pode ser observado na Figura 29.

Os sistemas de suspensão em rodados de esteira não são eficientes para absorver os impactos que são recebidos do solo, transmitindo-os a toda estrutura.

O sistema de suspensão a ar do assento é o único dispositivo para absorver os impactos e não transmiti-los ao operador. Porém, cabe lembrar que o operador além da interface com o assento, mantém contato constante com o piso da cabine do equipamento.

Os operadores mais antigos faziam questão de exaltar as qualidades dos equipamentos quando se comparados aos seus predecessores. Outros operadores que haviam trabalhado em outros equipamentos ou originários da colheita manual também enfatizaram a qualidade e o conforto dos equipamentos.

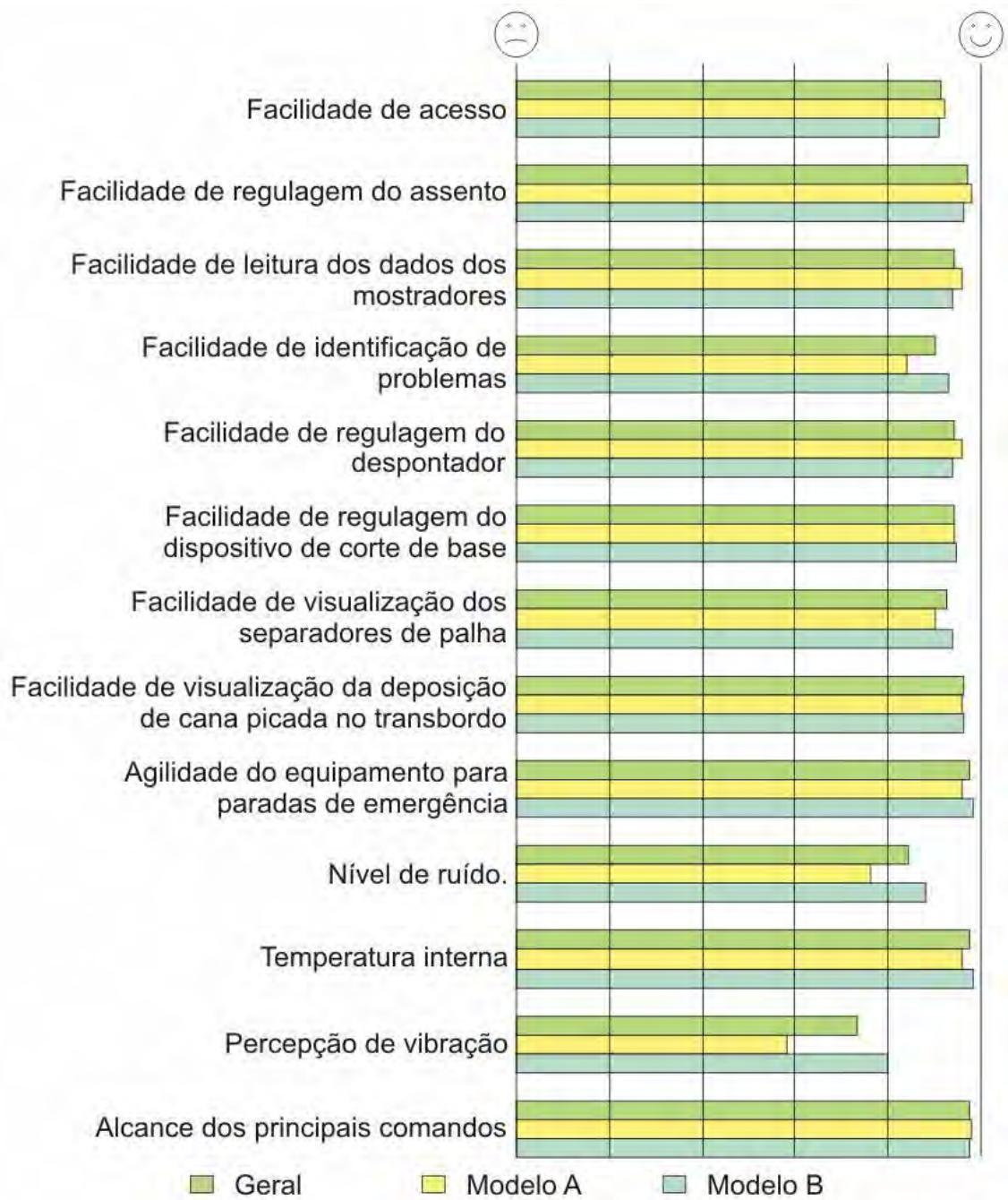


Figura 29 – Valores ponderados de percepção de desconforto.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa objetivou compreender o nível adequação de alguns aspectos ergonômicos da interface “homem/máquina” das colhedoras de cana-de-açúcar, às necessidades brasileiras, mais precisamente do centro-oeste paulista. Com o aprofundamento na compreensão das particularidades desta atividade, coleta de dados parametrizados e interlocução os trabalhadores, os objetivos propostos foram satisfatoriamente atingidos.

No acirrado mercado dos fabricantes de equipamentos agrícolas, evoluções dos equipamentos são constantes, como foi dito anteriormente, durante a execução desta investigação não foi diferente.

A fabricante do equipamento “B” já tinha disponível para o ano de 2009 equipamentos com a capacidade de colher duas linhas simultaneamente, que inclusive já estavam presentes nas lavouras, apesar de estarem apenas sendo utilizadas em uma linha, já que as áreas plantadas não estavam com o espaçamento ideal para este tipo de operação.

Estes avanços não se limitaram ao desempenho produtivo, tendo progressos significativos relativos ao conforto e à redução de sobrecargas físicas dos operadores. Ao avaliar estes equipamentos foram identificados indícios que nos mostram a preocupação com os aspectos ergonômicos integrada ao desenvolvimento destes produtos, principalmente, no que diz respeito ao posto de operação.

A fabricante do modelo “A” comercializa para o ano de 2010 um novo modelo, com um posto de trabalho totalmente remodelado. Partindo de uma análise visual do material publicitário, identificamos um incremento na sua área envidraçada, mudança na posição e no formato dos comandos de movimentação e remodelação total do painel contendo os comandos de colheita buscando uma melhor ergonomia do equipamento. Não é possível

afirmar o real impacto destas mudanças para o conforto do usuário, cabendo a novas pesquisas sobre o assunto.

Os equipamentos estudados de ambas as marcas dispunham de bons sistemas de vedação tanto com relação aos ruídos como a entrada de partículas nas cabines.

Com relação ao ruído os testes demonstraram que os valores máximos registrados estão abaixo do limite de 85 dB (A), acima dos quais existem riscos à saúde, todavia cabe destacar que o ruído foi um dos fatores apontados pelos operadores na análise ponderada de desconforto.

A literatura aponta mudanças no perfil do trabalhador para a execução da tarefa de colheita de cana. A força física deixou de ser uma necessidade, porém as capacidades cognitivas são mais solicitadas.

Apesar de não haver perigo eminente à saúde desses trabalhadores, o nível de pressão (entre 73,8 a 78,6 dB (A)) pode contribuir negativamente na concentração dos mesmos, proporcionando eventuais quedas de desempenho. Análises mais detalhadas em outras faixas podem corroborar no esclarecimento sobre o nível de influência do ruído e da capacidade cognitiva demandada na operação destes equipamentos.

Na avaliação ponderada de desconforto, a vibração foi o item com maior destaque. Apesar de não ter sido coletados dados sobre essa variável, ao acompanhar as atividades pode-se notar que a cabine recebe os impactos dos acidentes do solo praticamente sem qualquer amortecimento.

Cabe destacar que o sistema de amortecimento pneumático do assento, encontrado em todas as amostras, reduz a transmissão de vibração ao operador, porém este, continua a recebê-las através dos pés que ficam apoiados sobre o piso da cabine.

A vibração em equipamentos de colheita é tema de pesquisas em diversos países, destacando-se os países escandinavos com tradição no manejo florestal, com um maior enfoque nos equipamentos de esteira, sistema apresenta menor eficiência na absorção de impactos quando



comparado aos pneus. Sua principal vantagem é a menor compactação dos solos, por distribuem o peso do equipamento em uma área maior.

Ambas as marcas avaliadas possuem versões com rodados de pneus, mas o fator compactação acaba sendo decisivo para o comprador, havendo uma predileção pelos equipamentos de esteira.

Para minimizar os efeitos dos pneus existem colhedoras com mais de quatro pneus do tipo flutuantes. Estes pneus já são comuns para o setor sucroalcooleiro e são similares aos utilizados nos transbordos. Devido ao seu diâmetro e largura avantajados esses dispositivos conseguem distribuir o peso em uma área maior do que os pneus comuns, reduzindo a compactação.

Pesquisas sobre o desempenho dos dois sistemas na redução da exposição à vibração podem auxiliar na orientação do produtor na hora da compra, dando subsídios para uma escolha não apenas pela produtividade, mas também pela capacidade dos equipamentos em preservar a saúde do trabalhador e, conseqüentemente, melhorar seu rendimento.

Apesar dos problemas apontados acima nenhum dos itens questionados tiveram desempenho insatisfatório na avaliação dos operadores. Assim como as coletas a respeito de sugestões e reclamações foram pouco eficazes para apontar defeitos nos projetos que comprometessem a ergonomia do produto.

Scopinho, (1995) afirma que em geral, os operadores de máquinas agrícolas não percebem relação existente entre os sintomas e as cargas existentes no ambiente de trabalho, ainda assim Corrêa *et al.* (2008) aplicaram questionário semelhante obtendo índices de desconfortos mais expressivos ao avaliarem colhedoras mais antigas.

A aparente discrepância destes dados pode estar ligada não só a evolução dos equipamentos, mas também a satisfação dos trabalhadores com seus empregos.

A satisfação do trabalhador demanda de uma série de fatores, que vai além da relação mantida com seu instrumento de trabalho. Em estudo

realizado por Bradley e Cartwright (2002) no noroeste do Reino Unido, com 1162 enfermeiros em quatro organizações diferentes, demonstrou que a valorização do trabalho por parte do empregador teve impacto positivo significativo na saúde dos funcionários.

Nas conversas informais com trabalhadores eles relataram que os equipamentos atuais são muito melhores que seus antecessores, também explicaram que haviam trabalhado na colheita manual, além de explicitarem muitas vezes o orgulho por serem operadores do principal equipamento da colheita. A soma desses fatores certamente contribuiu para as avaliações mais positivas sobre o equipamento.

No entanto esta pesquisa jamais teve a pretensão de dar um parecer final sobre o assunto exposto, o objetivo maior é trazer a discussão sobre os efeitos da mecanização da cultura canavieira, tendo em vista que essas mudanças transpassam a barreira da ergonomia englobando agricultura, economia, ecologia e as ciências sociais.

Tais transformações são profundas e irreversíveis, cabendo a nós adequá-las às nossas necessidades. As práticas como a queima da cana e as condições de trabalho dos “bóias frias” são incompatíveis com a almejada sustentabilidade. A mecanização da colheita desta lavoura se apresenta como a melhor alternativa para combater estes problemas.

Os resultados obtidos indicaram uma evolução expressiva no desempenho destes equipamentos, contudo não podemos descartar que há importantes melhorias a fazer, destacando-se os problemas relativos às vibrações e os possíveis prejuízos cognitivos ocasionado pelo ruído.

Por fim, podemos afirmar que estes equipamentos podem ser considerados parcialmente satisfatórios quanto aos níveis de adequação às demandas ergonômicas encontradas nas lavouras canavieiras do centro-oeste paulista.

## 9. BIBLIOGRAFIA

ABERGO - **Código de Deontologia do Ergonomista Certificado. Norma ERG BR 1002**, 2002. Disponível em: <<http://www.abergo.org.br>>. Acesso em: 18 julho. 2008.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9999: - Medição do Nível de Ruído, no Posto de Operação de Tratores e Máquinas Agrícolas**. Rio de Janeiro, 1987.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 4253: Tratores agrícolas – Acomodação do assento do operador – Dimensões**:. Rio de Janeiro, 1999a.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 4254-1: Tratores e máquinas agrícolas e florestais: recursos técnicos para garantir a segurança: parte 1: geral**. Rio de Janeiro, 1999b. 13p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR NM-ISO 5353: Máquinas rodoviárias, tratores e máquinas agrícolas e florestais: ponto de referência do assento**. Rio de Janeiro, 1999c. 5p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 4252: Tratores agrícolas: local de trabalho do operador, acesso e saída: dimensões**. Rio de Janeiro, 2000. 4p.

ALMEIDA, I. M. de. **Dificuldades no diagnóstico de doenças ocupacionais e do trabalho**. *Jornal Brasileiro de Medicina*. v.74, n.1-2 jan./fev. 1998.

ALVES, M. C. M.; ANDRADE, P.; CINTRA, F. N. **Avaliação dos Reflexos do Protocolo de Kyoto no Setor Sucroalcooleiro**.. Simpósio Internacional – Unicamp em 30 de julho de 2004, Campinas. Disponível em <http://www.cori.unicamp.br/IAU/completos/Avaliacao%20dos%20Reflexos%20do%20Protocolo%20de%20Kyoto%20no%20Setor%20Sucroalcooleiro.doc>. Acesso em 12/12/2009.

A ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA) **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira Cap. 03 Máquinas agrícolas automotrizes – Produção, vendas internas e exportações** 2007.

ARBETSMILJÖINSTITUTED, FORSKINGSSTIFTELSEN, SKORGSARTEBETEN, SLU SKOGSHOGSKOLAN. **An ergonomic checklist for forestry machinery.** Oskarshamm: 1990. 43p.

BAESA, A.B.; CASABELLA, E.P. **Avaliação ergonômica de uma cabine para colhedeira de cana-de-açúcar.** Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, v.19, n.72, p.59-64, 1991.

BAKKER, D.E., **Noise: The Invisible Hazard.** Department of Agricultural Engineering, University of Missouri-Columbia 1993.

BASTOS, R. da S.; FERNANDES, J. C. **Importância do Uso e Substituição de Protetor Intra-Auditivo,** Anais do 8º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: Produtos, Informação, Ambiente Construído, Transporte, 2008.

BRADLEY, J. R.e CARTWRIGHT, S. **Social support, job stress, health, and job satisfaction among nurses in the United Kingdom.** International Journal of Stress Management, v. 9, n. 3, p. 163-182, July 2002.

BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria de Produção e Agroenergia. **Anuário Estratégico da Agroenergia 2009.** Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/images/MAPA/arquivos\\_portal/anuario\\_cana.pdf](http://www.agricultura.gov.br/images/MAPA/arquivos_portal/anuario_cana.pdf). Acesso em: 03 de janeiro de 2009.

BRASIL - Ministerio do Trabalho. **Norma Regulamentadora 15 – Atividades e Operações Insalubres.** 1978. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras.htm> . Acesso em 05 de junho de 2009.

BRASIL - Ministerio da Saúde. **Resolução nº196/1996. Dispõe sobre pesquisa envolvendo seres humanos. Bioética.** 1996; 4(2 Supl):5-25.

BRÜEL, KJAER, **Noise Control. Principles and Practise.** Denmark, pp. 2–13. 1986.

CASAGRANDE, S. A. **Tópicos de Morfologia e Fisiologia da Cana-de-açúcar.** Jaboticabal: FUNEP, 1991.

CASAGRANDE, S. A. **Tópicos de Morfologia e Fisiologia da Cana-de-açúcar.** Jaboticabal: FUNEP, 1991.

CARVALHO, E. P.. **Resultados da safra 2005/2006.** São Paulo. Disponível em: [http://www.portalunica.com.br/portalunica/?Secao=referências&SubSecao=palestras%20e%20apresentações&SubSubSecao=coletivas&id+%20and%20id=\\*](http://www.portalunica.com.br/portalunica/?Secao=referências&SubSecao=palestras%20e%20apresentações&SubSubSecao=coletivas&id+%20and%20id=*) Acesso em: 2 fevereiro de 2006

CHUDAKOV, D. A. **Fundamentos de la teoria y el cálculo de tractores y automóviles.** Moscow: Mir, 1977. 435p.

CORRÊA, J. A., PASCHOARELLI, L. C.; SANTOS, R. dos; SANTOS, J. E. G. dos. **Avaliação ergonômica preliminar das atividades dos operadores de colhedora de cana-de-açúcar: Estudo de caso.** 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design – P&D- Associação de Ensino e Pesquisa de Nível Superior de Design do Brasil (AEND|Brasil) ISBN 978-85-60186-03-7, p 4415 – 4420, 2008a

CORRÊA, J. A., SANTOS J. E. G, PASCHOARELLI, L.C. **Avaliação ergonômica do painel de duas colhedeiras de cana-de-açúcar.** Anais do 8º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: Produtos, Informação, Ambiente Construído, Transporte, 2008b.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho: O manual técnico da máquina humana.** Belo Horizonte: Ergo, 1995. 353p.

CUTULI, J.A.; CAMPANUCCI, L.; TUSIANI, M.O. Seguridad y higiene en el trabajo. Buenos Aires : Instituto Argentino, 1977. 512p.

SILVA, C. B. da; SANT'ANNA, C. de M.; MINETTI, L. J. **Avaliação Ergonômica do "Feller-Buncher" utilizado na colheita de eucalipto.** Revista do Centro de Estudos em Recursos Renováveis - CERNE, v.9, n°.1, p.109-118, 2003.

DEBIASI, H. **Diagnóstico dos Acidentes de Trabalho e das condições de Segurança na operação de conjuntos tratorizados.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

DEBIASI, H. SCHLOSSER, J. F. PINHEIRO, E. D. **Características ergonômicas dos tratores agrícolas utilizados na região central do Rio Grande do Sul.** Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.6, p.1807-1811, nov-dez, 2004 ISSN 0103-8478

DELGADO, L. M. **El tractor agrícola características y utilizacion.** Madrid: Laboreo Solotractor, 1991. 235p.

DUPIUS, H., 1959. **Efects of tractor operation on human stresses.** Agric. Engng. v40 n 9, p510-525.

FEBO, P.; PESSINA, D. **Survey of the working condition of used tractors in Northern Italy.** Journal of Agricultural Engineering Research, v.62, p.193-202, 1995.

FERNANDES, J. C. **Levantamento estatístico sobre o nível de ruído em operações agrícolas com tratores.** <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/niveis-ruído-tratores.doc>  
. Acessado em 05 de janeiro de 2009.

FERNANDES, M.; MORATA, T. C..**Estudo dos efeitos auditivos e extra auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração..** Revista Brasileira de Otorrinolaringologia, v. 68, p. 705-713, 2002

FIEDLER, N. C. **Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de madeira.** 1995. 126f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

FONTANA, G. **Avaliação ergonômica do projeto interno de cabines de Forwarders e Skidders.** 80p, Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

FONTANA, G, SILVA, R. P. da; LOPES, A.; FURLANI, C. E. A.; **Avaliação das Características Ergonômicas no Posto do Operador em Colhedoras Combinadas.** In XXXXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, set/dez, 2004, ESALQ/USP v 24, n3 p. 684-694.

GARSON, C.A. **Control of harvester base cutter height.** Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists, Townsville, v. 1, p. 156-162, 1992.

GARSON, C.A; ARMSTRONG, M. **Ultrasonic base cutter height control:** a report on 1992 season experiments. Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists, Bundaberg, v.1, p. 52-59, 1993.

GERGES, S. N. Y.; **Porque os Protetores Auditivos não oferecem a Proteção Adequada?** Revista CIPA – Caderno Informativo de Prevenção de Acidentes. São Paulo : CIPA Publicações e Serviços, 1998. p. 36.

GRANDJEAN. E. **Adaptando o Trabalho ao Homem – Uma Abordagem Ergonômica.** Londres: Bookman, 1998.

GUARNIERI, L. C.; JANNUZZI, R. M. **Proálcool: Impactos Ambientais.** São Paulo: Revista Brasileira de Energia, vol. 2, no 2, 1992.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção.** São Paulo: Edgar Blücher, 2005, ISBN 8521203543.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Agricultural tractors - operator's seating accommodation dimensions. Genève: 1977. ISO 4253.

KERIHUEL, H.; **Vision Collimatée et vision a travers pare-brise.** Trabalho apresentado na Journée Spécialisée du 23 Novembre 1989. Recueil des Communications: Perception Visuelle et Ergonomie dans les Transports.

KROES, S.; HARRIS, H.D. **Knockdown causes major damage to cane during harvesting.** In: AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS CONFERENCE, 18., 1996, Mackay. Proceedings... Brisbane: Watson Ferguson, 1996. p.137-44.

LEVICITUS, L.I., SAMPTON, B.T. **Evaluation of Operator Noise Levels According to SAE and OECD.** Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 24 (4), 73–75. 1993

LILJEDAHL, J. B. ; TURNQUIST, P. K.; SMITH, D. W.. **Tractors and their power units.** 4th ed. St. Joseph: ASAE, 1996. p. 203-232.

LIMA, M. A.; LIGO, M. A. V.; CABRAL, M. R.; BOEIRA, R. C.; PESSOA, M. C. P. Y.; NEVES, M. C. **Emissão de gases de efeito estufa provenientes da queima de resíduos agrícolas no Brasil.** Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 1999.

LIMA, J.S.S ; SOUZA, A. P. MACHADO, C. C. de; OLIVEIRA, R. B. de.; **Avaliação de alguns fatores ergonômicos nos tratores "Feller-buncher" e "Skidder" utilizados na colheita de Madeira.** Revista Árvore vol.29 nº.2 Viçosa. 2005.

LOPES, L. A.; **Vinte Anos de Proálcool: Avaliação e perspectivas.** Economia & Empresa. São Paulo, v.3, n. 2, p. 49-57, abr./jun 1996.

LOPES, E. da S., MISSEL, J. W. P., DIAS, A. N. FIELDLER, N. C. **Avaliação Técnica do trator florestal arrastados "Skidder" com diferentes tipos de rodados na extração de madeira em povoamentos de pinus" R. Árvore, Viçosa-MG, v.31, n.6, p.1053-1061, 2007**

MACEDO, I. C.. **Competitividade da agro-indústria brasileira da cana-de-açúcar.** A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a



agroindústria da cana de açúcar no Brasil e sua sustentabilidade. São Paulo, UNICA 2005, 237p. cap. 11 p. 185 - 193

MÁRQUEZ, L. **Solo tractor'90**. Madrid : Laboreo, 1990. 231p.

MATOBA T. **Pathophysiology and clinical picture of Hand-Arm vibration Syndrome in Japanese workers**. Nagoya J Med Sci 1994 (Suppl.) Japan;57:19-26.

MIRANDA, C. R., DIAS, C. R., PENA, P. G. L. , NOBRE, L. C. C. , **Aquino R. Surdez ocupacional em trabalhadores industriais da região metropolitana de Salvador, Bahia**. Rev Brás Otorrinolaringol 1998;64:109-14.

MORAES, L. F. S. **Os princípios das cadeias musculares na avaliação dos desconfortos corporais e constrangimentos posturais em motoristas de transporte coletivo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2002.

MORAES, M. A. F. D.. **A Desregulamentação do Setor Sucroalcooleiro Brasileiro**. Piracicaba, Tese (Doutorado em Ciências, Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, p 291, 1999.

MORAES, M. A. F. D.. **O mercado de trabalho da agroindústria canavieira: desafios e oportunidades**. Revista de Economia Aplicada, v. 11, p. 605-619, 2007.

MOURA, E. P.; MÉLO, M. A. do N.; DE MEDEIROS, D. D.. **Um Estudo sobre o Desempenho da Agroindústria Canavieira no Estado de Pernambuco no Período de 1987 a 1996**. Produção (São Paulo), v. 14, n. 1, p. 26-39, 2004.

MURREL, K.F.H. **Ergonomics: Man in his working environment**. London : Chapman and Hall, 1965. 496p.

MIRANDA, E. E.; SETZER, A. W.; TAKEDA, A. M. **Monitoramento orbital das queimadas no Brasil**. Campinas: ECOFORCA, 1994. 149 p.

MIRANDA, C. R.; DIAS, C. R.; PENA, P. G. L.; NOBRE, A. R.; **Perda Auditiva Induzida pelo Ruído em Trabalhadores Industriais da Região Metropolitana de Salvador**, Bahia. [www.saudeetrabalho.com.br](http://www.saudeetrabalho.com.br). 1999. 1-10p.

MURATA K, ARAKI S, AONO H. **Central and peripheral nervous system effects of hand-arm vibrating tool operation. A study of brainstem auditory-evoked potencial and peripheral nerve conduction**. Int Arch Occup Environ Health 1990;62(3): 183-7.

NEVES, J.L.M. **Avaliação de perdas invisíveis em colhedoras de cana-de-açúcar e alternativas para sua redução**. 2003. 223 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

NUNES JÚNIOR, D.; PINTO, R. S. A.; KIL, R. A.. Indicadores de desempenho da agroindústria canavieira: Safra 2003/2004. Ribeirão Preto IDEA, 2005 159p.

OKAMOTO, V. A.; SANTOS, V. DE P. – **Outros efeitos do ruído no organismo**. In: **SANTOS, V. de P. (org). – Ruído, riscos e prevenção**. São Paulo: Hecitec, 1996. p. 89-91.

PATEL, R. KUL. A, MOHAN, D. **Development of an ergonomic evaluation facility for Indian tractors**. Applied Ergonomics 31, 2000, p311-316

PEKKARINEN J. **Noise impulse noise, and other physical factors combined effects on hearing**. Occup Med: State e Art Reviews 1995; 10(2): 545-59.

PIACENTE, É. A.; PIACENTE, F. J. **Agricultura para um desenvolvimento sustentável: cana-de-açúcar**. Disponível em: <http://www.cori.unicamp.br/IAU/completos/Agricultura%20para%20um%2>

Acesso em: 20 dez. de 2009.

PINHEIRO DC, COLAFEMINA JF, NETTO ATC, ALVES RPC, RIBEIRO ML. **Perda Auditiva Induzida por Ruído em Pacientes com Doenças Sistêmicas** www.saudeetrabalho.com.br. 1999. 1-5p.

PRATES, G.A. **Reflexão sobre o uso da ergonomia aliada à tecnologia: Propulsores do aumento da produtividade e da qualidade de vida no trabalho.** RACRE - Revista de Administração, Esp. Sto. do Pinhal - SP, v. 07, n. 11, jan./dez. 2007

QUEIRÓGA, M. R. **Influência de fatores individuais na incidência de dor músculo-esquelética em motoristas de ônibus da cidade de Londrina/PR.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

RAMOS, H. R. ; SAES, M. S. ; BRAGA, M. B. **The Institutional and Organization environment and the Competitiveness of the Alcohol Agro Industry in Brazil.** VI International PENSA Conference Sustainable Agri-food and Bioenergy Chains/Networks Economics and Management, 2007, Ribeirão Preto. VI International PENSA Conference. Ribeirão Preto : PENSA, 2007. v. 1. p. 1-20

RIDGE, D.R.; DICK, R.G. **Current research on green cane harvesting and dirt rejection by harvesters.** Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists, Towsville, v. 1, p. 19-25, 1988.

RIO, R. P.; PIRES, L. **Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica.** 3.ed. Belo Horizonte: Health, 2001, 225p.

RIPOLI, T.C.C.; PARANHOS, S.B. **Máquinas para corte e carregamento de cana.** Piracicaba: CALQ, Departamento Editorial, 1990. 46 p.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa da cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente.** Piracicaba, 2005, 2ª edição, 302 p.

ROBIN, P. **Segurança e ergonomia em maquinaria agrícola**. São Paulo: IPT, FUNDACENTRO, 1987. 24p.

ROZESTRATEN, R. J. A.; **A ergonomia veicular do século XX**. *Psicologia: Pesquisa & Trânsito*, jun. 2006, vol.2, no.1, p.45-52. ISSN 1808-9100.

SALVI, J.V.; MILAN, M.; SARRIES, G.A.; SOUZA, A.B.M.; NAGUMO, G.K.; MATOS, M.A. **Avaliação dos sistemas de corte basal de uma colhedora de cana de açúcar**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 34, 2005, Canoas. Anais... Canoas: SBEA, 2005. 1 CD-ROM.

SALVI, J. V. **Qualidade do corte de base em colheitadeiras de cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

SANTOS, J.E.G. **A Ergonomia dos tratores agrícolas: dimensões e forças de acionamento**. 5º Congresso internacional de Ergonomia e Usabilidade de interfaces. Rio de Janeiro, 2005.

SANTOS, U. de P. **Ruído, Riscos e Prevenção**. São Paulo : HUCITEC. 2. ed. 1996 157 p.

SÃO PAULO. Lei nº 11.241, de 19 de setembro de 2002. **Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas**. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 19 de setembro de 2002.

SCOPINHO, R. A.; **Pedagogia Empresarial de Controle do Trabalho e Saúde do Trabalhador: O Caso de uma Usina-Destilaria da Região de Ribeirão Preto**. Dissertação de Mestrado, São Carlos: Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, 1995

SCOPINHO, R. A.; EID, F.; VIAN C. E. de F.; DA SILVA, P. R. C. **Novas Tecnologias e saúde do trabalhador: a mecanização do corte**

**da cana-de-açúcar.** Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, vol 15 n° 1 p 147-161, jan-mar, 1999

SCHLOSSER, J.F. **Tratores agrícolas. Santa Maria** : UFSM, Departamento de Engenharia Rural, 2001. 63p. (Série técnica, I).

SOLMAN, K.N. **Analysis of interaction quality in human-machine systems: applications for forklifts.** Applied Ergonomics. Elsevier Science Ltd, n° 33, p 155-166, 2002.

SOUZA, R. R. **Panorama, Oportunidades e Desafios para o Mercado Mundial de Álcool Automotivo.** Dissertação de Mestrado em Planejamento Energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil. p 01-03, 12-13 2006

SPRINGFELDT, B. **Rollover of tractors – international experiences.** Safety Science, v.24, n.1, p. 95-110, 1996.

STANG, G.A., PORTERFIELD, J.G., LOWERY, R.L., Tractor exhaust noise evaluation technique. 1973 Transact.ASAE 16 (4), 601–605.

SÜMER, S.K., SAYB, S. E SABANCI, A. **Noise exposed of the operators of combine harvesters with and without a cab.** Applied Ergonomics 37 (2006) 749–756

SUUTARINEN, J. **Tractor accidents and their prevention.** Int. J. Industrial Ergonomics. 10, 1992, p321-329.

TONETTE, Rafael Luiz; BELARDO, Guilherme de Castro; MILAN, Marcos. **Dimensionamento da demanda de colhedoras de cana-de-açúcar para o Brasil.** XVII Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo (SIICUSP), 2009

TÓREN, A., ÖBERG, K. **Change in twisted trunk postures by the use of saddle seats – a conceptual study.** Journal of Agricultural Engineering Research. Silsoe Research Institute: 2001. n° 78 (1), p. 25 – 34.

TORÉN, A., ÖBERG, K., LEMBKE, B., ENLUND, K., RASK-ANDERSEN, A. **Tractor-driving hours and their relation to self-reported low-back and hip symptoms.** Applied Ergonomics. Elsevier Science Ltd: 2002. nº 33, p. 139 – 146.

UNICA, **Protocolo Agroambiental**, São Paulo  
[http://www.unica.com.br/userFiles/Protocolo\\_Assinado\\_Agroambiental.pdf](http://www.unica.com.br/userFiles/Protocolo_Assinado_Agroambiental.pdf)  
Acesso em: 15 out de 2007

VEIGA FILHO, A. A.; SANTOS, Z. A. P. de S.; VEIGA, J. E. R.; OTANI, M. N.; YOSHII, R. J. **Análise da mecanização do corte da cana-de-açúcar no estado de São Paulo.** Informações Econômicas 43-59 24 (10) 1994 São Paulo Brasil

VOLPATO, J.L.M. **Otimização de um cortador de base flutuante para seguimento do perfil de solo em colhedoras de cana-de-açúcar.** 2001. 204 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

Wünsch Filho, V . **Perfil epidemiológico dos trabalhadores.** Revista Brasileira de Medicina do Trabalho, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 103-117, 2004.

ZANDER, J. **Ergonomics in machine desing. A case study of the selfpropelled combine harvester.** Wageningen: Mededelingen Landboowhoge-School, 1972. 161p.

ZANELLA, J. **Agronegócio reduz emprego no campo.** Jornal UNESP Ano XXII – nº 234 Junho/2008

## Anexo I

**USC** UNIVERSIDADE  
SAGRADO  
CORAÇÃO

**PRPPG**  
Pro-reitoria  
de Pesquisa e  
Pós-graduação

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**  
Protocolo n.º 156/09

**Título do Projeto:**

AValiação ERGONOMICA DO POSTO DE TRÁBALHÓ DE OPERADORES DE COLHEDETRAS DE CANA CRUA

**Pesquisador (a) Responsável:** JOSÉ ANTONIO CORRÊAS

**Comitê de Ética:**

O CEP analisou, baseado em parecer competente, o presente projeto e o considerou aprovado.

**Data:** 25/9/2009

**Assinatura do Presidente:**

*Prof. Dr. Marcos da Cunha Lopes Virmond*

## Anexo II



### COLHEDORAS DE CANA SÉRIE 7000.



#### DO BRASIL PARA O MUNDO.

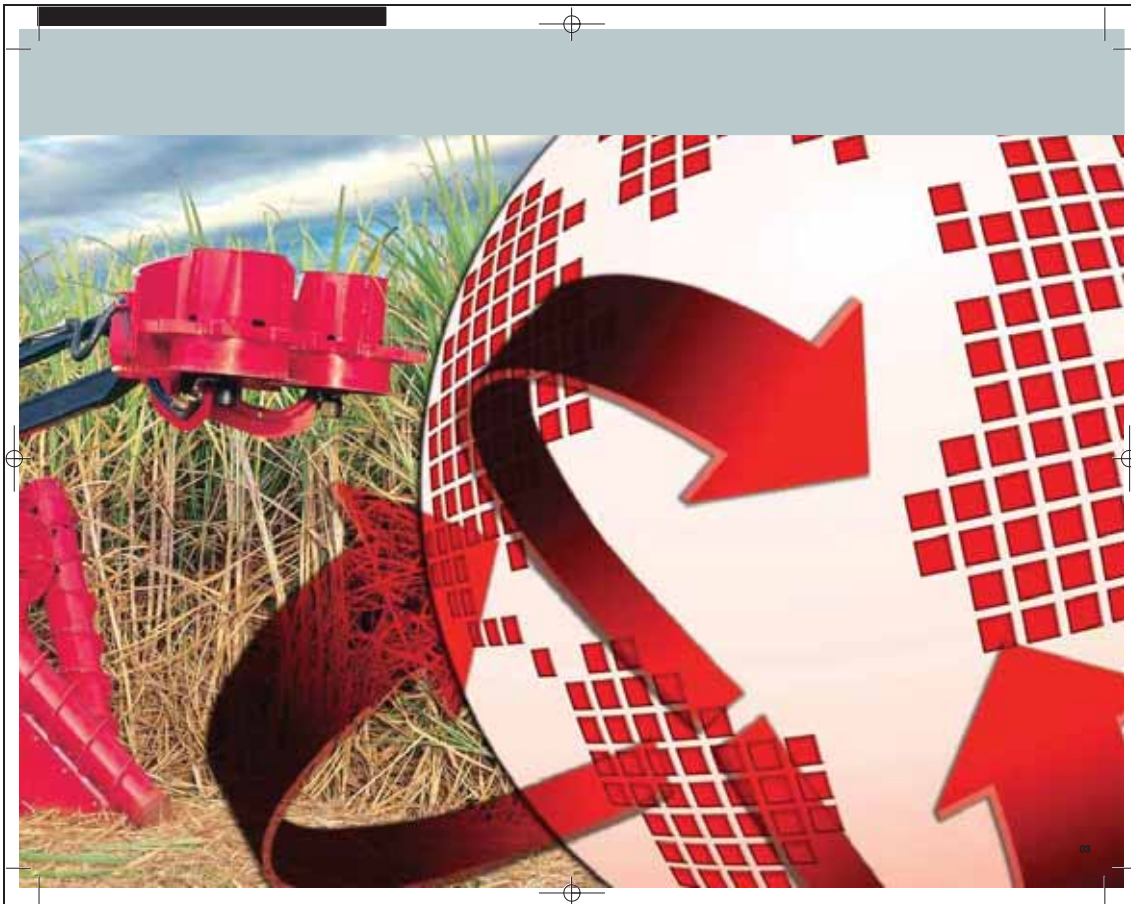
A história das colhedoras de cana da Case IH começou na Austrália, há mais de 50 anos, com os irmãos Toft. Na década de 70, em parceria com a Dedine, eles escolheram, como local para sua segunda fábrica, o Brasil, que já era o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e tinha uma indústria sucroalcooleira dando seus primeiros passos rumo à mecanização.

Ciente do potencial produtivo do país e de que aquela região concentrava as maiores e mais avançadas usinas de açúcar e álcool do mundo e os centros de excelência técnica do setor, a Case IH decidiu concentrar ali, em 2004, toda a sua fabricação de colhedoras de cana.

Atualmente, a fábrica de Piracicaba é a planta mundial de colhedoras de cana da Case IH, exportando suas máquinas para os cinco continentes. Em 2007, a Case IH comemorou a entrega de sua milésima colhedora produzida nesta planta.







## COLHEDORAS DE CANA SÉRIE 7000

### DISCOS DE CORTE LATERAL (OPCIONAL)

- Com 8 facas e com ajuste hidráulico de posição, cortam as pontas das canas emaranhadas e presas que não foram separadas pelos divisores de linha, evitando que as soqueiras sejam arrancadas do solo.

### DIVISORES DE LINHA

- Levantam e separam a linha de cana que esta sendo colhida das linhas adjacentes, de uma forma mais suave, minimizando os danos à soqueira.
- Cada divisor de linha é composto por dois cilindros que giram em sentidos opostos, fazendo a separação das linhas.

### ROLO TOMBADOR

- Orienta e inclina o feixe de cana a ser cortado, facilitando a operação de corte e a alimentação da máquina.
- Ajustado hidráulicamente de dentro da cabine.

### ROLO LEVANTADOR

- Levanta o feixe de cana cortado pelo corte de base, orientando o feixe para o interior da máquina até os rolos alimentadores.
- Tem aletas vazadas para possibilitar a retirada de grande parte da terra presa à cana cortada.

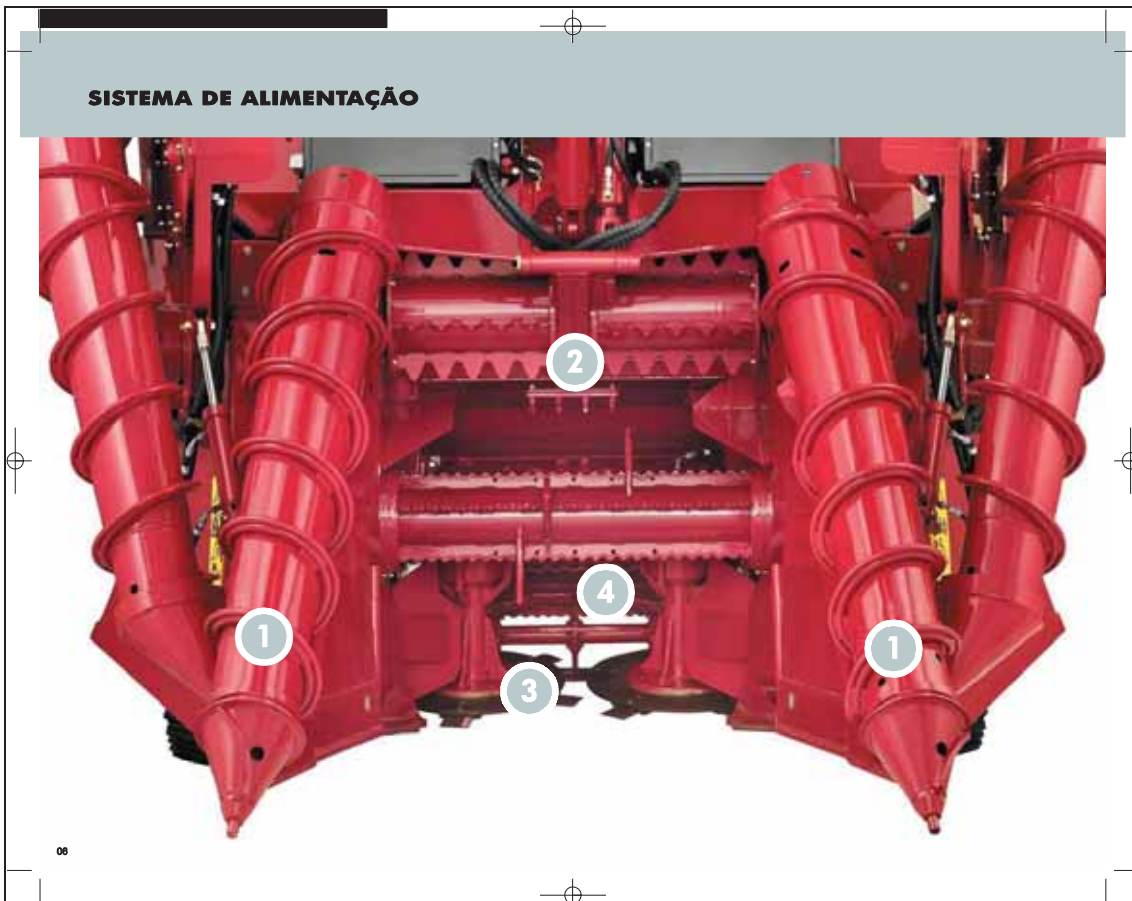
### CORTE DE BASE

- Corta a cana ao nível do solo, conduzindo sua extremidade inferior ao rolo levantador.
- Auto Tracker (opcional) - controlador automático da altura do corte de base.

### DESPONTADOR

- Corta a palha da ponta e o palmito da cana, espalhando-os uniformemente sobre o solo.
- Triturador (opcional) - além de cortar, tritura a palha e o palmito em pedaços de 100 mm.





## 1 NOVOS DIVISORES DE LINHA 45° ABRINDO CAMINHO PARA A MAIS ALTA PRODUTIVIDADE.

O novo divisor de linhas a 45° tem melhor performance, principalmente, em cana deitada, promovendo o levantamento e a separação das linhas de cana, de uma forma mais suave e eficiente.

- Levantam e separam das linhas adjacentes, a linha de cana que está sendo colhida, de uma forma mais suave, minimizando danos à soqueira.
- Cada divisor de linha é composto por dois cilindros que giram em sentidos opostos, fazendo a separação das linhas.
- Possui facas verticais que evitam o enrolamento de palhas e ervas daninhas nos divisores, evitando paradas para limpeza.
- Sua ponteira removível gira junto com o divisor, melhorando a operação de levantamento da cana. Essa ponteira substitui a antiga sapata deslizante, movimentando menos solo, minimizando a entrada de terra, reduzindo as impurezas minerais e o desgaste da colhedora.

## 2 ROLO TOMBADOR COM AJUSTE HIDRÁULICO DE POSIÇÃO A SOLUÇÃO PARA QUALQUER CONDIÇÃO DE COLHEITA.

A incidência e o volume de chuvas, as ventos fortes, as variedades de canas pesadas ou de primeiro corte são fatores que desafiam a mecanização do corte de cana.

Esses fatores podem acamar a cana de forma aleatória e imprevisível ao longo do canal, fazendo com que o operador tenha que ajustar com frequência o ângulo de trabalho do rolo tombador.

- Este rolo tombador (exclusivo) permite ao operador ajustar continuamente o ângulo de inclinação do rolo a partir de um botão elétrico na cabine, sem paradas e sem esforço.

## 3 CORTE DE BASE CORTE PRECISO E EFICIENTE.

- Formado por discos com cinco lâminas substituíveis.
- Corta a cana ao nível do solo.
- Corte perfeito. Assegura o melhor aproveitamento da lavoura e garante as condições agronômicas próprias para uma boa rebrota, com uma boa produtividade nas safras futuras.
- Auto Tracker (opcional) - o melhor sistema de controle automático da altura do corte de base. É o único que trabalha com referência de pressão e altura do cortador. Garante melhor sensibilidade e velocidade de resposta, promovendo um corte mais preciso e uniforme e reduzindo perdas e danos à soqueira.



## 4 ROLO LEVANTADOR FACILIDADE NA ALIMENTAÇÃO.

- Levanta o feixe de cana cortado pelo corte de base, orientando o feixe para o interior da máquina.
- Tem aletas vazadas para possibilitar a retirada de grande parte da terra presa à cana cortada.

## 5 ROLOS ALIMENTADORES ALIMENTAÇÃO CONTÍNUA.

- Transportam a cana até os rolos picadores.
- O movimento dos rolos, além de transportar o feixe de cana, o distribui uniformemente e ainda auxilia a limpeza da cana.
- Os rolos alimentadores superiores são flutuantes para facilitar a passagem de um feixe mais volumoso. Isso evita paradas por embuchamento.

## 6 PICADOR CORTE UNIFORME E DE ALTA CAPACIDADE.

Em mecanização de corte de cana, a densidade de carga e a limpeza da cana são fatores fundamentais. Quanto menor o tolete, maior a quantidade de cana transportada.

A Case IH desenvolveu um rolo picador com 4 facas de 15 polegadas, que permite um aumento significativo na densidade de carga, sem aumento de perdas por estilhaço.

Testes realizados comprovaram um aumento de 14% na densidade de carga no rodotrem e 18% no terminhão, se comparado ao sistema com 3 facas.

## SISTEMA DE LIMPEZA



## 1 DESPONTADOR E TRITURADOR TECNOLOGIA DE PONTE.

Em regiões onde a decomposição da palha e do palmito é rápida, recomenda-se o uso do despontador. Em regiões onde essa decomposição é lenta, a qual pode atrapalhar a rebrota e as operações de trato culturais, recomenda-se o triturador, que produz um material mais fragmentado com distribuição mais uniforme.

- Tem a função de separar a palha da ponte e o palmito da cana e espalhá-los uniformemente pelo solo, de forma a não atrapalharem a rebrota ou a operação de preparo do solo.
- Triturador (opcional) - além de cortar, tritura a palha e o palmito em pedaços de 100 mm.

## 2 DISCO DE CORTE LATERAL COM AJUSTE HIDRÁULICO DE ALTURA (OPCIONAL) CORTE EFICIENTE EM VÁRIAS ALTURAS.

Um dos diferenciais das colhedoras de cana Case IH está no seu disco de corte lateral com 8 facas, que garante melhor performance no corte.

Ele é o único sistema de corte lateral do mercado que possui ajuste hidráulico de posição. Assim, da cabine, o operador ajusta a altura dos discos, de acordo com as condições de colheita. Isso aumenta a performance e minimiza as perdas por arrancamento das soqueiras.

- Ele corta as pontas das canas emaranhadas e presas que não foram separadas pelos divisores de linha, evitando que a soqueira das linhas adjacentes sejam arrancadas do solo.

**EXTRAIRES PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO  
O MELHOR SISTEMA DE EXTRAÇÃO DE IMPUREZAS.**

**3 EXTRATOR PRIMÁRIO  
SISTEMA ANTIVORTEX: LIMPEZA MUITO SUPERIOR.**

Conjunto composto por uma hélice antivortex, um motor hidráulico e um capuz plástico bipartido. Sua função é separar a palha dos toletes.

**Mais um diferencial da Case IH:** o operador não precisa sair da cabine para ajustar a rotação do extrator - basta girar um botão no console.

Além disso, o capuz do extrator tem ajuste hidráulico de posição - feito da cabine - independentemente da posição do elevador, evitando que a palha seja arremessada na direção do elevador, em situações adversas, como vento lateral.

O Sistema Antivortex melhora o fluxo de ar na câmara do extrator primário. Com isto foi possível reduzir a velocidade de trabalho do ventilador, de 1.300 rpm para 850 rpm, em média.

- Sistema Antivortex:
- Elimina 100% do efeito vortex.
  - Reduz em aproximadamente 50% as perdas por estilhaço
  - Reduz a potência de trabalho, necessária para o extrator primário, em cerca de 30 cv.
  - Reduzindo o consumo de combustível da colhedora.

**4 EXTRATOR SECUNDÁRIO  
CANA MUITO MAIS LIMPA.**

Localizado no final do elevador giratório, ele é formado por um capuz e por uma hélice.

- Tem a função de fazer a segunda limpeza dos toletes, retirando a sujeira remanescente e assegurando uma cana mais limpa.



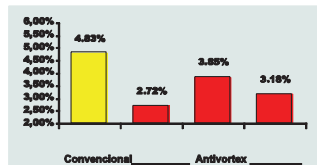
**ANTIVORTEX. INOVAÇÃO EFICIENTE NA COLHEITA DE CANA.**

**SISTEMA DE LIMPEZA ANTIVORTEX. NÃO É POR ACASO QUE A CASE IH É LÍDER MUNDIAL EM SISTEMA DE CANA.**

A Case IH projetou, desenvolveu, e os testes comprovaram que o sistema antivortex é o mais moderno e eficiente sistema de limpeza. Além de reduzir as impurezas vegetais e as perdas por estilhaço, esse sistema aumentou significativamente a densidade de carga. Conseqüentemente, os custos operacionais foram reduzidos.



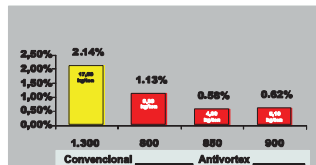
**REDUÇÃO DAS IMPUREZAS VEGETAIS**



TESTE REALIZADO NA USINA DA PEDRA - 30 E 31/07/2002

Com o Sistema Antivortex operando à velocidade de 850 rpm, foi possível baixar o percentual de impurezas vegetais (palha + palmito) em cerca de 20% em relação ao sistema anterior. Isso resulta na melhor qualidade da cana enviada à usina e, conseqüentemente, uma melhor performance de extração da moenda.

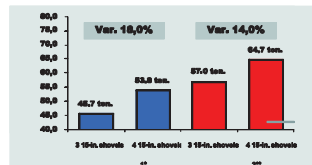
**REDUÇÃO NAS PERDAS POR ESTILHAÇOS**



TESTE REALIZADO NA USINA DA PEDRA - 30 E 31/07/2002

O gráfico acima mostra que as perdas por estilhaços são sensivelmente menores com o Sistema Antivortex. Operando na velocidade de 850 rpm, as perdas baixam de 17,6 para 4,8 kg/ton de cana, ou seja, uma diferença de 12,8 kg/ton. Considerando-se que uma Case IH colhe pelo menos 100 mil toneladas de cana por safra, dependendo da estrutura da usina, o ganho será em torno de 1,28 mil ton/colhedora.

**AUMENTO DAS CARGAS  
RODOVIÁRIAS - TONELADAS**



TESTE REALIZADO NA USINA SÃO MARTINHO - 09/08 A 09/09/2002 - MONITORADO PELA COPEPERUCAR

Com o uso do rolo picador de 4 facas, baixou-se o tamanho do tolete de 240 para 170 mm. Com isso, foi possível aumentar a densidade de carga em 18% nos tremelhões e em 14% nos rodotrens. Com o Sistema Antivortex, mesmo cortando toletes menores, não há perda de cana. Assim, o resultado líquido é um aumento na densidade de carga que se traduz em menor custo de transporte da cana à usina e/ou a possibilidade de aumento da área geográfica de cana atendida pela usina.

ANTIVORTEX



## SISTEMA DE DESCARGA.

### MAIOR ROBUSTEZ, MAIOR CONFIABILIDADE.

O sistema de descarga da colhedora é composto de mesa, sistema de giro, bojo e esteira do elevador. Esses componentes, fabricados com material de grande resistência, formam um conjunto robusto e confiável capaz de suportar as mais severas condições de colheita.

### ELEVADOR GIRATÓRIO. MAIOR ROBUSTEZ.

O elevador é um dos componentes mais exigidos em robustez e confiabilidade. Sua função é elevar uma carga de cerca de 1,5 ton de cana por minuto a uma altura de descarga de 4,5 m, com a velocidade da esteira em cerca de 9,0 km/h (150 m/min).

A colhedora de cana Case IH incorporou no elevador giratório um dispositivo já mundialmente consagrado, em termos de confiabilidade e robustez, para serviços pesados "heavy-duty": o sistema de giro da retroescavadeira Case 580M "backhoe". Esse dispositivo simplificou o acionamento do giro do elevador.



*O sistema de giro do elevador é o mesmo já utilizado e consagrado mundialmente pelas retroescavadeiras Case 580M.*



12

## SISTEMA HIDRÁULICO



### OTIMIZADO, EFICIENTE E CONFIÁVEL.

A Case IH é pioneira na introdução de sistemas hidráulicos em colhedoras de cana e tem investido permanentemente, nos últimos anos, na simplificação e na melhoria da eficiência desses sistemas. Foram instalados blocos de comando no circuito do cortador de pontas, no elevador giratório, nos rolos picadores e no cortador de base.

Esses blocos substituíram as complexas conexões e reduziram o número de mangueiras, válvulas remotas e blocos em Y, resultando em um design muito mais limpo e prático.

Todo o óleo do sistema é filtrado antes de voltar ao tanque. Assim, além da conhecida eficiência e confiabilidade, todo o sistema hidráulico ficou muito mais otimizado em seu desempenho, manutenção e custo operacional.

A Case IH sabe que conforto, segurança, funcionalidade e facilidade de manutenção são fatores fundamentais para otimizar o desempenho de uma colhedora.



Um circuito com menos mangueiras facilita o acesso ao sistema hidráulico.

### MANUTENÇÃO SIMPLIFICADA

O basculamento da cabine, as articulações do elevador, a caixa de bomba do sistema hidráulico e o radiador basculante tornam a manutenção das colhedoras Case IH mais fácil e rápida.



Radiador basculante com portas duplas facilita a limpeza.



13

## CABINE. COMPARTIMENTO DO OPERADOR.



Sistema de ar-condicionado eficiente, com saídas de ar bem distribuídas no interior da cabine.



Os faróis de quartzo, halogênicos, facilitam o trabalho noturno.

O pára-brisa profundo, (aproximadamente 150 mm) otimiza a visibilidade da frente e da boca de alimentação da colhedora.

14

A cabine da colhedora de cana da Case IH, que sempre foi superior em conforto, acabamento e segurança para o operador, é basculante, o que melhora ainda mais a sua funcionalidade. Esse basculamento facilita a manutenção do motor e de outros componentes internos.

O piso da cabine está ao nível das portas, o que facilita a limpeza. Os comandos e instrumentos são ergonomicamente posicionados. Além disso, seus amplos vidros e os retrovisores oferecem visibilidade de 360°.



Visão 360°: vidros grandes e 4 espelhos retrovisores. Baixo nível de ruídos, comandos e instrumentos ergonomicamente posicionados.



## AUTO TRACKER\*

### O NOVO SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROLE DA ALTURA DO CORTE DE BASE.

Sua finalidade é facilitar a operação. Uma vez calibrado, o operador não precisa mais se preocupar com o ajuste da altura de corte em operação.

- Ajuste automático da altura de corte através de sensores de pressão e altura.
- Garante o corte na altura ideal.
- Opcional - disponível para as colhedoras Case IH Série 7000 a partir dos modelos de 1999.

### VANTAGENS AGRONÔMICAS E ECONÔMICAS

#### GARANTIA DE MAIOR PRODUTIVIDADE NA SUA SAFRA.

Além da grande performance, o Auto Tracker preserva a produtividade da próxima safra ao minimizar danos por arrancamento e abalo à soqueira.

- Redução do número de rizomas arrancados pelo corte de base: 27,2%\*
- Redução do abalo da soqueira causada pelo corte de base: 28,3%\*

#### REDUÇÃO MAIOR NAS CABECEIRAS.

- Redução do número de rizomas arrancados nas cabeceiras, pelo corte de base: 62,9%\*

#### REDUÇÃO NAS PERDAS.

- A perda de cana aderida à soqueira é menor devida ao corte rente ao solo, porém sem danificar a soqueira.

(\* Média dos resultados obtidos pelo IAC (Instituto Agronômico de Campinas) nos testes realizados na Usina São João, em Araras - SP em 2005.

### VANTAGENS OPERACIONAIS

#### OPERAÇÃO E AJUSTES MUITO FÁCEIS.

- Painel eletrônico com apenas quatro teclas.
- Visor com dígitos maiores e "back light", para operações noturnas.

### LEVANTE AUTOMÁTICO NAS MANOBRAS

Ao baixar a rotação do motor, o sistema levanta automaticamente a colhedora, para que a manobra seja feita.

- Redução da perda de cana.
- Redução dos danos na lavoura.
- Redução da sobrecarga nos componentes.

### CALIBRAÇÃO

Para calibrar a altura ideal de corte, o operador utiliza o sistema manual por um período de até meia hora de colheita. Neste período, o Auto Tracker acumula as informações e determina as médias de pressão hidráulica e da altura de corte mais adequadas para aquela área.

### AJUSTE RÁPIDO DE ACORDO COM A SUA NECESSIDADE.

Com um simples toque na tecla de ajuste, o operador pode mudar o ajuste de pressão hidráulica e da altura de corte.\*

\* Esse recurso é recomendado para colher cana de "arrepio", ou seja, quando numa linha a cana está deitada a favor do deslocamento, e na outra linha ela está deitada contra o deslocamento da máquina.

### MENOS ESTRESSE PARA O OPERADOR.

- Redução da quantidade de comandos efetuados pelo operador.
- Preserva a atenção do operador para outras operações.

### MAIOR DURABILIDADE DOS COMPONENTES.

Por ser automático, o Auto Tracker trabalha otimizado, ajustando a altura somente quando necessário.

- Redução da fadiga e do desgaste do conjunto válvulas/cilindros da suspensão.



## VERSATILIDADE

### A7000

Pneus: conferem à máquina um menor custo de manutenção e maior velocidade de transporte (20 km/h) entre áreas próximas à colheita.



### A7700

Esteiras: conferem à máquina maior estabilidade. O design agrícola da sapata diminui muito a compactação do solo na zona das raízes.



17

## DIMENSÕES - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### MOTOR

Cummins M11 .....335 cv (246 kW)

### TRANSMISSÃO

#### 7000

Tipo .....Hidrostática  
Operação .....Comando elétrico  
com acionamento positivo

Velocidade máxima de transporte .....Até 20 km/h

#### 7700

Tipo .....Hidrostática  
Esteira .....Heavy Duty  
Sapatas .....Com design agrícola

### FREIOS

#### 7000

A disco, acionamento hidráulico (independentes)  
Freio de estacionamento manual

#### 7700

Discos múltiplos com operação automática

### CAPACIDADES

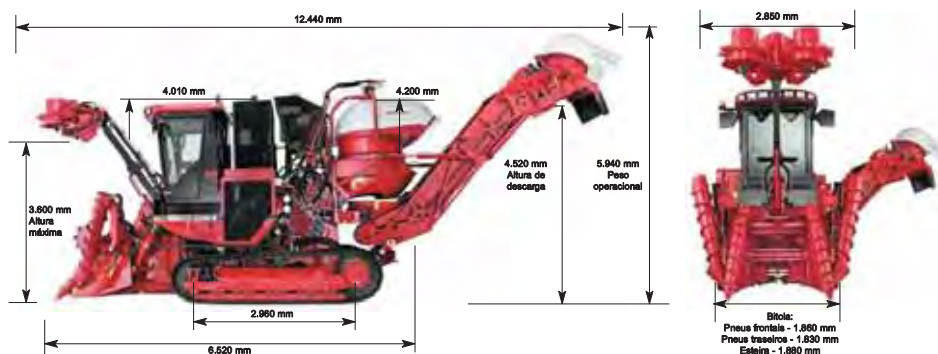
Tanque de combustível .....480 ℓ  
Tanque de óleo hidráulico .....480 ℓ

### CORTE DE PONTAS

Altura ajustável .....960 mm - 3.600 mm  
Tambor separador .....Bidirecional  
Despontador  
Número de lâminas .....8  
Triturador .....Opcional  
Número de lâminas .....34

### DIVISORES DE LINHA 450

Distância entre as pontas .....1,5 m - 1,8 m  
Facas corta-palha verticais .....Standard  
Cilindros espirais duplos .....Standard  
Disco de corte lateral .....Opcional  
Número de facas .....8



18



#### CORTE DE BASE

Distância entre centros .....630 mm  
Número de discos .....2, desmontáveis  
Número de lâminas por disco .....5, substituíveis  
Auto Tracker .....Opcional

#### ROLOS ALIMENTADORES

Acionamento .....Hidráulico, reversível  
Número de rolos .....12  
Largura do rolo .....900 mm

#### PICADORES

Acionamento .....Hidráulico, reversível  
Tambor  
Entre centros 380 mm 3 ou 4 lâminas por tambor  
Largura da lâmina .....65 mm, substituíveis

#### EXTRATORES

Acionamento .....Hidráulico  
Sistema de giro hidráulico do capuz .....Standard  
Diâmetro do ventilador  
Primário (Hélice Antivortex) .....1.280 mm  
Secundário .....940 mm

#### ELEVADOR

Dotado de horímetro/esteira para avaliação de eficiência  
Acionamento .....Hidráulico, reversível  
Largura .....850 mm  
Ângulo total de giro .....170°  
Giro do elevador .....Tipo Back-Hoe

#### RODAS E PNEUS

Dianteiros .....400/60 15,5 x 14 lonas  
Traseiros .....23,5 x 25 x 12 lonas

#### EQUIPAMENTOS STANDARD

- Cabine de duas portas com isolamento termo-acústico
- Ar-condicionado
- Banco com suspensão e descanso de braço
- Limpador / lavador do pára-brisa
- 4 espelhos retrovisores (2 internos e 2 externos)
- Iluminação interna e do painel de instrumentos
- Coluna de direção ajustável
- Tacômetro / horímetro para motor e esteira do elevador
- Indicador de combustível e pressão de óleo do motor
- Indicador de temperatura do óleo do motor e do óleo hidráulico
- Indicador de carga da bateria
- Indicador de pressão de óleo hidráulico do corte de base e do picador
- Indicador de restrição dos filtros de sucção do óleo hidráulico
- Medidor de RPM do extrator
- Relés de segurança religáveis
- Trava das portas da cabine e tanques de combustível / óleo
- Comando de bloqueio da tração
- Freio de estacionamento
- Indicadores, alarme de ré / piscas
- Farol rotativo de segurança

- Acionamento eletrônico, de altura dos pirulitos, despontador/triturador e chassis através de "Joystick"
- 8 faróis de quartzo, halogênicos, montados na cabine, e 2 no elevador
- Iluminação interna e do painel de instrumentos
- Radiador de água basculante
- Cabine basculante
- Elevador basculante
- Filtros em linha para todo óleo hidráulico
- Filtros específicos para a segunda filtragem do óleo hidráulico da transmissão

#### EQUIPAMENTOS OPCIONAIS

- Disco de corte lateral
- Triturador
- Rolo picador de 3 facas
- Auto Tracker (controlador automático da altura do corte de base)

#### SISTEMA DE SEGURANÇA ELETRÔNICO

- Desligamento da máquina quando:
  - alta temperatura do motor
  - baixo nível de água do radiador do motor
  - alta pressão de óleo do motor
  - baixo nível de óleo hidráulico
- Bloqueio de partida quando da transmissão ativada
- Bloqueio de partida quando a porta do radiador estiver aberta

19

**CASE IH**  
AGRICULTURE

A Case IH reserva-se o direito de alterar qualquer especificação ou qualquer informação em qualquer momento, sem aviso prévio e sem qualquer responsabilidade de manter ou em qualquer momento. As especificações, descrições e materiais ilustrados aqui constituem uma representação da melhor construção na data de publicação, mas não representam a última palavra. As ilustrações podem incluir equipamentos opcionais e acessórios e podem não incluir todos os equipamentos padrão.

Atualizado em 01/2008 - Depto. de Comunicações - MAC3333 - Impresso no Brasil

[www.caseih.com.br](http://www.caseih.com.br)

CASE IH Brasil

Curitiba - Fone - Brasil  
Av. Assis Brasil, 11.205 - 81400-005  
Cidade Industrial  
Fone: (41) 2107-0111

# Anexo III

## John Deere 3520 - Performance inigualável em todo o mundo.

### Motor 9,0 litros

A 3520 é a colhedora de cana-de-açúcar mais vendida em todo o mundo. Meritíssima confiabilidade, conforto, aplicação e facilidade de uso.

A Colhedora 3520 opera mais vezes a cada hora, com menos consumo de combustível e, portanto, vem com o menor custo por tonelada produzida. Além disso, possui 120 horas de vida útil e um sistema de lubrificação avançado para aplicações agrícolas.

O ventilador traseiro da força motriz controla o fluxo de ar para manter o motor a uma temperatura ideal e evita que o óleo se aqueça demais, o que reduz o tempo de manutenção e o consumo de combustível.

Quando o desempenho cai devido ao motor a 100% da potência nominal, a 3520 mantém a potência nominal para garantir a produtividade máxima durante a colheita.

Com o motor a 100% da potência nominal, a 3520 mantém a produtividade máxima durante a colheita. Isso garante a máxima eficiência operacional e reduz o consumo de combustível.

Um novo sistema de filtragem de óleo desenvolvido especificamente para a 3520 mantém o óleo limpo e livre de contaminação por partículas de sujeira e sujeira, o que reduz o tempo de manutenção e o consumo de combustível. Isso garante a máxima eficiência operacional e reduz o consumo de combustível.

A Colhedora 3520 vem com uma série de acessórios de série e opcionais disponíveis para personalizar a máquina para suas necessidades específicas.



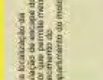
Novo sistema de filtragem de óleo desenvolvido especificamente para a 3520 mantém o óleo limpo e livre de contaminação por partículas de sujeira e sujeira, o que reduz o tempo de manutenção e o consumo de combustível.



O novo alternador da 3520 mantém o sistema de iluminação da máquina sempre funcionando corretamente, mesmo em condições de vibração.



Novo alternador da 3520 mantém o sistema de iluminação da máquina sempre funcionando corretamente, mesmo em condições de vibração.



O novo alternador da 3520 mantém o sistema de iluminação da máquina sempre funcionando corretamente, mesmo em condições de vibração.



### Novos Mostradores

Dois mostradores digitais de informações e códigos de diagnóstico em quatro idiomas (inglês, português, espanhol e francês).

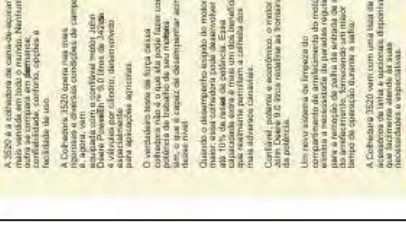
O operador pode configurar os códigos de diagnóstico com sua necessidade.

Display mostra uma leitura em formato grande ou quatro leituras simultâneas em formatos menores.

Mostrador inferior para as funções do motor.

Mostrador superior para as outras funções da 3520.

Novo indicador eletrônico de pressão do cone de base, com luz vermelha para Visualização Natural.



### Cabine tecnológica

Os operadores desfrutam de tempo de trabalho mais produtivo, por isso a conforto fundamental. A 3520 tem uma variedade de recursos tecnológicos para tornar o trabalho mais fácil e seguro. Dessa forma, o operador se sente bem ao trabalhar em um turno de trabalho, quanto mesmo se trabalhar no final do dia.

Por dentro, a nova geração de novos recursos tecnológicos oferece mais conforto e produtividade. O novo sistema de climatização do motor, ar condicionado e ar quente, mantém o operador confortável durante todo o dia. O novo sistema de iluminação mantém o operador confortável durante todo o dia. O novo sistema de iluminação mantém o operador confortável durante todo o dia.

A 3520 oferece uma variedade de recursos tecnológicos para tornar o trabalho mais fácil e seguro. Dessa forma, o operador se sente bem ao trabalhar em um turno de trabalho, quanto mesmo se trabalhar no final do dia. O novo sistema de climatização do motor, ar condicionado e ar quente, mantém o operador confortável durante todo o dia. O novo sistema de iluminação mantém o operador confortável durante todo o dia.



O motor 9024 produz mais potência a sua unidade de potência para Visualização Natural.



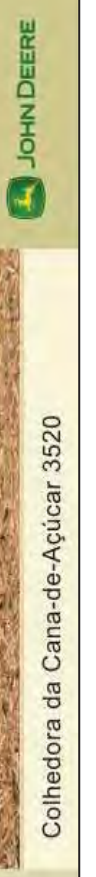
Dois novos sistemas de iluminação mantêm o operador confortável durante todo o dia. O novo sistema de iluminação mantém o operador confortável durante todo o dia.

| Equipamento opicional |        |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Modelo                | A      | B     | C     | D     | E     | F     | G     | H     |       |
| Estado                | 15.144 | 2.070 | 2.200 | 2.370 | 2.570 | 2.770 | 2.970 | 3.170 | 3.370 |
| Preço                 | 15.144 | 2.070 | 2.200 | 2.370 | 2.570 | 2.770 | 2.970 | 3.170 | 3.370 |

| Estatísticas principais |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| Motor                   | 9,0 Litros (270,0 galões) |
| Velocidade máxima       | 12,4 km/h (7,7 mph)       |
| Consumo de combustível  | 12,4 km/h (7,7 mph)       |

| Estatísticas principais |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| Motor                   | 9,0 Litros (270,0 galões) |
| Velocidade máxima       | 12,4 km/h (7,7 mph)       |
| Consumo de combustível  | 12,4 km/h (7,7 mph)       |

3520



Colhedora da Cana-de-Açúcar 3520

# A melhor solução para o corte e alimentação do mercado.



## Corte de Base e Placador

Com a sua inovadora lâmina de corte, o harrow oferece o melhor desempenho em termos de produtividade e eficiência. A lâmina de corte é inclinada para cima, o que proporciona um corte mais eficiente e reduz o consumo de combustível. O harrow também possui um sistema de suspensão que permite ajustar a altura de corte de acordo com as condições do terreno. Além disso, o harrow possui um sistema de lubrificação que reduz o atrito e o consumo de energia. O harrow também possui um sistema de proteção que evita danos ao equipamento em terrenos irregulares. O harrow é uma máquina essencial para a produção de silagem e para a preparação do solo. O harrow também possui um sistema de diagnóstico que permite identificar problemas rapidamente. O harrow é uma máquina robusta e durável, capaz de trabalhar em condições adversas. O harrow também possui um sistema de segurança que protege o operador em caso de emergência. O harrow é uma máquina que oferece a melhor solução para o corte e alimentação do mercado.



**Discos padrão de 22" (56cm)**  
**Capota de corte de base reclinável para atender às diversas condições de colheita. Sólida e durável.**  
**Placador ajustável por um potente motor hidráulico de pressão.**  
**Tampa de proteção do placador conforme normas de segurança ISO.**

## Alimentação

Com a sua inovadora lâmina de corte, o harrow oferece o melhor desempenho em termos de produtividade e eficiência. A lâmina de corte é inclinada para cima, o que proporciona um corte mais eficiente e reduz o consumo de combustível. O harrow também possui um sistema de suspensão que permite ajustar a altura de corte de acordo com as condições do terreno. Além disso, o harrow possui um sistema de lubrificação que reduz o atrito e o consumo de energia. O harrow também possui um sistema de proteção que evita danos ao equipamento em terrenos irregulares. O harrow é uma máquina essencial para a produção de silagem e para a preparação do solo. O harrow também possui um sistema de diagnóstico que permite identificar problemas rapidamente. O harrow é uma máquina robusta e durável, capaz de trabalhar em condições adversas. O harrow também possui um sistema de segurança que protege o operador em caso de emergência. O harrow é uma máquina que oferece a melhor solução para o corte e alimentação do mercado.



**Contador de pontes para monitorar o peso do material.**  
**Trilizador de pontas (opcional) que facilita o manuseio de resíduos.**  
**Faixa lateral opcional para cana entrelaçada.**  
**Rolo pré-tombador do anel de linha melhora a alimentação e a eliminação.**

## Peças e Serviceabilidade

Com a sua inovadora lâmina de corte, o harrow oferece o melhor desempenho em termos de produtividade e eficiência. A lâmina de corte é inclinada para cima, o que proporciona um corte mais eficiente e reduz o consumo de combustível. O harrow também possui um sistema de suspensão que permite ajustar a altura de corte de acordo com as condições do terreno. Além disso, o harrow possui um sistema de lubrificação que reduz o atrito e o consumo de energia. O harrow também possui um sistema de proteção que evita danos ao equipamento em terrenos irregulares. O harrow é uma máquina essencial para a produção de silagem e para a preparação do solo. O harrow também possui um sistema de diagnóstico que permite identificar problemas rapidamente. O harrow é uma máquina robusta e durável, capaz de trabalhar em condições adversas. O harrow também possui um sistema de segurança que protege o operador em caso de emergência. O harrow é uma máquina que oferece a melhor solução para o corte e alimentação do mercado.

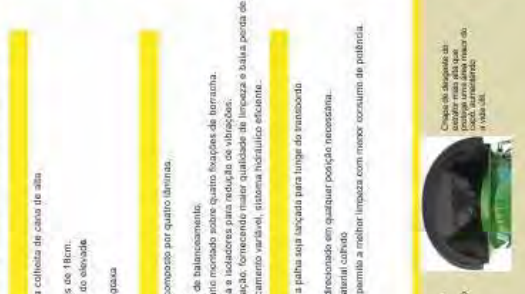


**Com o sistema de peças de reposição, a manutenção é rápida e fácil. Peças de reposição disponíveis em todo o mundo.**  
**As operações de manutenção são mais simples e rápidas. O harrow possui um sistema de diagnóstico que permite identificar problemas rapidamente.**  
**Com o sistema de peças de reposição, a manutenção é rápida e fácil. Peças de reposição disponíveis em todo o mundo.**

## A John Deere oferece o maior número de benefícios e opcionais.



**Com o sistema de peças de reposição, a manutenção é rápida e fácil. Peças de reposição disponíveis em todo o mundo.**  
**As operações de manutenção são mais simples e rápidas. O harrow possui um sistema de diagnóstico que permite identificar problemas rapidamente.**  
**Com o sistema de peças de reposição, a manutenção é rápida e fácil. Peças de reposição disponíveis em todo o mundo.**



**Com o sistema de peças de reposição, a manutenção é rápida e fácil. Peças de reposição disponíveis em todo o mundo.**  
**As operações de manutenção são mais simples e rápidas. O harrow possui um sistema de diagnóstico que permite identificar problemas rapidamente.**  
**Com o sistema de peças de reposição, a manutenção é rápida e fácil. Peças de reposição disponíveis em todo o mundo.**




**Com o sistema de peças de reposição, a manutenção é rápida e fácil. Peças de reposição disponíveis em todo o mundo.**  
**As operações de manutenção são mais simples e rápidas. O harrow possui um sistema de diagnóstico que permite identificar problemas rapidamente.**  
**Com o sistema de peças de reposição, a manutenção é rápida e fácil. Peças de reposição disponíveis em todo o mundo.**




**Com o sistema de peças de reposição, a manutenção é rápida e fácil. Peças de reposição disponíveis em todo o mundo.**  
**As operações de manutenção são mais simples e rápidas. O harrow possui um sistema de diagnóstico que permite identificar problemas rapidamente.**  
**Com o sistema de peças de reposição, a manutenção é rápida e fácil. Peças de reposição disponíveis em todo o mundo.**

# Apendice I



Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação  
Programa de pós graduação em Design  
**Avaliação ergonômica do posto de trabalho de operadores de colhedoras de cana crua.**



Pesquisador responsável: José Antonio Corrêa  
R. Profª Ana Júlia Prado de Oliveira, 112-B Residencial Primavera- Botucatu/SP  
e-mail: jo\_dzn@yahoo.com.br - tel (14) 97182297

Esta pesquisa busca compreender melhor as necessidades dos operadores de colhedora de cana, para isso serão realizados ensaios com a finalidade de avaliar o nível de temperatura, ruído, verificação da disposição dos controles, fotografias, filmagens e aplicação de questionários.

Nenhum dos ensaios oferecerá qualquer tipo de risco à saúde do operador, nenhum equipamento instalado transmitirá qualquer tipo de radiação além de não haver contato entre os operadores.

Estes equipamentos visam apenas coletar dados de ruído e temperatura interna na cabine.

Para o conhecimento mais aprofundado da atividade será solicitado aos voluntários que respondam um questionário o qual não será identificado. Assim como as eventuais fotografias terão a identidade dos voluntários assim como da empresa descaracterizadas.

Esta pesquisa poderá trazer como benefícios a melhor adequação destes equipamentos às características brasileiras, melhorando o conforto do trabalhador e consequentemente seu desempenho.

Não há qualquer tipo de encargo ou prêmio aos participantes desta pesquisa.

**Confidencialidade**

Eu \_\_\_\_\_ entendo que qualquer informação obtida sobre mim, **será confidencial**. Eu também entendo que meus registros de pesquisa estão disponíveis para revisão dos pesquisadores. Esclareceram-me que **minha identidade não será revelada** em nenhuma publicação desta pesquisa, por conseguinte, concordo na publicação para propósitos científicos.

**Direito de Desistência**

Eu entendo que estou **livre para recusar** minha participação neste estudo ou para **desistir a qualquer momento**.

**Consentimento Voluntário.**

Eu certifico que li ou foi-me lido o texto de consentimento e entendi seu conteúdo. **Uma cópia deste formulário ser-me-á fornecida**. Minha assinatura demonstra que concordei **livremente** em participar deste estudo.


Assinatura do participante da pesquisa: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_\_

Eu certifico que expliquei a(o) participante acima, a natureza, propósito, benefícios e possíveis riscos associados à sua participação neste pesquisa, que respondi todas as questões que me foram feitas e testemunhei assinatura acima.


\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_  
de 2008

\_\_\_\_\_  
José Antonio Corrêa  
Pesquisador responsável

## Apendice II



Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação  
Programa de pós-graduação em Design  
Avaliação ergonômica do posto de trabalho de operadores de colhedoras de cana crua.



**1. Caracterização dos sujeitos.** (preenchido pelo entrevistado)

|               |   |
|---------------|---|
| Idade: _____  | Tempo na profissão (anos): _____          |
| Altura: _____ | Turno: _____                              |
| Peso: _____   | Média de horas trabalhadas diárias: _____ |
| Gênero: _____ | Modelo da máquina: _____                  |

**2. Dados da Atividade.** (preenchido pelo entrevistado)

Através do questionário abaixo buscamos compreender de maneira mais profunda o seu dia a dia no trabalho. Os dados aqui colhidos poderão contribuir para estes equipamentos serem cada vez mais adaptados às suas necessidades. Sua colaboração é fundamental e voluntária podendo desistir a qualquer momento. O pesquisador já te explicou previamente como são os procedimentos, porém em caso de dúvida solicite ajuda do mesmo.

As informações prestadas aqui estarão seguras e serão utilizadas apenas em caráter acadêmico/científico.

Abaixo você poderá demonstrar o **DESCONFORTO** de cada um dos itens abaixo.


Através das duas figuras estão representadas duas situações extremas de desconforto em que:

☹ **Extremamente desconfortável.** | ☺ **Nada desconfortável.**


Faça uma marcação na linha em quanto você considera desconfortável cada um dos itens a seguir:

1. Facilidade de acesso ao equipamento.  
☹ \_\_\_\_\_ ☺
2. Facilidade de regulação do assento.  
☹ \_\_\_\_\_ ☺
3. Facilidade de leitura dos dados dos mostradores.  
☹ \_\_\_\_\_ ☺
4. Facilidade de identificação de problemas.  
☹ \_\_\_\_\_ ☺
5. Facilidade de regulação do despertador.  
☹ \_\_\_\_\_ ☺
6. Facilidade de regulação do dispositivo de corte de base.  
☹ \_\_\_\_\_ ☺
7. Facilidade de visualização dos separadores de palha.  
☹ \_\_\_\_\_ ☺

## Apêndice II



Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação  
Programa de pós-graduação em Design  
Avaliação ergonômica do posto de trabalho de operadores de colhedoras de cana crua.



8. Facilidade de visualização da deposição de cana picada no transbordo.

☹ \_\_\_\_\_ ☺

9. Agilidade do equipamento para paradas de emergência.

☹ \_\_\_\_\_ ☺

10. Nível de ruído.

☹ \_\_\_\_\_ ☺

11. Temperatura interna.

☹ \_\_\_\_\_ ☺

12. Percepção de vibração.

☹ \_\_\_\_\_ ☺

13. Alcance dos principais comandos.

☹ \_\_\_\_\_ ☺

Gostaríamos também de sua opinião a respeito das seguintes questões:

14. O que você mais gosta do equipamento que você opera?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

15. Qual a principal **vantagem** do modelo que você opera com relação aos demais?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

16. Qual a principal **désvantagem** do modelo que você opera com relação aos demais?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

17. Quais são suas sugestões para a melhoria do equipamento?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Agradecemos a sua participação.