

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A GÊNESE DAS GÊNESES INSTRUMENTAIS: O PROJETO NO USO DE  
MÁQUINAS COLHEDORAS DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL E NA  
AUSTRÁLIA**

**Lidiane Regina Narimoto**

**SÃO CARLOS**

**2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A GÊNESE DAS GÊNESES INSTRUMENTAIS: O PROJETO NO USO DE  
MÁQUINAS COLHEDORAS DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL E NA  
AUSTRÁLIA**

**Lidiane Regina Narimoto**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, como requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. João Alberto Camarotto

Co-orientador: Prof. Robin Burgess-Limerick

Agências financiadoras:

Brasil – CNPq

Austrália – CAPES Proc. N. 99999.012452/2013-00

**SÃO CARLOS**

**2015**

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar  
Processamento Técnico  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N229g Narimoto, Lidiane Regina  
A gênese das gêneses instrumentais : o projeto no  
uso de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar no  
Brasil e na Austrália / Lidiane Regina Narimoto. --  
São Carlos : UFSCar, 2015.  
331 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São  
Carlos, 2015.

1. Ergonomia. 2. Corte mecanizado. 3. Gênese  
instrumental. 4. Antropotecnologia. 5. Transferência  
de tecnologia. I. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

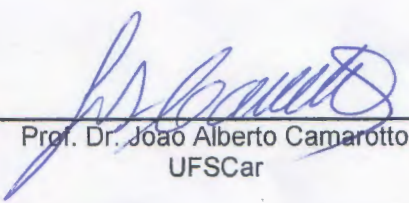
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

---

**Folha de Aprovação**

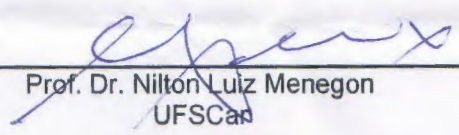
---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado da candidata Lidiane Regina Narimoto, realizada em 20/08/2015:




---

Prof. Dr. João Alberto Camarotto  
UFSCar



---

Prof. Dr. Nilton Luiz Menegon  
UFSCar



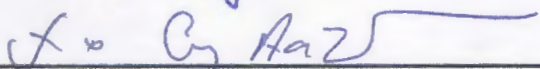
---

Prof. Dr. Francisco Jose da Costa Alves  
UFSCar



---

Prof. Dr. Roberto Funes Abrahão  
UNICAMP



---

Prof. Dr. Júlia Issy Abrahão  
UnB

**Dedico este trabalho aos operadores e mecânicos de máquinas colhedoras.**

*“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará ao seu tamanho original”.*

*Albert Einstein*

## AGRADECIMENTOS

Esta tese é o resultado da contribuição de muitos amigos.

Agradeço, em primeiro lugar, aos meus pais, por serem a minha base e por me apoiarem incondicionalmente nas minhas escolhas.

Aos meus familiares e amigos queridos que torceram por mim, me proporcionaram alegrias e me acompanharam ao longo desses anos, em especial: Daniele, Elaine, Kelly, Larissa, Simone, Saulo e Rafael.

À Adriana, minha irmã do coração, que sempre esteve ao meu lado.

À Silva, grande amiga que me ajudou no contato com as usinas de cana-de-açúcar e ao Giordano, amigo que me acompanhou no desenvolvimento do trabalho de campo nas situações brasileiras.

Aos amigos do DEP e do SimuCAD, pela amizade.

Aos operadores de máquinas Alessandro e Lucas, pessoas maravilhosas que me ajudaram no acesso à algumas frentes de corte.

Aos amigos do Minerals Industry Safety and Health Centre (MISHC) da University of Queensland.

Em especial, ao meu co-orientador prof. Robin, pela disponibilidade, pela paciência e pelos momentos de aprendizado.

À Sara, pessoa iluminada e amiga querida, à quem sou muito grata por toda a ajuda que me ofereceu, não apenas em termos de contato com produtores, mas também por me acolher em um país diferente e facilitar imensamente a minha adaptação.

À Danellie, pela ajuda desde o contato com os produtores ao acesso às frentes de corte. Sem ela, o trabalho de campo nas situações australianas realmente não seria possível.

À Gern e Hannah, pela amizade especial e por tornarem a minha vida em Brisbane mais feliz.

Ao Stephen e ao Robert, pelo empenho e por me receberem tão bem em suas propriedades.

Ao prof. Dr. Francisco José da Costa Alves, Prof. Dr. Roberto Funes Abrahão e Profa. Dra. Júlia Issy Abrahão, pela leitura cuidadosa da tese, pela disponibilidade, pela ajuda oferecida ao longo do trabalho e pelas valiosas contribuições.

Ao Prof. Dr. Nilton Luiz Menegon, pelas contribuições desde a pré-qualificação, que foram absolutamente fundamentais para a conclusão dessa tese.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Alberto Camarotto, por toda dedicação, paciência, apoio e ensinamentos de grande valor.

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização da pesquisa no Brasil e à CAPES, com o Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE), que forneceu o auxílio financeiro para a pesquisa na Austrália.

Por fim, agradeço à Deus, por me manter firme e forte na condução desse trabalho.



## RESUMO

A mecanização do corte de cana-de-açúcar no Brasil vem apresentando crescimento significativo desde 2007. As máquinas empregadas nos canaviais tiveram seu projeto originado na Austrália, sendo transferidas para o Brasil na década de 70. Desde sua concepção inicial, o projeto das máquinas sofreu diversas modificações e aprimoramentos. Na ergonomia, é sabido que a apropriação dos artefatos levam a um processo de construção e reconstrução de usos e dispositivos, de modo que o projeto continua no uso. Neste tocante, o presente estudo teve como objetivo principal analisar o processo de concepção no uso das máquinas colhedoras de cana-de-açúcar e contribuir para a compreensão de como os usuários projetam. Considerando que a máquina teve origem na Austrália, buscou-se realizar um estudo comparativo entre as duas condições de utilização, com base nos pressupostos da abordagem da antropotecnologia. Além disso, dado o histórico de participação de usuários no projeto das máquinas colhedoras de cana-de-açúcar, buscou-se compreender se essa participação ainda existe e como ela ocorre agora que a fabricação das máquinas é dominada por grandes fabricantes. Para isso, foram realizados estudos de caso em três situações no Brasil e duas situações na Austrália, segundo os pressupostos da Análise Ergonômica do Trabalho (AET). Os resultados obtidos descrevem as situações estudadas, a atividade e os detalhes da operação, as modificações no projeto realizadas pelas equipes, seu processo de elaboração e as necessidades de melhorias. As modificações no projeto foram divididas em três categorias: estruturais, funcionais e operacionais. As modificações estruturais visavam adequar a tecnologia às condições de uso do Brasil: características dos terrenos e a duração da operação das máquinas em uma safra brasileira. As modificações funcionais resolviam problemas de projeto não antecipados durante o processo de concepção dos projetistas. Já as modificações funcionais representaram a contribuição dos usuários e do desenvolvimento da atividade para o projeto. No Brasil foram encontradas inúmeras modificações, elaboradas através da articulação das competências de dois atores: operador de máquina e mecânico. Além das diferenças nas modificações no artefato, outras duas diferenças relevantes entre os países foram com relação à organização do trabalho e à estratégia de corte. Conclui-se que: 1) o projeto no uso é essencial para adequar uma tecnologia às condições de uso locais; 2) a gênese das gêneses instrumentais está na junção da atividade dos operadores e do repertório dos mecânicos para praticar a bricolagem, bem como na existência de espaços sociais de interação entre esses atores; 3) a participação dos usuários, que sempre foi fundamental para

o projeto das máquinas colhedoras de cana-de-açúcar, continua sendo essencial e pode ser alcançada através de uma abordagem dialógica de concepção.

**Palavras-chave:** ergonomia; corte mecanizado; gênese instrumental; antropotecnologia; transferência de tecnologia.

## ABSTRACT

The mechanization of sugarcane harvesting in Brazil has been presenting significant growth since 2007. The machines used in the fields were originally designed in Australia and were transferred to Brazil in the 70's. Since its original conception, the design has suffered several modifications and improvements. In ergonomics, it is known that the appropriation of artifacts leads to a process of construction and reconstruction of uses and devices, so that the design continues in usage. With this regard, the present study aimed to analyze the process of design in use of sugarcane harvester machines and to contribute to the understanding of how users design. Considering that the machine was originated in Australia, the study also aimed to conduct a comparative study between the two situations, based on the principles of antropotechnology. Furthermore, given the historical participation of users in design process of sugarcane harvesters, the study also aimed to verify whether this participation still exists now that the design is controlled by multi-national equipment manufacturers. For this purpose, three case study were conducted in Brazil and two in Australia, according to the principles of Ergonomic Work Analysis. The obtained results describe the studied situations, the activity and operation, the modifications in machine's design performed by the harvesting teams, the elaboration process and the need for design improvements. The modifications in machines' design were divided into three categories: structural, functional and operational. Structural modifications aimed to adapt the technology to Brazilian conditions: the soil characteristics and the duration of the harvesting season in the country. Functional modifications aimed to solve design problems not anticipated by designers during design process. Operational modifications represented the contribution of users and their activity to the design. In Brazil, several modifications were found and they were elaborated through the articulation of competences of two actors: harvester operator and harvester mechanic. Besides the differences in the amount of modifications, other differences between the two countries were the work organization and the harvesting strategies. It can be concluded that: 1) design in use is essential to adapt a technology to local conditions of usage; 2) the genesis of instrumental genesis is in the junction of operators' activity and of mechanics' inventory to practice bricolage as a way of designing, as well as the existence of social spaces of interaction between these subjects; 3) users' participation, which has always been essential to the design of sugarcane harvester machines, is still crucial and can be reached through a dialogical approach of design.

**Key-words:** ergonomics; design in use; mechanized harvesting; instrumental genesis; antropotechnology; technology transfer.

## LISTA DE ABREVIATURA

AET	Análise Ergonômica do Trabalho
ABIMAQ	Associação Brasileira das Indústrias de Máquinas Agrícolas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
CTC	Centro de Tecnologia Canavieira
IEA	<i>International Ergonomics Association</i>
UNICA	União da Indústria de Cana-de-açúcar

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição percentual dos sistemas de colheita nas unidades da Região Centro-Sul nas últimas dez safras.....	23
Figura 2. Proporção percentual de área colhida mecanicamente na Região Centro-Sul.....	24
Figura 3. Cana-de-açúcar.....	32
Figura 4. Linhas de cana-de-açúcar .....	33
Figura 5. Corte manual de cana-de-açúcar .....	35
Figura 6. Corte mecanizado de cana-de-açúcar .....	35
Figura 7. Visão esquemática das principais funções de uma colhedora combinada.....	42
Figura 8. Sistema de colheita de cana-de-açúcar da Menta-Mit Máquinas Agrícolas .....	43
Figura 9. Colhedora A4000 (A) e colhedora A8800 (B) .....	44
Figura 10. Colhedora 3520 (A) e colhedora 3522 (B) .....	44
Figura 11. Colhedora S5010.....	45
Figura 12. Colhedora CC701.....	45
Figura 13. Relações existentes ao determinar a carga de trabalho.....	50
Figura 14. O ciclo de projeto .....	56
Figura 15. Principais considerações de projeto.....	58
Figura 16. Considerações ergonômicas no projeto de máquinas .....	59
Figura 17. Principais interações entre fatores ergonômicos e fatores de projeto e desempenho relacionados às máquinas .....	64
Figura 18. Pátio com caçambas da usina .....	99
Figura 19. Descarga nas caçambas .....	101
Figura 20. Transporte ferroviário na região norte do Queensland.....	104
Figura 21. Funções de uma colhedora combinada.....	109
Figura 22. Despontador .....	110
Figura 23. Rotação do despontador .....	110
Figura 24. Altura do despontador .....	111

Figura 25. Divisores de linha.....	112
Figura 26. inclinação dos divisores de linha.....	112
Figura 27. Altura dos divisores de linha.....	113
Figura 28. Disco de corte lateral.....	114
Figure 29. Ajuste dos discos de corte lateral .....	114
Figura 30. Corte de base.....	115
Figura 31. Rolos tombadores.....	116
Figura 32. Ajuste dos rolos tombadores. ....	117
Figura 33. Sistema de rolos. ....	118
Figura 34. Rolos picadores.....	119
Figura 35. Cesto do elevador.....	120
Figura 36. Extrator primário.....	120
Figura 37. Giro do extrator primário. ....	121
Figura 38. Pás do extrator primário. ....	122
Figura 39. Elevador. ....	123
Figura 40. Giro do elevador.....	123
Figura 41. Ajuste da altura do elevador.....	124
Figura 42. Esteira do elevador.....	125
Figura 43. Giro do extrator secundário.....	126
Figura 44. Ajuste do flap.....	127
Figura 45. Estratégia de colheita linha a linha comumente praticada no Brasil.....	129
Figura 46. Visão de dentro da cabine. ....	145
Figura 47. Estratégia de colheita em voltas na situação D.....	156
Figura 48. Estratégia de colheita com transbordo em ré na situação E.....	158
Figura 49. Tratores sem rodas dianteiras.....	159
Figura 50. Degrau adicional das máquinas 8800.....	163
Figura 51. Grade das máquinas 8800.....	164

Figura 52. Grade das máquinas 8800 retendo palha.....	165
Figura 53. Posição do radiador.....	166
Figura 54. Trava da janela da cabine John Deere 3520.....	169
Figura 55. Divisores de linha.....	179
Figura 56. Revestimento nos divisores de linha John Deere.....	179
Figura 57. Divisores laterais.....	180
Figura 58. Revestimento nos divisores de linha Case 8800.....	180
Figura 59. Revestimento da saia flutuante Case 8800.....	181
Figura 60. Revestimento da saia flutuante John Deere 3520.....	181
Figura 61. Revestimento das sapatas John Deere 3520.....	181
Figura 62. Revestimento da sapata Case 8800.....	182
Figura 63. Revestimento dos rolos transportadores.....	182
Figura 64. Revestimento dos rolos picadores.....	183
Figura 65. Borrachas lançadoras substituídas.....	184
Figura 66. Corte de base.....	184
Figura 67. Corte de base - "pé de galinha" revestido.....	185
Figura 68. Corte de base - "pé de galinha" fabricado.....	185
Figura 69. "Tijolo".....	186
Figura 70. Partes do extrator primário.....	187
Figura 71. Trinca no anel.....	188
Figura 72. Solda do anel.....	188
Figura 73. Anel superior e inferior.....	189
Figura 74. Aletas.....	189
Figure 75. Desgaste de aletas.....	190
Figura 76. Aleta fabricada.....	190
Figura 77. Reforços no chassis John Deere.....	191
Figura 78. Reforços na estrutura John Deere 3520.....	191



Figura 79. Reforços na estrutura John Deere 3522.....	192
Figura 80. Reforços na estrutura John Deere 3522.....	192
Figura 81. Reforços na estrutura anterior John Deere 3522.....	193
Figura 82. Reforços no chassis Case 8800 .....	193
Figure 83. Reforços na estrutura da bandeja John Deere.....	194
Figura 84. Reforços na estrutura da bandeja Case 8800 .....	194
Figura 85. Reforços no elevador John Deere.....	195
Figura 86. Trincas no extrator secundário John Deere. ....	196
Figura 87. Travessas do elevador John Deere. ....	196
Figura 88. Reforços na porção distal do elevador John Deere.....	197
Figura 89. Chapa protetora do elevador John Deere.....	197
Figura 90. Reforços no batente do elevador. ....	198
Figura 91. Reforços no elevador Case 8800.....	199
Figura 92. Comando vicker original e modificado. ....	200
Figura 93. Nova localização da bateria Case 8800.....	201
Figura 94. Correntes no degrau de acesso. ....	201
Figura 95. Novo formato da saia flutuante Case 8800.....	202
Figura 96. Rolos tombadores Case 8800. ....	203
Figura 97. Tanque adicional de óleo hidráulico Case 8800.....	204
Figura 98. Esteira original Case 8800.....	204
Figura 99. Guias adicionais Case 8800.....	205
Figura 100. Correntes no anel do extrator primário.....	205
Figura 101. Borracha de proteção Case 8800.....	206
Figura 102. Reforço na mesa do elevador Case 8800.....	207
Figura 103. Cabo de aço para contenção do elevador Case 8800.....	208
Figura 104. Pino e encaixe do cabo de aço.....	209
Figura 105. Tampa de vedação dos rolos Case 8800.....	210

Figura 106. Rolamento dos divisores de linha Case 8800. ....	211
Figura 107. Rolamento John Deere para referência.....	212
Figura 108. Porca na embreagem dos rolos picadores.....	213
Figura 109. Tampa da embreagem original e furada. ....	213
Figura 110. Fechadura da porta do radiador trocada. ....	214
Figura 111. Chapas laterais.....	215
Figura 112. Ponto de desgaste da mesa do elevador John Deere.....	216
Figura 113. Furos para engraxar a mesa do elevador. ....	217
Figura 114. Borracha de proteção envolvendo as mangueiras.....	218
Figura 115. Modificação na saída das mangueiras. ....	218
Figura 116. Novo pistão de suspensão.....	219
Figura 117. Guia da esteira (A) e guias originais John Deere (B). ....	220
Figura 118. Guia desgastado.....	220
Figura 119. guias adicionais John Deere. ....	221
Figura 120. Porca na embreagem dos rolos picadores.....	222
Figura 121. Ponto de atrito das mangueiras.....	222
Figura 122. "Gavetinha". ....	223
Figura 123. Trajeto original das mangueiras. ....	223
Figura 124. Trajeto novo das mangueiras.....	224
Figura 125. Reforço na mesa do elevador John Deere. ....	225
Figura 126. Nova fechadura da porta do radiador. ....	226
Figura 127. Trava adicional da porta do radiador.....	226
Figura 128. Corrente para a tampa do tanque combustível.....	227
Figura 129. Chapa defletora mais resistente. ....	227
Figura 130. Nova posição do nível de óleo.....	228
Figura 131. Nível de óleo e posição do sensor original. ....	229
Figura 132. Tanque adicional conectado ao tanque original.....	229

Figura 133. Capuz Case na máquina John Deere.....	230
Figura 134. Peça semelhante ao vortex. ....	231
Figura 135. Farol para iluminação.....	232
Figura 136. Adesivos refletores no extrator primário.....	233
Figura 137. Batoques de giro do extrator primário Case 8800.....	234
Figura 138. Talha para movimentação dos radiadores Case 8800.....	235
Figura 139. Pino e gancho para acoplar a talha. ....	235
Figura 140. Suporte para manuseio do radiador com a talha.....	236
Figura 141. Localização do farol.....	237
Figura 142. Corote.....	238
Figura 143. Tanque de combustível John Deere 3522 aumentado. ....	238
Figura 144. Reforço na estrutura da máquina para o tanque.....	239
Figura 145. Reforço na estrutura do tanque.....	240
Figura 146. Revestimento de solda na John Deere 3510.....	243
Figura 147. Revestimento de solda na Cameco CH2500.....	244
Figura 148. Altura original e modificada da cabine da Cameco CH2500. ....	245
Figura 149. Degrau adicional de acesso à cabine. ....	245
Figura 150. Grade de proteção original. ....	246
Figura 151. Máquina sem a grade de proteção. ....	246
Figura 152. Localizações da suspensão Case 8800.....	251

## LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1. Operações no início do corte .....	131
Fluxograma 2. Operações durante o corte. ....	134
Fluxograma 3. Operações no final do corte.....	140

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fabricantes de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar no Brasil.....	43
Tabela 2. Componentes do sistema de trabalho.....	60
Tabela 3. Relação entre fatores de projeto e considerações ergonômicas.....	60
Tabela 4. Dados dos entrevistados na situação A.....	95
Tabela 5. Dados dos entrevistados na situação B.....	96
Tabela 6. Dados dos entrevistados na situação C.....	98
Tabela 7. Dados do operador da situação D.....	103
Tabela 8. Dados do operador da situação E.....	107
Tabela 9. Avaliação dos operadores de máquinas Case 8800.....	163
Tabela 10. Avaliação dos operadores de máquinas John Deere 3520.....	168
Tabela 11. Avaliação dos operadores de máquinas John Deere 3522.....	170
Tabela 12. Avaliação do operador da máquina John Deere 3510.....	175
Tabela 13. Avaliação do operador da máquina Cameco CH2500.....	176

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>22</b>
1.1. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA .....	22
1.2. OBJETIVOS DA PESQUISA.....	27
1.2.1. Objetivo geral.....	27
1.2.2. Objetivos específicos .....	27
1.3. MÉTODO DA PESQUISA.....	29
1.4. ESTRUTURA DA PESQUISA .....	30
<b>2. A CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR E A MÁQUINA COLHEDORA.....</b>	<b>32</b>
2.1. O CORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	32
2.1.1. A cana-de-açúcar.....	32
2.1.2. O corte manual .....	33
2.1.3. O corte mecanizado.....	35
2.2. A MÁQUINA COLHEDORA .....	37
2.2.1. Histórico .....	38
2.2.2. Colhedoras atuais.....	41
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO PARA O ESTUDO.....</b>	<b>46</b>
3.1. A ERGONOMIA DA ATIVIDADE .....	46
3.2. A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA E A ANTROPOTECNOLOGIA .....	51
3.3. ERGONOMIA E PROJETO EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS .....	54
3.3.1. O processo de projeto.....	54
3.3.2. O projeto em máquinas agrícolas.....	57
3.3.3. Estudos ergonômicos existentes.....	66
3.3.4. Considerações acerca dos estudos.....	73
3.4. A PERSPECTIVA DA ATIVIDADE NA CONSTRUÇÃO SOCIAL DOS ARTEFATOS.....	74
3.4.1. O projeto como processo social.....	75
3.4.2. O projeto como bricolagem .....	76
3.4.3. A abordagem da atividade mediada por instrumentos.....	78
3.5. CONCLUSÃO.....	84
<b>4. MÉTODO.....</b>	<b>85</b>
4.1. A ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO .....	85
4.2. MÉTODOS E TÉCNICAS .....	88
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>93</b>
5.1. SITUAÇÕES ESTUDADAS .....	93
5.2. A OPERAÇÃO .....	107
5.2.1. Descrição da tarefa.....	108
5.2.1.1. Requisitos de colheita.....	108
5.2.1.2. Acionamento e controle das funções da colhedora .....	109
5.2.1.3. Outros procedimentos.....	127
5.2.2. Descrição da atividade .....	129
5.2.2.1. Brasil .....	129
5.2.2.1.1. O início do corte.....	130
5.2.2.1.2. Durante o corte .....	133

5.2.2.1.3. Final do corte .....	139
5.2.2.1.4. Variabilidades .....	141
5.2.2.1.5. Outras tarefas .....	153
5.2.2.2. Austrália .....	155
5.2.2.2.1. Outras tarefas .....	160
5.3. MÁQUINAS ESTUDADAS .....	162
5.3.1. <i>Brasil</i> .....	162
5.3.1.1. Avaliação dos operadores .....	162
5.3.1.2. Avaliação dos mecânicos .....	172
5.3.2. <i>Austrália</i> .....	175
5.3.2.1. Avaliação dos operadores .....	175
5.4. MODIFICAÇÕES NO ARTEFATO .....	177
5.4.1. <i>Brasil</i> .....	178
5.4.1.1. Processo de elaboração das modificações .....	240
5.4.2. <i>Austrália</i> .....	242
5.5. NECESSIDADE DE MELHORIAS .....	247
5.5.1. <i>Brasil</i> .....	247
5.5.2. <i>Austrália</i> .....	255
5.6. CONSIDERAÇÕES ACERCA DAS SITUAÇÕES ESTUDADAS .....	256
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>260</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>279</b>
7.1. <i>CONTRIBUIÇÕES PARA A TEORIA</i> .....	279
7.2. <i>CONTRIBUIÇÕES PARA A PRÁTICA</i> .....	280
7.3. <i>LIMITAÇÕES DO ESTUDO</i> .....	280
7.4. <i>SUGESTÕES DE CONTINUIDADE DA PESQUISA</i> .....	280
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>282</b>
<b>APÊNDICE A – TABELA COM A EVOLUÇÃO HISTÓRICA NO PROJETO DE MÁQUINAS COLHEDORAS NA AUSTRÁLIA .....</b>	<b>297</b>
<b>APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA OPERADORES E MECÂNICOS DE MÁQUINAS COLHEDORAS DE CANA-DE-AÇÚCAR .....</b>	<b>317</b>
<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO COM OPERADORES DE MÁQUINAS COLHEDORAS DE CANA-DE-AÇÚCAR .....</b>	<b>319</b>
<b>APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO COM MECÂNICOS DE MÁQUINAS COLHEDORAS DE CANA-DE-AÇÚCAR .....</b>	<b>322</b>
<b>APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO – AUSTRÁLIA .....</b>	<b>324</b>
<b>APÊNDICE F – FOLHETO INFORMATIVO PARA OS PARTICIPANTES – AUSTRÁLIA .....</b>	<b>326</b>
<b>APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO COM OPERADORES DE MÁQUINAS COLHEDORAS DE CANA-DE-AÇÚCAR – AUSTRÁLIA .....</b>	<b>329</b>

## 1. Introdução

### *1.1. Justificativa e relevância da pesquisa*

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas da economia brasileira. O Brasil não é apenas o maior produtor de cana-de-açúcar como também o primeiro do mundo na produção de açúcar e etanol (BRASIL, 2013). Segundo os dados da União da Indústria de Cana-de-açúcar (UNICA, 2014), a safra de 2013/2014 ultrapassou 650 milhões de toneladas de cana-de-açúcar moída.

No país, a produção de cana-de-açúcar concentra-se nas regiões norte-nordeste e centro-sul, que detém 90% da produção total (BRASIL, 2013). Dentro da região centro-sul, destaca-se o Estado de São Paulo, que sozinho é responsável por 60% da produção nacional, sendo o maior polo produtor de cana-de-açúcar no Brasil.

Desde que a Lei Estadual da Queima (n.11.241/02, 2002) (SÃO PAULO, 2002) foi promulgada em 2002, tem havido um crescente processo de mecanização do corte da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. A lei estipula um cronograma gradativo de eliminação da queima como método de despalha e determina que tal prática deva ser totalmente banida no Estado até o ano de 2021 para áreas mecanizáveis (declividade de até 12%) e 2031 para as não-mecanizáveis (declividade superior a 12%).

Essa lei foi impulsionada com o acordo firmado em 2007 entre Governo do Estado e produtores, chamado “Protocolo Agroambiental do Setor Sucroenergético”, que antecipa em sete anos (de 2021 para 2014) e em 14 anos (2031 para 2017) os prazos estabelecidos pela lei (UNICA, 2013). Assim, apesar desse protocolo não ter força de lei e não ser obrigatório, o setor produtivo se dedicou em atender e superar as metas definidas, com a adesão de mais de 170 usinas e 29 associações de fornecedores que juntos representam mais de 90% da produção paulista (SÃO PAULO, 2014).

Conforme o censo realizado pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC, 2012), o índice de colheita mecanizada vem crescendo significativamente na região Centro-Sul (Figura 1). Em 2012, praticamente três quartos da colheita na região foi realizada



mecanicamente com cana crua e durante os dez anos avaliados, a taxa média de adoção da colheita mecanizada passou de 34% em 2003 para 85% em 2012.

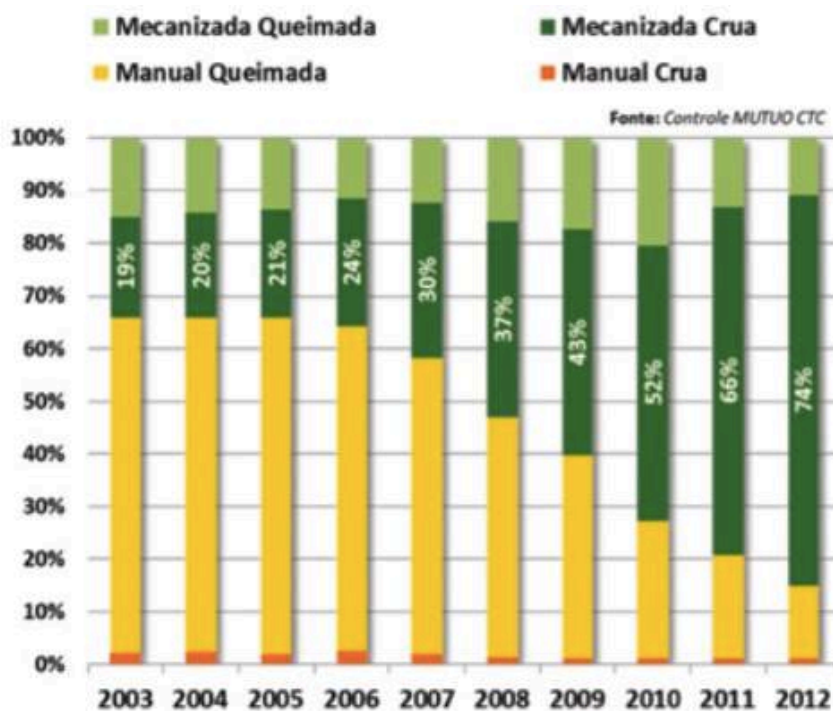


Figura 1. Distribuição percentual dos sistemas de colheita nas unidades da Região Centro-Sul nas últimas dez safras (Fonte: CTC, 2012)

O censo realizado traz ainda dados de cada estado da região Centro-Sul (figura 2): o Mato Grosso do Sul é o estado que possui atualmente o maior índice de colheita mecanizada, com 95%, em segundo lugar está Mato Grosso e em terceiro lugar o Estado de Goiás. O Estado de São Paulo atingiu 87% da colheita mecanizada e dentre suas principais regiões produtoras, Ribeirão Preto é a que possui maior índice de mecanização da colheita, com 94% (CTC, 2012).

Entidades como a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) e a Associação Brasileira das Indústrias de Máquinas Agrícolas (ABIMAQ) não dispõem de dados sobre a comercialização de colhedoras de cana no país. O anuário estatístico da ANFAVEA, por exemplo, indica a produção de 7.630 colhedoras no ano de 2011, porém não discrimina o tipo de colhedora (grãos, algodão, cana-de-açúcar, café, etc.) (ANFAVEA, 2012).



Figura 2. Proporção percentual de área colhida mecanicamente na Região Centro-Sul (Fonte: CTC, 2012)

Entretanto, conforme mostra a Revista Globo Rural (2012), as fabricantes estimam que em 2011 foram comercializadas cerca de 1.000 colhedoras de cana-de-açúcar no país e a expectativa é de que chegue a 1.200 unidades nos próximos anos. Isso representa um salto na venda dessas máquinas, haja vista que no ano de 2003, por exemplo, foi de apenas 40 unidades, como apontado por Ramos (2007).

Tradicionalmente, o setor sucroalcooleiro brasileiro sempre foi alvo de estudos, críticas e denúncias com relação às condições de trabalho no corte manual de cana (BARROS, 2005; ALVES, 2006; BACCARIN e ALVES, 2008; LAAT, 2010) e a mecanização tem sido encarada como fato que porá fim a este trabalho penoso (ALVES, 2009). Realmente, a mecanização elimina o corte manual, todavia, dá origem a outras atividades de trabalho, dentre elas, ressalta-se a operação das máquinas colhedoras de cana-de-açúcar.

A introdução dessas máquinas nos canaviais transforma a atividade de corte: as condições de trabalho, as competências necessárias, os constrangimentos são outros (NARIMOTO, 2012). Conforme verificado pela autora, a intermediação da máquina no processo de corte gera uma complexidade no trabalho dos operadores, exigindo processos cognitivos diferenciados para realizar o trabalho. Foi verificado que durante toda a colheita,

os operadores se atentam para realizar o corte adequado (principalmente o corte de base), garantir a limpeza do produto, não danificar a máquina, garantir a sua segurança e gerir todas as variabilidades da situação. O corte mecanizado, portanto, diferentemente do corte manual, envolve além do conhecimento do processo de corte da cana-de-açúcar, o domínio de uma tecnologia para fazê-lo com a mesma qualidade (NARIMOTO, 2012).

Quando os usuários se apropriam dos artefatos ocorre um processo de construção e reconstrução de usos e dispositivos (RABARDEL e BÉGUIN, 2005). Em outras palavras, durante o desenvolvimento da atividade, os operadores produzem de meios de ação e também instrumentos. Segundo Béguin (2008), essa é uma característica intrínseca da atividade humana: o operador recoloca em movimento e interroga o trabalho dos projetistas, de modo que o projeto continua no uso.

As máquinas colhedoras utilizadas atualmente em escala mundial, tiveram seu projeto originado na Austrália, com os próprios produtores liderando as inovações (KEER e BLYTH, 1993). No início da década de 1970, essas máquinas foram transferidas para o Brasil (RIPOLI, 1981) e desde então, as fabricantes aprimoraram o projeto de seus produtos, desenvolvendo máquinas cada vez mais robustas, produtivas e eficientes, como detalhado por Neves (2003).

Neste tocante, surgem algumas questões: como se deu a evolução do projeto desde sua introdução no país? As modificações no projeto das máquinas colhedoras tem contribuição do projeto no uso? Quais são essas modificações? Elas foram e são de alguma forma incorporadas nas máquinas? Elas diferem daquelas realizadas na Austrália?

A inventividade dos operadores quando confrontados com a técnica é uma questão há muito tempo abordada pela ergonomia da atividade. A inventividade e criatividade visam explorar os recursos disponíveis no meio em que se dá a atividade e coloca-los à serviço da ação (RABARDEL e BÉGUIN, 2005).

Segundo Béguin e Rabardel (2000), o uso de um artefato em situação, durante longos períodos de tempo, é um excelente teste dos princípios que fundamentam o seu projeto, pois esse teste revela as necessidades dos usuários, seus problemas diários e abre caminho para novos desenvolvimentos.

A abordagem que engloba a apropriação dos artefatos e os processos pelos quais o projeto continua no uso é chamada de abordagem da atividade mediada por instrumentos

(RABARDEL e BÉGUIN, 2005). Essa abordagem consiste de uma perspectiva desenvolvimental: de não apenas considerar os artefatos e a atividade no projeto mas de considerar o desenvolvimento de ambos conjuntamente. Assim, sob essa perspectiva desenvolvimental, o projeto não tem início ou fim definidos, trata-se mais de um processo cíclico (BÉGUIN, 2003).

Segundo essa abordagem, o projeto continua no uso devido à gênese instrumental, que envolve os processos de *instrumentação* e *instrumentalização* (RABARDEL, 1995). A instrumentação está relacionada com as técnicas, as maneiras de fazer e pensar, com esquemas de utilização do operador. Assim, ele pode desenvolver novos esquemas ou modificar esquemas existentes. A instrumentalização, por sua vez, diz respeito ao artefato: adaptações, atribuição de propriedades, transformação na sua estrutura, no seu funcionamento, etc.

Conforme Rabardel e Waern (2003), as gêneses instrumentais ocorrem não porque o projeto é deficiente, mas porque o conceito incorporado pelo artefato é em todas as formas, instanciado pelo usuário. O desenvolvimento dos artefatos através do uso é inerente à atividade humana.

Considerando, portanto, que todo artefato passa por modificações no uso, como os usuários projetam? Qual a gênese das gêneses instrumentais?

Na literatura, há diversos estudos acerca do projeto de máquinas agrícolas. A maioria deles enfoca o trator agrícola, por ser o veículo mais comumente utilizado no campo, tanto na bibliografia nacional (DEBIASI *et al.*, 2004; SANTOS *et al.*, 2008; SCHLOSSER *et al.*, 2011; MATTAR *et al.*, 2010; NIETIEDT *et al.*, 2012) quanto internacional (PATEL *et al.*, 2000; MAYTON *et al.*, 2008; MEHTA *et al.*, 2008; KUMAR *et al.*, 2009; BILSKI *et al.*, 2013). E outra parcela dos estudos se dedica a máquinas diversas como as de colheita florestal (GRESVSTEN e SJOGREN, 1996; GELLERSTEDT, 2000; MINETTE *et al.*, 2007), de milho (FONTANA *et al.*, 2004), trigo (SÜMER *et al.*, 2006), arroz (SALIS *et al.*, 2002) e cana-de-açúcar (SILVA *et al.*, 2011).

Entretanto, tais estudos abordam o projeto das máquinas a partir da análise dos níveis de ruído (AYBEK *et al.*, 2010), exposição à vibração (SCHUST *et al.*, 2006), acesso a controles (DRAKOPOULOS e MANN, 2007), comparações de alguns aspectos em relação

às normas (ALONÇO *et al.*, 2006) e não sob a lógica da atividade de quem opera tais artefatos.

Em contraponto às abordagens tradicionais de estudo e análise de máquinas agrícolas disponíveis na bibliografia, esta pesquisa adotou paradigmas que propõem abordar o projeto das máquinas colhedoras sob uma perspectiva antropocêntrica: a abordagem da ergonomia da atividade e da atividade mediada por instrumentos. Além disso, trata-se de um estudo mais abrangente dessas máquinas, considerando a transferência de tecnologia.

Dessa forma, o estudo pretendeu contribuir para a compreensão de como se dá o projeto no uso e a discussão acerca do seu papel em situações de transferência de tecnologia entre países. Os dados gerados pelo estudo podem inclusive ser utilizados pelas fabricantes de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar como fonte de informação para melhoria no projeto de seus produtos.

## ***1.2. Objetivos da pesquisa***

### **1.2.1. Objetivo geral**

O presente estudo objetiva caracterizar o processo de concepção no uso de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar no Brasil e na Austrália, sob a perspectiva da ergonomia da atividade e das gêneses instrumentais, e identificar seu papel em situações de transferência de tecnologia.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

As questões pesquisa que o estudo visa responder são:

- Como se dá o projeto no uso das máquinas colhedoras? Ocorrem gêneses instrumentais? Se sim, quais são elas? Qual a origem do processo inventivo no campo (a gênese das gêneses instrumentais)?

- Dado que a máquina colhedora teve sua origem na Austrália, como se dá a sua operação no Brasil? As práticas nos dois países são iguais? São diferentes? Por quê?
- Atualmente, grandes fabricantes controlam o projeto das máquinas colhedoras; porém, o projeto no uso e as modificações em campo são reconhecidas pelas fabricantes? São incorporadas ao projeto? De que maneira?

Tendo em vista as questões de pesquisa, os objetivos específicos do estudo no Brasil são:

- Verificar junto à equipe de projeto das fabricantes como é desenvolvido o projeto das máquinas e como são tratadas questões de ergonomia e modificações realizadas.
- Analisar a operação das máquinas em situação real de trabalho.
- Identificar as diferentes formas de concepção no uso, ou seja, os processos de instrumentação e instrumentalização dessas máquinas.

Na Austrália, local de origem da referida tecnologia, os objetivos específicos do estudo são:

- Levantar dados sobre o surgimento da máquina colhedora de cana-de-açúcar e realizar uma análise sobre a evolução no seu projeto até o conceito transferido para o Brasil.
- Analisar a operação das máquinas em situação real de trabalho bem como as diferentes formas de concepção no uso e realizar comparações com o contexto brasileiro.

As contribuições teóricas deste estudo são:

- Aprofundar o conhecimento sobre as máquinas colhedoras de cana-de-açúcar: seu histórico, evolução e operação.
- Contribuir para a compreensão de como se dá o projeto no uso, como os usuários criam.

- Discutir sobre o papel do conhecimento gerado no uso para o sucesso da transferência de tecnologia entre países.

### ***1.3. Método da pesquisa***

O estudo seguiu a abordagem metodológica da pesquisa qualitativa, tendo como método o estudo de caso do tipo multi-caso e os pressupostos da Análise Ergonômica do Trabalho (AET).

A pesquisa qualitativa tem como foco a obtenção de informações sobre a perspectiva dos sujeitos, bem como a interpretação do ambiente em que a problemática acontece (MARTINS, 2010). A fim de captar as perspectivas e interpretações dos envolvidos, a abordagem qualitativa tende a ser menos estruturada. Da mesma forma, para descrever, analisar e apreender os resultados, essa abordagem dispõe de uma série de técnicas de interpretação.

Na abordagem qualitativa, a escolha do método é orientada segundo o objeto em estudo. Assim, “(...) *os objetos não são reduzidos a simples variáveis, mas sim representados em sua totalidade, dentro de seus contextos cotidianos*” (FLICK, 2009, p. 24).

Um dos métodos mais apropriados para se conduzir uma pesquisa qualitativa é o estudo de caso. O estudo de caso é um estudo de caráter empírico que investiga um fenômeno atual inserido no contexto da vida real (YIN, 2005). O estudo de caso lida com questões de pesquisa do tipo “como” e “porque” acerca de um conjunto atual de acontecimentos, sobre o qual o se tem pouco ou nenhum controle (YIN, 2005).

Segundo Voss *et al.* (2002), o estudo de caso tem sido um dos métodos de pesquisa mais poderosos no desenvolvimento de uma nova teoria, principalmente no contexto contemporâneo. Tal método investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio da análise aprofundada de um ou mais objetos de análise (casos), possibilitando conhecimento amplo e detalhado.

Voss *et al.* (2002) ressaltam três principais vantagens do estudo de caso, que são: 1) o fenômeno pode ser estudado em seu ambiente natural; 2) o método permite questões “porque” “o que” e “como” serem respondidas com entendimento relativamente completo da

natureza e complexidade do fenômeno; e 3) leva a investigações exploratórias quando as variáveis ainda não são conhecidas e o fenômeno não bem compreendido.

A partir da seleção do(s) caso(s), são determinados os métodos e as técnicas, tanto para a coleta, quanto para a análise dos dados. Para tal, neste estudo foram utilizados os pressupostos da Análise da Ergonômica do Trabalho (AET).

A AET é uma abordagem metodológica de intervenção que possibilita a compreensão global da situação de trabalho. Segundo Wisner (2004a) é um método ascendente que permite compreender o trabalho em sua totalidade, contribuindo não apenas para transformações ergonômicas, mas também para a organização do trabalho, definição de postos, formação, transferência de tecnologia, entre outros. Trata-se de uma abordagem metodológica de intervenção capaz de apreender a relação complexa do homem com o trabalho, colocando a atividade real dos trabalhadores no centro da análise (WISNER, 1994).

Para Wisner (1995) o uso da AET em situações de transferência de tecnologia é ainda mais relevante do que seu uso na ergonomia de maneira geral. Segundo o autor, os fatores que influenciam o trabalho são muito numerosos e utilizando-a sob a perspectiva da antropotecnologia (estudo comparativo do uso da tecnologia na origem e no destino), ela permite buscar a origem das dificuldades encontradas. E esta busca não é limitada apenas aos aspectos técnicos e organizacionais próximos do posto de trabalho.

#### ***1.4. Estrutura da pesquisa***

A presente pesquisa está estruturada em oito capítulos. No capítulo 1 são apresentadas a justificativa e relevância do estudo, as questões de pesquisa que norteiam o estudo, bem como os objetivos e o método que foi utilizado.

O capítulo 2 engloba a revisão bibliográfica acerca da cultura de cana-de-açúcar: as características da planta, o corte manual, o corte mecanizado. Em seguida, apresenta-se o histórico da máquina colhedora (seu surgimento e evolução do projeto ao longo dos anos) bem como seu princípio de funcionamento e as máquinas atualmente existentes no mercado.

O capítulo 3 apresenta o referencial teórico fundamental da pesquisa. Primeiramente, os princípios da ergonomia da atividade são descritos. Em seguida, os conceitos de



transferência de tecnologia e antropotecnologia são apresentados. Depois, é apresentada uma revisão bibliográfica sobre os paradigmas tradicionais para o estudo da ergonomia e projeto em máquinas agrícolas. Por fim, outros paradigmas existentes e adotados pelo estudo são apresentados: o projeto como processo social, o projeto como bricolagem e a abordagem da atividade mediada por instrumentos.

O capítulo 4 descreve o método utilizado: primeiramente o referencial teórico-metodológico adotado e em seguida, os procedimentos de coleta, tratamento e análise dos dados.

O capítulo 5 engloba os resultados obtidos com as situações estudadas. A princípio, são descritas as situações estudadas no Brasil e na Austrália. Em seguida, o capítulo traz a descrição da tarefa e a descrição da atividade nas duas condições de uso das máquinas. Depois, os resultados dos questionários e entrevistas com operadores e mecânicos são apresentados. Na sequência, as modificações realizadas no artefato são elencadas e por fim, as necessidades de melhoria de projeto dos modelos de máquina estudados são consideradas.

O capítulo 6 traz a discussão dos resultados à luz do referencial teórico adotado e apresentado no capítulo 3.

O capítulo 7 consiste das considerações finais, com as contribuições do estudo, as limitações e sugestões de pesquisa futuras.

O capítulo 8 apresenta as referências bibliográficas utilizadas.

## 2. A cultura de cana-de-açúcar e a máquina colhedora

Neste capítulo são apresentadas as características da cultura de cana-de-açúcar, os processos de corte manual e mecanizado. Em seguida, a máquina colhedora é considerada, detalhando seu histórico de surgimento, princípio de funcionamento e as máquinas atualmente comercializadas.

### 2.1. O corte de cana-de-açúcar

#### 2.1.1. A cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma gramínea perene composta basicamente por raízes, caule e folhas, conforme a figura 3.

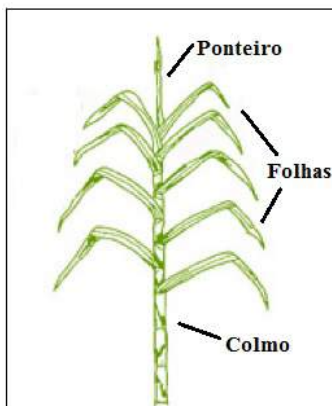


Figura 3. Cana-de-açúcar

No caule ou colmo da cana-de-açúcar é onde ficam armazenados os açúcares durante a fase de maturação. Esta fase procede de baixo para cima, por isso, a parte inferior do colmo é mais rica em sacarose do que o topo do colmo (ou ponteiro), o qual tem pouco valor para a moagem (RODRIGUES, 1995).

Para o cultivo comercial, o plantio da cana-de-açúcar é realizado através do plantio de rebolos (fração do colmo) em sulcos de 20 a 25 cm de profundidade determinando a fileira de plantio, ou mais comumente “linha de cana” (RIPOLI *et al.*, 2007; RIPOLI e RIPOLI, 2004).

Essas fileiras de plantio (figura 4) são espaçadas uma das outras geralmente 1,40 m, porém para o corte mecanizado são utilizados espaçamentos de 1,5 m para se evitar o pisoteio das soqueiras (tocos restantes após a colheita) pelas máquinas (RIPOLI *et al.*, 2007).



Figura 4. Linhas de cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é plantada em áreas chamadas de talhões, delimitadas por carregadores de escape onde trafegam os caminhões e as máquinas agrícolas (ALVES, 2009). E, para a colheita, cada talhão é subdividido em áreas menores, retangulares, chamadas de eito.

A colheita de cana-de-açúcar é realizada durante o período de safra que na região Centro-Sul do Brasil, vai de abril a novembro (SILVA *et al.*, 2008). E, conforme Veiga Filho (1998), a colheita pode ser subdividida em corte, carregamento e transporte. A seguir, os dois tipos de corte existentes no país serão detalhados.

### 2.1.2. O corte manual

Segundo Alves (2009), o corte de cana manual consiste em o trabalhador cortar toda a cana de um eito<sup>1</sup> que tem apenas a sua largura previamente definida, já que o comprimento

---

<sup>1</sup> Palavra usada para designar o espaço físico em que se trabalha na lavoura de determinada cultura. No caso da cana-de-açúcar, são partes menores que constituem um talhão.

depende da capacidade de corte de cada trabalhador. Ao final da jornada de trabalho, o eito cortado é medido por um instrumento chamado compasso.

Conforme descreve Laat (2010), o cortador tem como tarefa, depois de designado seu eito, abrir o mesmo cortando uma rua até visualizar as cinco ruas a ele designadas. Segundo o mesmo autor, o corte manual pode ser dividido em quatro etapas: limpeza, corte, enleiramento e desponte.

A limpeza consiste na retirada das folhas e palhiços com o facão na posição paralela aos colmos. O corte consiste em abraçar de uma a três canas com uma das mãos e golpear algumas vezes os colmos com o facão de modo rente ao solo. O enleiramento é a arrumação da cana cortada na linha central às cinco ruas, sendo que os montes são separados por 2 metros de distância para o carregamento das máquinas. E, o desponte é o corte das pontas das varas no monte após o enleiramento (LAAT, 2010).

Laat (2010) detalha o processo de corte manual, conforme figura 5:

- a) O cortador abraça de uma a três canas com uma das mãos;
- b) Flexiona o tronco à frente e corta a cana em sua parte baixa;
- d) Golpeia com o facão mais algumas vezes para cortar os colmos, rente ao solo;
- e) Levanta-se e inclina a cana, bem rente ao chão;
- f) Gira o corpo puxando a cana cortada;
- h) Joga as canas cortadas na leira de cana, que fica sempre centrada em relação às cinco ruas, sendo o facão uma extensão do braço para suporte;
- i) Realiza o desponte da cana já derrubada no monte, curvando a coluna curvada e dando inúmeros golpes de facão;
- j) Executa chutes nas pontas cortadas para terminar a limpeza do monte.



Figura 5. Corte manual de cana-de-açúcar (Fonte: LAAT, 2010)

### 2.1.3. O corte mecanizado

O princípio de corte mecanizado atualmente utilizado no Brasil reúne em um único processo as operações de corte e carregamento (BRAUNBECK; OLIVEIRA, 2006). Assim, como mostra a figura 6, ao mesmo tempo em que a cana é cortada pela máquina colhedora, já é simultaneamente carregada no veículo de transbordo.



Figura 6. Corte mecanizado de cana-de-açúcar (Fonte: CASE, 2009)

Para o corte mecanizado, as máquinas colhedoras são alocadas nas chamadas frentes de corte mecanizado, que são áreas próximas onde toda a cana está apta a ser cortada, em uma mesma época (semana ou mês) (ALVES, 2009). Em cada frente de corte fica geralmente

um conjunto de quatro ou cinco máquinas colhedoras e outro conjunto de máquinas que lhes dão apoio como:

- caminhão-oficina, responsável pelo conserto de todas as máquinas da frente de corte;
- caminhão-pipa, para o caso de incêndios, que tem risco aumentado pela presença de palha;
- unidades de transbordos, para o carregamento imediato da cana colhida;
- trator de esteira, para o eventual reboque das máquinas;
- treminhões e bitrens, para o transporte da cana até a usina; e
- carregadora, que acomoda a cana a ser transportada.

Além disso, há o caminhão-comboio, que se reveza entre todas as frentes de corte para realizar o abastecimento de óleo combustível e óleo lubrificante, e o veículo de ligação campo-usina, responsável pelo suprimento de peças e pneus sobressalentes (ALVES, 2009).

Esta diversidade de máquinas existentes no corte mecanizado gera uma diversidade de ocupações e requer trabalhadores com diferentes qualificações: operador da máquina colhedora, mecânico, soldador, técnico em eletrônica, motorista, tratorista e o encarregado da frente.

Da mesma forma, o corte mecanizado requer alterações nos talhões e preparo de solo para receber as máquinas. É necessário que os talhões sejam longos, passando de 200 a 300 m de comprimento para 400 m ou mais, a fim de evitar manobras excessivas das máquinas que elevam os gastos com combustível e manutenção (VEIGA FILHO, 1999; ALVES, 2009). É necessário também que os talhões não tenham riachos e acidentes pedológicos como buracos, pedras, vossorocas e sulcos profundos, que dificultam a mecanização (MORAES, 2007; ALVES, 2009). E por fim, é necessário que os talhões não tenham declividade superior a 12%, pois com a tecnologia atualmente disponível em escala comercial, há riscos das máquinas colhedoras tombarem.

Para a realização da colheita, a usina determina no dia anterior a quantidade de cana-de-açúcar necessária para atingir a meta de produção de açúcar e álcool e os talhões e serem cortados (BACCARIN e ALVES, 2008). Preferencialmente, são escolhidos talhões próximos uns dos outros a fim de minimizar grandes deslocamentos e se necessário, são utilizados maturadores químicos para homogeneizar os talhões escolhidos.

Após o transbordo ser preenchido, este é levado até o caminhão que fica aguardando fora do talhão, no chamado pátio, local onde o caminhão recebe a carga e realiza as manobras. A carga do transbordo é colocada nas caçambas do caminhão (comumente chamadas de “julietas”) através de um sistema hidráulico de elevação dos transbordos, e em seguida, a carregadora arruma a carga do caminhão antes de ser levada até o pátio de descarregamento da usina.

Nas áreas do talhão em que a máquina não conseguiu cortar por causa da presença de acidentes topográficos, a usina pode lançar mão de cortadores manuais para esta função. Da mesma forma, podem ser utilizados os “bituqueiros”, trabalhadores cuja função é dar acabamento no talhão, cortando, amontoando e recolhendo a parte basal da cana que a máquina não conseguiu cortar e rebolos que caíram do transbordo (SCOPINHO *et al.*, 1999).

## **2.2. A máquina colhedora**

Antes de detalhar o surgimento, funcionamento e tipos de máquinas existentes, faz-se necessário esclarecer o termo técnico correto para designar tal máquina, o que é muito bem explicado no trecho extraído do texto de Ripoli e Ripoli (2004):

*“Colhedeira é termo coloquial e colheitadeira, (...) trata-se de brasileirismo gaúcho (...) um termo de caráter regional (...) ‘colheitadeira: máquina utilizada na colheita, sobretudo de cereais e que ceifa, trilha, classifica e ensaca’ (...) Como, na prática, os gaúchos, difundiram essa palavra por todas as regiões por onde hoje se encontram produzindo grãos, informalmente, parece se aceitar este termo, mas somente para colhedoras de grãos! (...) tentar extrapolá-lo para outras colhedoras (para café, mandioca, feijão, cana-de-açúcar), utilizando-o em artigos técnico-científicos, revistas especializadas e em catálogos técnicos de empresas, além de não se respeitar a terminologia preconizada pela ABNT e endossada pelo Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, agrade-se também o próprio Aurélio.*

Cabe lembrar, por fim, que as normas ou projetos de normas da ABNT referentes à máquinas agrícolas, em seus títulos, utilizam palavras com sufixos ‘ora’ ou ‘or’ para designá-las, tais como: semeadora, adubadora, colhedora, sulcador, subsolador. Não se encontram palavras contendo o

sufixo ‘eira’. Este sufixo vem por designar uma pessoa que realiza uma operação, enquanto o sufixo ‘ora’ ou ‘or’ designa a máquina ou implemento que realiza a operação.

Analogamente, para melhor entendimento do critério da aplicação de sufixos: de que se utilizam as pessoas para lavar roupa? Ou de uma máquina, denominada *lavadora*, ou então de uma pessoa, daí então, chamada de *lavadeira*. Simples! (...)” (grifo dos autores).

O surgimento das máquinas pode ser dividido basicamente em dois tipos: o conceito *wholestalk* e o conceito *chopper*. As *wholestalk*, como o nome sugere, deixam a cana inteira, cortando os colmos na base (e às vezes o ponteiro também) e deixando o material colhido no chão. As *chopper*, por sua vez, picam os colmos em partes menores (rebolos), promovem a sua limpeza e descarregam sobre uma unidade de transporte ou transbordo (BURROWS e SHLOMOWITZ, 1992).

Ripoli e Ripoli (2004), detalham essa divisão separando as *wholestalk* por ordem de surgimento em: cortadoras, cortadoras-enleiradoras e cortadoras-amontoadoras; e denominando as *chopper* de colhedoras ou combinadas.

As cortadoras são máquinas caracterizadas por realizar apenas o corte basal (algumas também podem fazer o corte apical) e deixar o material cortado sobre o terreno. As cortadoras-enleiradoras realizam o corte basal dos colmos e cortam também o ponteiro, depositando então os colmos no terreno na forma de esteira para facilitar o carregamento mecânico. Já as cortadoras-amontoadoras diferenciam-se das anteriormente citadas com relação ao depósito dos colmos, que é feito em montes, espaçados uns dos outros, ao invés de esteiras. Por fim, as máquinas colhedoras de cana picada realizam o corte basal, limpam a cana através da ação de exaustores, picam os colmos em rebolos de 15 a 40 cm de comprimento (em média) e os descarregam.

### 2.2.1. Histórico

Conforme a passagem da boletim informativo da International Harvester Company Managerial de 1955 (*apud* BURROWS e SHLOMOWITZ, 1992), a colheita de cana-de-açúcar é uma das tarefas mais difíceis que qualquer máquina já foi incumbida de fazer. Trata-se de uma planta tropical, nutrida por chuvas, solo rico, sol, cujo crescimento, produtividade



e prática de plantio variam de acordo com cada país e região que é cultivada. Estas características mostram a dificuldade de aperfeiçoar uma única máquina adaptável aos mais diversos países em que a cana-de-açúcar existe em grandes quantidades.

A busca por uma máquina capaz de colher cana-de-açúcar teve início em diferentes lugares: Hawai, Cuba, Sul dos Estados Unidos (Florida e Louisiana), Austrália. Embora essa busca tenha se iniciado em diferentes períodos em cada um dos lugares, todos tinham como motivação a elevada escassez de mão-de-obra e os altos custos do corte manual.

Os registros da primeira cortadora já patenteada datam de 1854 no Hawai. Ela era tracionada por um par de mulas e além de cortar a cana, removia folhas e palhas dos colmos com uma escova de arame (FURLANI NETO, 1984 *apud* CARVALHO FILHO, 2000).

Entretanto, o país que liderou o projeto e fabricação de máquinas destinadas à colheita de cana-de-açúcar foi a Austrália. A obra de Kerr e Blyth (1993) mostra que os sofisticados sistemas de colheita de cana existentes atualmente são o resultado de um processo de mais de 100 anos de improvisação e adaptação.

Os primeiros projetos no país datam de 1890 e foi só quando a indústria sofreu uma paralisia virtual pela falta de cortadores manuais durante a Segunda Guerra Mundial, que o progresso real em direção à mecanização foi feito (KERR e BLYTH, 1993).

Conforme o trecho extraído de Kerr e Blyth (1993):

“Imagine cortar cana hoje com cinzéis pneumáticos automáticos, tesouras gigantes operadas com a mão ou o equivalente a uma serra elétrica rotativa. Ridículo! Porém, essas eram algumas das esquisitices mecânicas geradas pela busca de um século por uma colhedora de cana universal. A menção de tais “auxílios de produção” improváveis nos faz rir agora, mas na época eram conceitos a serem levados a sério”. (p.11).

Um resumo da evolução do projeto de máquinas na Austrália com base na obra dos autores mencionados é apresentado no apêndice A. Como pode ser observado neste apêndice e ressaltado pelos autores Kerr e Blyth, as ideias para o corte de cana com máquinas variavam do básico (uma tora pesada puxada por cavalos e equipada com uma lâmina) até de alta tecnologia (aerodeslizador, plástico e raios laser). Várias ideias foram bem sucedidas, algumas outras não, mas os produtores sempre estiveram à frente da inovação desde o começo.

Houve um esforço combinado de incontáveis pessoas dedicadas à tarefa de criar uma máquina confiável, prática e adequada para as necessidades complexas da indústria de cana da Austrália. E por que foi tão difícil inventar uma máquina para colher cana com sucesso? A resposta de Stan Toft, apresentada no livro de Kerr e Blyth, parece elucidar essa questão:

“(...) Toft concluiu que a principal razão pela qual nenhuma colhedora universal tinha sido inventada era que as condições diferiam tão grandemente de país para país, de área para área, de fazenda para fazenda. Uma máquina universal teria que lidar com diferentes terrenos, condições de solo, práticas de cultivo, variedades de cana, crescimento da cultura (ereta ou deitada), rendimento (variando de 18 a 100 toneladas por acre) e ser custo-competitiva com o corte manual. Como nenhuma máquina tinha chance de atender as necessidades de todos os produtores, o incentivo para investimento em pesquisa foi diminuído consideravelmente”. (p.54).

A colheita de cana na Austrália estava completamente mecanizada em 1979, embora 10 anos antes quase 85% da cultura já fosse cortada por máquinas (KERR e BLYTH, 1993).

No Brasil, o início do processo de mecanização da colheita de cana-de-açúcar costuma ser localizado em 1973 no Estado de São Paulo, quando a Santal lançou em escala comercial a colhedora *chopper* Santal 115, adaptada do modelo australiano (RIPOLI; VILLANOVA, 1992; MORENO, 2010).

Entretanto, as primeiras experiências em campo no país ocorreram na década de 50, com a importação de máquinas do tipo cortadoras *wholestalk* dos Estados Unidos (VEIGA FILHO, 1998). Segundo o autor, a usina Monte Alegre, em Piracicaba/SP importou uma máquina cortadora de Louisiana. Esta máquina era montada sobre um trator de 36 HP e possuía um motor auxiliar de 20 HP para auxiliar na propulsão do equipamento. Foram feitos testes com diferentes variedades de cana de modo a avaliar quais eram os melhores para o corte mecânico e foram encontrados problemas, por deixar tocos principalmente nas canas de primeiro corte e também pela dificuldade de executar o trabalho em terrenos acidentados. Essas dificuldades técnicas não sobrepujaram as vantagens do corte manual, até porque na época, a usina em questão não tinha o carregamento mecanizado.

Conforme Veiga Filho (1998), a segunda experiência ocorreu mais ou menos no mesmo período pela Société de Sucreries Bresiliennes, também de Piracicaba, que importou uma máquina dos Estados Unidos. Devido às dificuldades encontradas na prática, a empresa construiu a primeira máquina no Brasil, montada sobre um chassi de caminhão e utilizando

um motor nacional Mercedes-Benz de 105 HP. Essa máquina foi inovadora ao apresentar: sistema de levantamento de cana por tubos de aço e correias (localizado na frente da máquina de forma inclinada) e no sistema de armazenamento da cana cortada (composto por um receptáculo) que em seguida, era transportada por um mecanismo elevador até o caminhão ao lado da máquina. Contudo, as deficiências técnicas (tanto pelo desperdício de cana que não era cortada pela máquina como por quebras frequentes) também se sobressaltaram em relação ao corte manual.

As tentativas de mecanização foram então retomadas no país em 1961 quando a Santal desenvolveu a sua primeira colhedora a partir do modelo Thompson, importado dos Estados Unidos. Os custos de colheita com a máquina eram muito altos e outro modelo de cana inteira foi projetado pela empresa na década de 60, porém também tinha um empecilho: só colhia cana em pé e queimada, não trabalhava com chuvas e muito menos com ventos (MORENO, 2010).

Assim, na década de 70, representantes da Santal foram para a Austrália conhecer o modelo *chopper* que cortava, picava e carregava a cana, trazendo a encomenda de 10 máquinas. A Santal realizou as adaptações e elaborou em 1973 a Santal 115, com mais 200 de unidades vendidas (MORENO, 2010).

Desde então, a Santal continuou desenvolvendo várias máquinas no país, apesar da John Deere (a atual Cameco) e da CASE-CNH (a atual Austoft) serem as principais líderes no mercado brasileiro de colhedoras de cana.

### **2.2.2. Colhedoras atuais**

No interior da máquina colhedora, a cana-de-açúcar passa por vários estágios desde o momento do corte basal até o carregamento no veículo de transporte (NARIMOTO, 2012). Conforme a figura 7, o despontador corta os ponteiros da cana e os divisores de linha, rolo tombador e rolo alimentador direcionam o feixe de cana para ser cortada pelo corte de base. O corte de base é realizado por dois discos rotativos com lâminas, e o rolo levantador inicia o recolhimento e levante do feixe de cana. Este feixe de cana é então transportado pelos rolos alimentadores até que os rolos picadores cortem a cana em rebolos, que são depositados no cesto do elevador. Neste momento, o extrator primário promove a limpeza dos rebolos,

retirando as impurezas e são então levados pelo elevador, sendo que na parte superior deste, ocorre uma segunda limpeza feita pelo extrator secundário antes do descarregamento dos rebolos no veículo de transporte, que é direcionado pelo flap.

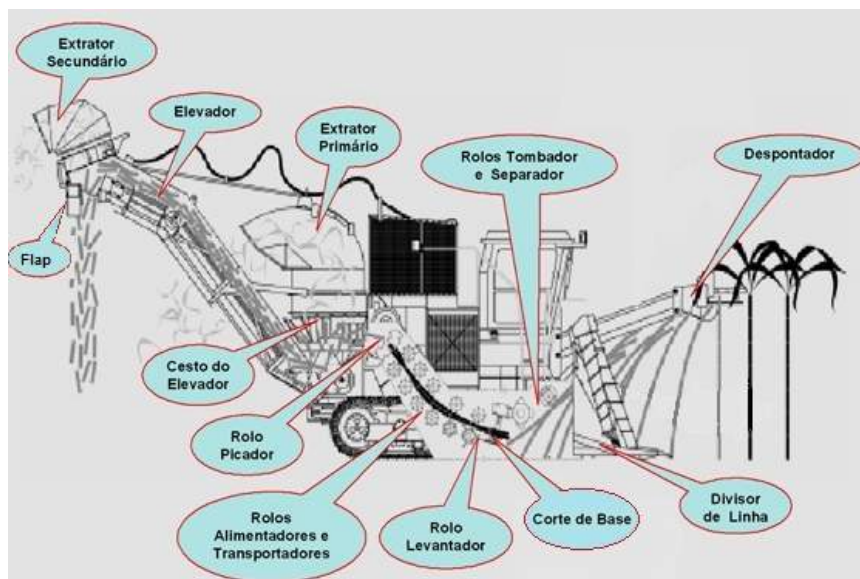


Figura 7. Visão esquemática das principais funções de uma colhedora combinada (Fonte: NARIMOTO, 2012).

Todos estes implementos da máquina colhedora podem ser acionados e regulados pelo operador de dentro da cabine de operação. E, dependendo das características da cana (tipo, idade, posição dos colmos), terreno e o tipo de solo, os operadores ajustam diferentemente os implementos para que possa dar início ao corte (NARIMOTO, 2012).

As máquinas colhedoras podem ser classificadas de quatro maneiras:

- quanto à fonte de potência (auto-propelida ou montada lateralmente ao trator),
- quanto ao tipo de rodado (pneus ou esteiras),
- quanto ao número de linhas de cana cortadas por vez (uma ou duas), e
- quanto ao tipo de matéria-prima fornecida (colmos inteiros ou fracionados).

No Brasil, as atuais fabricantes de máquinas colhedoras são sumarizadas na tabela abaixo extraída da ABIMAQ (tabela 1). Destas, todas são colhedoras auto-propelidas, exceto

a fabricada pela Menta-Mit Máquinas Agrícolas Ltda., que se trata de uma colhedora que deve ser acoplada a um trator (figura 8).



Figura 8. Sistema de colheita de cana-de-açúcar da Menta-Mit Máquinas Agrícolas (Fonte: MENTA, 2013)

Tabela 1. Fabricantes de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar no Brasil (Fonte: ABIMAQ)

CNH LATIN AMERICA LTDA. (CASE)
JOHN DEERE BRASIL LTDA.
MENTA-MIT MÁQUINAS AGRÍCOLAS LTDA.
SANTAL EQUIPAMENTOS S/A.COMÉRCIO E INDÚSTRIA
STAR MÁQUINAS AGRÍCOLAS LTDA.

A CNH Latin America Ltda. dispõe de quatro modelos: a colhedora A4000 (de pequeno porte), a A8000 (modelo com rodado tipo pneus), a A8800 (com rodado tipo esteiras) e a A8800 multi-row (que permite a colheita em espaçamentos variados).



Figura 9. Colhedora A4000 (A) e colhedora A8800 (B) (Fonte: CASE, 2015).

A John Deere Brasil Ltda. apresenta dois modelos: a colhedora 3520 (para colheita de uma linha de cana) e a colhedora 3522 (para colheita de duas linhas de cana), ambas com opções de rodado tipo pneus ou esteiras.



Figura 10. Colhedora 3520 (A) e colhedora 3522 (B) (Fonte: JOHN DEERE, 2015).

A Santal Equipamentos S/A conta com o modelo S5010, lançado em 2011, com opções em pneus e esteiras e também um kit mudas, para a colheita de mudas (figura 11).



Figura 11. Colhedora S5010.

A Star Máquinas Agrícolas Ltda. também conta com um modelo, a CC701, em pneus e para uma linha de cana (figura 12).



Figura 12. Colhedora CC701.

A seguir, a revisão bibliográfica relevante para o estudo será apresentada.

### 3. Referencial teórico para o estudo

Neste capítulo são considerados os fundamentos da ergonomia da atividade e na sequência, a questão da transferência de tecnologia e a chamada antropotecnologia. Tais conceitos embasam os itens seguintes: a abordagem tradicional de ergonomia e projeto, amplamente empregos nos estudos com máquinas agrícolas e o paradigma escolhido para abordar as questões de pesquisa do presente estudo. Por fim, são apresentadas as conclusões acerca das questões desenvolvidas neste capítulo.

#### 3.1. A ergonomia da atividade

A ergonomia tem por objeto o trabalho e sua transformação (GUÉRIN *et al.*, 2001). Derivada do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras) para designar a ciência do trabalho, a ergonomia é uma disciplina orientada para o sistema, que hoje se aplica a todos os aspectos da atividade humana (FALZON, 2007).

A definição de ergonomia, adotada em 2000 pela *International Ergonomics Association* (IEA) reflete seu corpo de saberes como (IEA, 2000):

“A ergonomia (ou *Human Factors*) é a disciplina científica que visa a compreensão fundamental das interações entre os seres humanos e os outros componentes de um sistema, e a profissão que aplica princípios teóricos, dados e métodos com o objetivo de otimizar o bem-estar das pessoas e o desempenho global dos sistemas”.

Desta definição, destacam-se duas intenções fundamentais da ergonomia já destacadas por Abrahão e Pinho (1999): a produção de conhecimento científico (sobre o trabalho, condições de sua realização, a relação do homem com o trabalho) e a racionalização da ação (ou seja, formulação de recomendações e princípios capazes de orientar a ação de transformação do trabalho).

Historicamente, duas abordagens ou quadros teóricos gerais compõem o cenário da ergonomia. Segundo Montmollin (1995), o primeiro corresponde à chamada ergonomia clássica (*Human Factors*), do contexto americano e britânico, centrada no componente



humano dos sistemas Homem-Máquina. O segundo, enraizado nos países francófonos, corresponde à ergonomia da atividade, com enfoque na atividade humana contextualizada.

A ergonomia dos fatores humanos apresenta características das ciências aplicadas (ABRAHÃO e PINHO, 1999). Para Montmollin (1995), os componentes humanos dos sistemas não são os homens, mas algumas das funções dos homens, que são isoladas por um processo analítico que permite respeitar as duas maiores exigências de todo o procedimento científico: a generalização e a medida quantitativa.

Assim, segundo o mesmo autor, o trabalhador é descrito nas suas relações com o ambiente de trabalho “segundo as funções elementares que partilha com a grande família humana à qual pertence” (p. 104). A ergonomia dos fatores humanos não tem necessidade de uma análise do trabalho, que é substituída pela construção de uma lista de exigências da tarefa, geralmente estabelecida por perguntas baseadas nos dados sobre as características humanas que entram em ação nas tarefas consideradas (MONTMOLLIN, 1995). Portanto, observa-se que esta vertente apresenta uma visão tecnicista do elemento humano no trabalho.

A ergonomia da atividade, por sua vez, não considera as funções de modo isolado (MONTMOLLIN, 1995), mas sim os comportamentos (gestos, olhar, palavras) e os raciocínios tal como se apresentam nas situações reais de trabalho, atuais ou a serem concebidas. Trata-se, portanto, de atender a situação na sua globalidade e abordar o homem de forma holística, pensando em suas dimensões fisiológicas, cognitivas e sociais.

Entretanto, como aponta Montmollin (1995), uma orientação nesses moldes da ergonomia permite chegar a resultados de uma grande riqueza e de uma grande pertinência para a ação, mas por vezes, com um fraco poder de generalização. Assim, o autor coloca que as duas abordagens podem ser consideradas como complementares.

Isto é corroborado por Lima (2000), em sua afirmação de que não se tratam de duas abordagens diferentes na ergonomia, mas de abordagens mais ou menos superficiais, mais ou menos parciais e que, em algum momento, devem ser aglutinadas em um todo mais global e coerente. Dessa forma, pode-se dizer que a ergonomia dos fatores humanos permite estabelecer normas e conceber dispositivos adaptados às “características e limites” do homem, e a ergonomia da atividade considera e insere estes conhecimentos nos contextos específicos.

Para estudar a relação do sujeito com o ambiente de trabalho, a ergonomia da atividade possui como abordagem metodológica a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) (WISNER, 1994).

A característica essencial da AET é de ser um método destinado a examinar a complexidade do trabalho sem colocar em prova um modelo escolhido *a priori* (WISNER, 2004). Isso significa que ao contrário dos modelos tradicionais de caráter experimental em que as hipóteses são previamente elaboradas (*top-down*), a AET é uma abordagem ascendente (*bottom-up*), com uma flexibilidade procedimental que permite que as hipóteses sejam construídas ao longo do processo.

O entendimento aprofundado da situação de trabalho alcançado através da ergonomia da atividade está ligado aos seus três fundamentos principais que estão inter-relacionados e podem ser sumarizados de acordo com Tersac e Maggi (2004) como: a diferença entre tarefa e atividade; a variabilidade dos contextos e dos indivíduos; e a atividade de regulação (representação e competência).

O primeiro pressuposto é o reconhecimento da diferença existente entre aquilo que os sujeitos devem fazer daquilo que eles realmente fazem. Para a ergonomia, realizar um trabalho é bem mais do que seguir um conjunto de regras ou procedimentos operatórios, por mais precisa e detalhada que possa ser a descrição da tarefa (LIMA, 2000). Há sempre algo que não pode ser colocado em forma de regras claras, exigindo que o operador invente alguma coisa para conseguir realizar seu trabalho (ASSUNÇÃO e LIMA, 2003). Isto é o que se denomina em ergonomia de diferença entre tarefa e atividade.

Segundo Falzon (2007), a tarefa é o trabalho prescrito pela organização, ou seja, o que o operador deve fazer segundo um objetivo e sobre determinadas condições. A tarefa pode ser definida como:

(...) um conjunto de objetivos dados aos operadores, e a um conjunto de prescrições definidas externamente para atingir esses objetivos particulares. Conforme o caso, ela integra em maior ou menor grau a definição de modos operatórios, instruções e normas de segurança. Ela especifica as características do dispositivo técnico, do produto a transformar, ou do serviço a prestar, o conjunto dos elementos a levar em conta para atingir os objetivos fixados (GUÉRIN, 2001, p. 25).

Embora seja uma prescrição exterior ao operador, que determina e constrange a sua atividade, a definição da tarefa visa reduzir o trabalho improdutivo, otimizar ao máximo o trabalho produtivo além de ser um quadro indispensável para que o operador possa trabalhar, pois ao determinar a sua atividade, ela o autoriza (GUÉRIN *et al.*, 2001).

Já a atividade é o trabalho real, o que o operador realmente faz para cumprir a tarefa. Segundo Falzon (2007), a atividade é finalizada pelo objetivo que o sujeito fixa para si a partir do objetivo da tarefa, e ela inclui não só a parte observável da atividade (o comportamento) como também a parte inobservável (aspectos intelectuais ou mentais).

Uma das questões que ajuda a explicar a diferença entre o trabalho prescrito e o trabalho real é que na atividade de trabalho sempre existem numerosas fontes de variabilidade que levam a distanciamientos em relação às situações previstas (DANIELLOU, 2002a). Assim, o segundo pressuposto importante para a ergonomia é o da variabilidade.

A variabilidade refere-se tanto ao processo produtivo e contextos quanto aos indivíduos. Com relação à variabilidade de contextos, Lima (2000, p. 10) exemplifica: “a matéria-prima não vem no tempo ou qualidade desejada; as ferramentas se desgastam, as máquinas se desregulam ou quebram; colegas faltam ou entram novatos na equipe; os modelos de produtos se modificam; etc.”. Além disso, há a variabilidade relacionada aos indivíduos, que pode ser intraindividual (fadiga, experiência, ritmos circadianos, etc.) e interindividual (idade, gênero, modos operatórios, história pessoal, etc.) (ABRAHÃO *et al.*, 2009). Portanto, mesmo que todos os fatores relacionados com a produção fossem controlados, ainda sim haveria algo que sempre muda: o trabalhador.

Frente às variabilidades existentes na situação de trabalho, os operadores estão constantemente submetidos a um processo de regulação para que a produção atinja a qualidade e/ou quantidade necessárias. A atividade de regulação, terceiro pressuposto mencionado, é definida por Falzon (2007) como um mecanismo de controle que compreende a detecção de diferenças dos resultados em relação ao desejado, um diagnóstico e se necessário uma ação, um ajuste do processo, que é a regulação propriamente dita.

Para regular a atividade (figura 13), o operador desenvolve estratégias operatórias, que de acordo com Abrahão *et al.* (2009), envolvem mecanismos cognitivos e são formuladas a partir da interpretação das informações do ambiente e da utilização de conhecimentos, competências e experiências do operador para desenvolver um conjunto de ações que

alcancem o objetivo pretendido. Este conjunto de ações é chamado de modo operatório, resultado de um compromisso entre os objetivos exigidos, os meios de trabalho, os resultados produzidos e o estado interno do operador, como mostra a figura (GUÉRIN *et al.*, 2001).

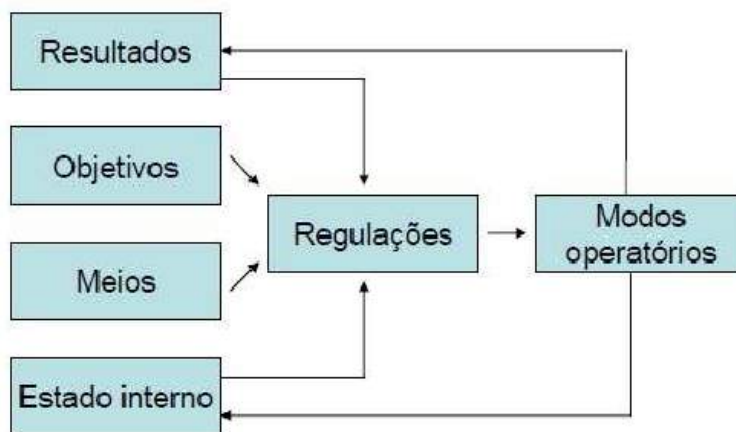


Figura 13. Relações existentes ao determinar a carga de trabalho (Fonte: GUÉRIN *et al.*, 2001)

Assim, a atividade de regulação está relacionada e depende das representações e competências dos operadores.

Segundo Abrahão *et al.* (2005), as representações tem a característica de serem construídas a partir da ação para possibilitar a ação, ou seja, as representações são criadas pelo operador no decorrer da atividade (representações pela ação) para alcançar um objetivo expresso na forma de ação (representações para a ação). Estas últimas possibilitam as ações futuras e são (re) estruturadas e enriquecidas através do agir, abrigo cada vez mais a realidade e melhorando a adequação dos cursos da ação (WISNER, 2004). Assim, é em função das experiências dos sujeitos que as representações para a ação são constantemente alteradas e aprimoradas.

As competências são características individuais de nível intelectual e são responsáveis por operacionalizar os conhecimentos e habilidades do sujeito, traduzindo-se em comportamentos e atitudes (MELLOUKI e GAUTHIER, 2007; ABRAHÃO *et al.*, 2009). Segundo Montmollin (1990, *apud* ABRAHÃO *et al.*, 2005) o conceito de competências consiste na articulação de conhecimentos (declarativos e procedimentais), representações, tipos de raciocínios e estratégias cognitivas que o sujeito constrói e modifica no decorrer da

sua atividade. Elas caracterizam a maneira em que a atividade é realizada e fundamentam as representações e estratégias utilizadas pelos operadores para enfrentar as situações de trabalho (WEILL-FASSINA e PASTRÉ, 2007).

### **3.2. A transferência de tecnologia e a antropotecnologia**

Considerando que as máquinas colhedoras de cana-de-açúcar foram transferidas da Austrália para o Brasil, faz-se necessário discorrer brevemente sobre a questão da transferência de tecnologia.

Segundo Forsyth (1998 *apud* SHAHNAVAZ, 2000), transferência de tecnologia é a difusão de novos equipamentos técnicos, práticas e conhecimento de uma região para outra, a fim de fornecer oportunidades de desenvolver melhorias em segurança, operações, produtos e serviços.

Shahnavaz (2000) também afirma que uma tecnologia apropriada é aquela consistente com as necessidades e recursos do país, adequada à sua população usuária e sensível ao ambiente no qual opera. Ela leva em consideração a infra-estrutura local bem como as condições educacionais, sociais, culturais, econômicas e políticas da tecnologia receptora.

Entretanto, como aponta Wisner (1992), toda máquina é cultural. Isso significa que toda pessoa ou grupo de pessoas que concebe o sistema técnico o faz levando em consideração o uso que se fará, em condições e por pessoas que imagina ou crê conhecer. Assim, a essência das dificuldades encontradas pela transferência de tecnologia é a diferença entre os povos, divididos ou não pelas fronteiras de uma nação (WISNER, 1992).

Wisner (1995) em outro trabalho, afirma que após 20 anos de experiência em diversos países, é possível concluir que existem problemas específicos em cada um deles. Tais problemas estão ligados à enorme diversidade de situações dos países e regiões que adquirem a tecnologia e tentam implementá-la com vários graus de sucesso.

Segundo Shahnavaz (2000), em geral, as condições existentes e os requerimentos do país produtor da tecnologia determinam as características desta. Quando esta tecnologia é transferida para outro país, que pode ter características e requerimentos diferentes, algumas adaptações são necessárias para adequá-la ao país receptor. Se tais modificações não são

feitas, como resultado, ocorre transferência de tecnologia inapropriada, com altas taxas de acidentes e lesões, baixa produtividade e qualidade do trabalho, questões que podem ser resolvidas com a intervenção ergonômica (SHAHNAVAZ, 2000).

Como ressaltado por Wisner (1992), a ergonomia sempre teve interesse pelos problemas apresentados por países muito diferentes daqueles industrializados há mais tempo. Era preciso estudar a diversidade das dimensões corporais, quais códigos e sinais tinham o mesmo sentido, quais comandos podiam ser utilizados por pessoas de força muscular variável, etc. Porém, isso tudo permanecia na ergonomia baseada em experimentações laboratoriais, como já considerado no item anterior.

Assim, segundo o autor, certos ergonomistas da corrente francófona descobriram que parte dos insucessos da ação ergonômica nestes casos estava relacionada com o fato de confiarem na descrição do trabalho fornecida pela empresa, a tarefa prescrita, e não as suas exigências reais. Portanto, era necessário analisar a realidade do trabalho. De qualquer forma, ainda que permanecesse no quadro da ergonomia, haviam também dificuldades e exigências nos países em desenvolvimento industrial que eram de outra natureza: a nível coletivo, por isso foi desenvolvida a antropotecnologia (WISNER, 1992).

Seguindo a mesma linha, Moray (2004) coloca que mais do que incompatibilidades de usuários com relação às dimensões antropométricas, estereótipos de estímulo-resposta e interpretação linguística errada, existem fatores mais complexos a serem considerados na transferência de tecnologia: fatores culturais. Estes compreendem as relações entre as pessoas, a hierarquia, a motivação, que pode ser baseada em competição, cooperação, entre outros.

Alguns autores, como Hendrick (1997) se referem à esta temática como macroergonomia. Entretanto, Wisner (1992) ressalta que para sublinhar o salto epistemológico que era necessário dar, era preciso criar uma expressão claramente distinta.

Assim, o termo antropotecnologia, segundo Wisner (1995), destaca que o conhecimento útil quando se lida com questões difíceis da transferência pertence às ciências humanas e não às ciências humanas individuais, como a ergonomia. A antropotecnologia, portanto é a adaptação da tecnologia às pessoas, a ergonomia da transferência de tecnologia.

Enquanto a ergonomia estuda os operadores em seus postos de trabalho, a antropotecnologia vai além dos limites destes. Como descreve Rubio (1997), na procura de

soluções para melhorar o trabalho e a produção dentro do ambiente de trabalho, a antropotecnologia também traça as causas das dificuldades tanto dentro quanto fora da situação de trabalho do país onde os dispositivos importados são utilizados.

Este método ascendente permite chegar às múltiplas causas das dificuldades através de uma análise metódica do comportamento e atividade situada dos grupos (WISNER, 1995). Em outras palavras, ele proporciona a interpretação dos defeitos operacionais em sistemas técnicos que foram exportados e permite a criação de espaços em vários níveis a fim de resolver as dificuldades encontradas.

Segundo o autor, tal método torna-se ainda mais determinante em casos de países em desenvolvimento. Isto porque é uma sociedade estrangeira que fornece a tecnologia, de modo que a representação sobre a cognição situada é ainda mais remota do que o planejado, ou seja, o trabalho real é ainda mais distante do prescrito.

Geslin (2005) estudando o trabalho agrícola em vários países com uma abordagem antropotecnológica constatou que existem três situações em que a antropotecnologia pode ser utilizada:

- Quando a tecnologia ainda não foi transferida. Neste caso, no projeto do futuro sistema deve-se levar em conta as características específicas do futuro receptor final e busca-se apoiar o processo de projeto.
- Quando a tecnologia foi transferida, mas formas corrompidas de funcionamento aparecem no processo de transferência. Aqui, a abordagem antropotecnológica consiste em alterar um estado existente.
- Quando a tecnologia não foi transferida ainda mas a escolha tecnológica foi feita e está em operação no país fornecedor. Como na situação anterior, a abordagem consiste em alterar o sistema para adequá-lo ao país receptor.

Os procedimentos metodológicos da antropotecnologia de acordo com Wisner (1995) são:

- Primeiramente, antes da transferência de tecnologia, um estudo sobre a tecnologia apresentada em operação deve ser feito a fim de ressaltar seus defeitos e corrigi-los no novo projeto. Esta fase é feita através da AET dos pontos críticos do sistema técnico no país de origem para evitar uma situação em que o sistema é necessariamente

considerado satisfatório.

- Em seguida, o mesmo método é aplicado para estudo dos aspectos críticos de um sistema técnico similar operando no país de destino ou em um país com características semelhantes.
- Por fim, a instalação do novo sistema técnico pelas equipes de gestores e operadores dos dois países é acompanhada pelo ergonomista.

O autor ressalta que embora o método seja trabalhoso, ele fornece conhecimento que pode ser utilizado amplamente. Graças a sua abordagem, é possível rastrear as causas econômicas, sociais e antropológicas das dificuldades observadas e evita-las. E, de novo, a análise detalhada das atividades situadas levam à identificação dos obstáculos a serem removidos ou transformados.

### ***3.3. Ergonomia e projeto em máquinas agrícolas***

Nesta sessão, é apresentada a abordagem de ergonomia e projeto em máquinas agrícolas amplamente empregada, baseada na racionalidade técnica. Primeiramente é descrito o processo de projeto, em seguida o projeto de máquinas agrícolas e os estudos em ergonomia disponíveis na bibliografia especializada acerca dessas máquinas. Por fim, são realizadas considerações acerca das limitações dessa abordagem.

#### **3.3.1. O processo de projeto**

Na bibliografia disponível há diversas referências com distintas abordagens para o processo de projeto, ainda que convergentes com relação ao foco que apresentam.

Segundo Norton (2000), a palavra “*design*” provém da palavra latina *designare*, que significa “designar ou escolher”. Em inglês, a palavra *design* pode ter uma série de significados (projeto, desenho, etc.). Porém, com relação ao projeto de engenharia, o autor define o termo como: “o processo de aplicação das várias técnicas e princípios científicos



com o intuito de definir um dispositivo, um método ou um sistema suficientemente pormenorizado para permitir sua realização” (NORTON, 2000, p. 33).

Segundo Hubka e Eder (1996), projetar consiste em pensar adiante e descrever uma estrutura, que aparece como transportadora (potencial) das características desejadas. Assim, o projeto para os autores é a transformação da informação de uma condição de necessidades, demandas, requisitos e restrições para a descrição de uma estrutura que é capaz de satisfazer essas demandas. E, a questão principal que envolve o ato de projetar é encontrar quais estruturas são necessárias e adequadas para o que o produto e/ou processo seja apropriado para o propósito pretendido.

Para Hubka e Eder (1996), a ideia sobre um objeto que deve ser criado, precisa ter sido concebida e desenvolvida antes que seja construída ou realizada e “o alguém com uma ideia” é o projetista.

De acordo com Pahl e Beitz (1996) a criação mental de novos produtos técnicos (artefatos) é tarefa dos engenheiros de projeto ou desenvolvimento. Horenstein (2010) segue a mesma linha ao colocar que na engenharia, a palavra “*design*” simplesmente é a resposta para a pergunta: “o que os engenheiros fazem?”.

A tarefa principal dos engenheiros, segundo Pahl e Beitz (1996), é aplicar seu conhecimento científico e de engenharia para a solução de problemas técnicos e então otimizar essas soluções dentro dos requisitos e restrições definidas pelas considerações materiais, tecnológicas, econômicas, legais, ambientais e relacionadas aos humanos. Os autores ressaltam ainda que tais profissionais carregam uma responsabilidade grande uma vez que suas ideias, conhecimentos e habilidades determinam de forma decisiva as propriedades técnicas, econômicas e ecológicas do produto.

De modo geral, conforme Pahl e Beitz (1996), as atividades de projeto podem ser classificadas em:

- conceitualização, ou seja, busca por princípios de solução;
- incorporação, que visa engendrar um princípio de solução determinando o arranjo geral e formas e materiais preliminares de todos os componentes;
- detalhamento, que consiste em finalizar os detalhes de produção e operação; e

- cálculo, desenho e coleta de informação, atividades que ocorrem durante todas as fases do processo de projeto.

Tais atividades, no processo de projeto, devem ser estruturadas de forma intencional, ou seja, uma sequência clara das principais fases dos trabalhos individuais, para que o fluxo de trabalho possa ser planejado e controlado (PAHL e BEITZ, 1996).

Horenstein (2010) também aborda as etapas do processo de projeto e apresenta uma figura (figura 14) que sumariza a sequência de eventos (da ideia ao produto final) que englobam o ciclo de projeto.

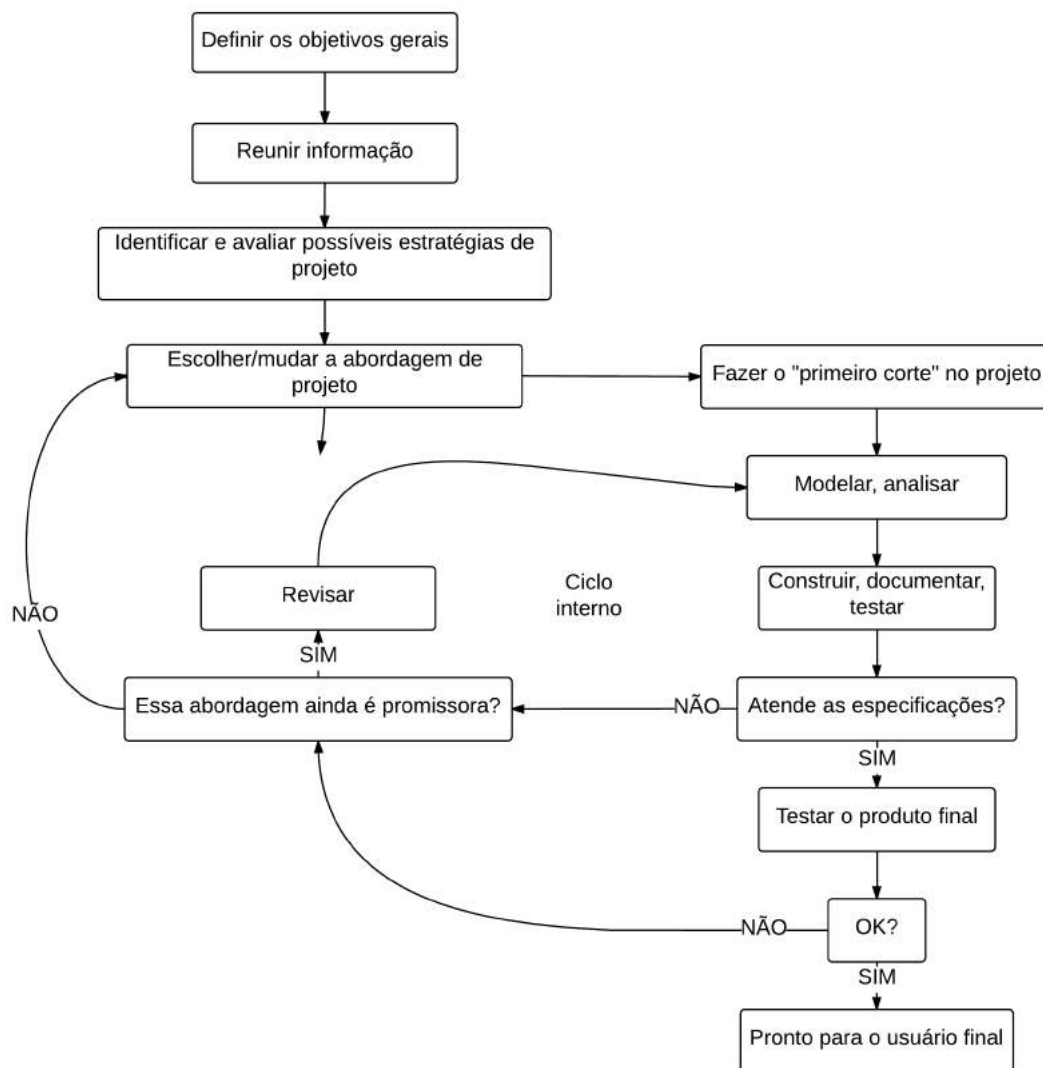


Figura 14. O ciclo de projeto (HORENSTEIN, 2010)

Como pode ser observado, todas essas definições apresentadas adotam uma perspectiva de racionalidade predominantemente técnica e não consideram o processo de projeto como uma construção. Seguindo essa mesma linha, está o projeto em máquinas agrícolas, apresentado a seguir.

### 3.3.2. O projeto em máquinas agrícolas

De acordo com a ABNT – NB-66, o termo *máquina agrícola* refere-se a toda máquina projetada especificamente para realizar integralmente ou coadjuvar a execução de uma *operação agrícola*, que por sua vez, refere-se a toda atividade direta e permanentemente relacionada com a execução do trabalho de produção agropecuária.

Existem diversos tipos de máquinas agrícolas para os mais diversos fins, que podem ser divididas em 11 grupos (SANTOS FILHO *et al.*, 2001):

- máquinas para o preparo do solo (preparo inicial e periódico);
- máquinas para semeadura, plantio e transporte;
- máquinas para a aplicação, carregamento e transporte de adubos e corretivos;
- máquinas para o cultivo, desbaste e poda;
- máquinas aplicadoras de defensivos;
- máquinas para a colheita;
- máquinas para transporte, elevação e manuseio;
- máquinas para o processamento;
- máquinas para a conservação do solo, água e irrigação e drenagem;
- máquinas especiais (como as de reflorestamento) e;
- máquinas motoras e tratores.

Segundo Norton (2000, p. 33), uma máquina pode ser definida como: “um aparato que consiste em unidades inter-relacionadas, ou um dispositivo que modifica a força ou o movimento”. Com base nesta definição o autor destaca:

“(…) as **peças inter-relacionadas** também são chamadas, às vezes, de **elementos da máquina** neste contexto. A noção de **trabalho útil** é básica para a função de uma máquina, existindo quase sempre alguma transferência de energia envolvida. A menção a **forças** e **movimento** também é crucial ao nosso interesse, uma vez que, ao converter uma forma de energia em outra, as máquinas **criam movimento** e **desenvolvem forças**. É tarefa do engenheiro definir e calcular esses movimentos, forças e mudanças de energia de modo a determinar as dimensões, as formas e os materiais necessários para cada uma das peças que integram a máquina. Esta é a essência do **projeto de máquinas**”. (grifo do autor).

Budynas e Nisbett (2008) afirmam que no projeto de qualquer elemento ou sistema todo existem considerações de projeto, que são determinadas características que exercem influência sobre ele. Essas considerações são apresentadas na figura 15, não necessariamente em ordem de importância. Segundo os autores, geralmente um bom número delas deve ser considerado e priorizado em uma dada situação de projeto.

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 1 Funcionalidade             | 14 Ruído                                |
| 2 Resistência/tensão         | 15 Estilo                               |
| 3 Distorção/deflexão/rigidez | 16 Forma                                |
| 4 Desgaste                   | 17 Tamanho                              |
| 5 Corrosão                   | 18 Controle                             |
| 6 Segurança                  | 19 Propriedades térmicas                |
| 7 Confiabilidade             | 20 Superfície                           |
| 8 Fabricabilidade            | 21 Lubrificação                         |
| 9 Utilidade                  | 22 Mercantilidade                       |
| 10 Custo                     | 23 Manutenção                           |
| 11 Atrito                    | 24 Volume                               |
| 12 Peso                      | 25 Responsabilidade pelo produto        |
| 13 Vida                      | 26 Refabricação/recuperação de recursos |

Figura 15. Principais considerações de projeto (Fonte: BUDYNAS e NISBETT, 2008)

No que tange as questões ergonômicas presentes no projeto de máquinas de maneira geral, estas são sumarizadas pela figura 16, de Corllet e Clark (1995):

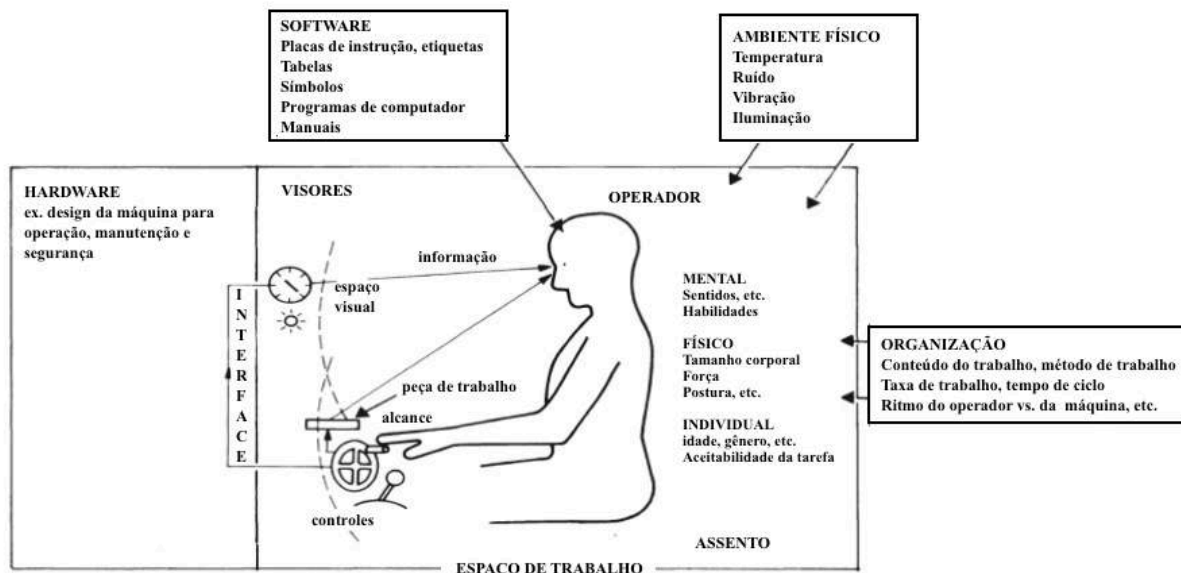


Figura 16. Considerações ergonômicas no projeto de máquinas (Fonte: Adaptado de CORLLET e CLARK, 1995)

Como se pode observar na figura, segundo os autores, existem basicamente cinco componentes do sistema de trabalho: hardware, software, operador, ambiente físico e a organização. No caso do projeto de máquinas, há ainda questões como alcance, controles, assento, displays, visibilidade, aquisição de informação.

Esses cinco componentes do sistema de trabalho e suas respectivas áreas de projeto e considerações/restrições são detalhados pelos autores conforme tabela 2.

Os autores apresentam inicialmente uma tabela (tabela 3) que resume cada um dos pontos que serão abordados em detalhe no decorrer do seu livro. Conforme ressaltam os autores, os fatores de projeto e desempenho e os fatores ergonômicos estão inter-relacionados e devem ser tratados conjuntamente no projeto, sua separação foi apenas para fins de análise e classificação. Optou-se por apresentar essa tabela, pois ela oferece um panorama geral do projeto de máquinas. Através dela, é possível notar a complexidade que envolve o projeto do trabalho em máquinas.

Tabela 2. Componentes do sistema de trabalho (Adaptado de CORLLET e CLARK, 1995)

<b>Componente</b>	<b>Áreas de projeto</b>	<b>Considerações, restrições</b>
<b>Hardware</b>	Projeto e layout de componentes	Processo, equipamento, acesso.
<b>Operador</b>	Características físicas, habilidades, etc. Recepção e processamento de informação. Características individuais e sociais	Tamanho do corpo, força, capacidade de trabalho, postura, fadiga e resistência. Sentidos (visão, audição, etc.), atenção, memória, etc. Idade, gênero, experiência, raça, habilidade, treinamento, motivação, satisfação no trabalho e interesse, tédio, atitudes, etc.
<b>Software</b>	Desempenho livre de erro	Procedimentos de operação padronizados, instruções, manuais, símbolos, etc.
<b>Ambiente físico</b>	Desempenho seguro	Temperatura, ruído, iluminação, vibração, atmosfera e ventilação, etc.
<b>Organização</b>	Organização do pessoal/produção	Trabalho – horários de descanso, cadência, tempo de ciclo, turno de trabalho, conteúdo do trabalho, interesse, satisfação, responsabilidade, interação social, etc.

Tabela 3. Relação entre fatores de projeto e considerações ergonômicas (Adaptado de CORLLET e CLARK, 1995)

<b>Fatores de projeto e desempenho</b>	<b>Considerações ergonômicas</b>
<i>Requisitos funcionais</i>	Atribuir funções ao hardware e operador(es) de acordo com habilidades e características dos usuários além de considerações técnicas, econômicas e outras. Realizar análise da tarefa.
<i>Segurança</i>	Utilizar procedimento segurança-pelo-projeto.
Geral	Consultar padrões e regulações adequadas, etc. Identificar riscos. Tomar decisões de projeto apropriadas. Remover o risco na fonte se possível, ou fornecer barreira, ou separação ou fornecer proteção pessoal. Separar e/ou proteger de riscos mecânicos, elétricos, químicos ou outros. Separar e/ou proteger de extremos de temperatura, ruído, vibração e outros riscos ambientais. Minimizar a fadiga física, mental e ambiental ou stress.
Espaço de trabalho físico	Projetar posição de trabalho e tarefa para evitar tensão ou danos ao corpo, especialmente as costas. Componentes e materiais devem ser manuseados com segurança,

	<p>manual ou mecanicamente.</p> <p>Localizar os riscos além do alcance mais longo.</p> <p>Aberturas devem ser pequenas o bastante para prevenir acesso a riscos.</p> <p>Fornecer espaço para acesso e saída de emergência.</p> <p>Minimizar obstrução à ação física e à visão.</p>
Projeto de controles	<p>Acessar requisitos de informação.</p> <p>Escolher e projetar controles para operação segura e eficiente, considerando requisitos de força, velocidade, precisão, feedback, etc.</p> <p>Projetar para evitar operação acidental.</p> <p>Localizar para evitar interferência.</p> <p>Localizar controles para operação segura, eficiente e confortável, considerando prioritariamente, frequência e duração da operação, velocidade, precisão e sequência.</p> <p>Localizar controles de emergência adequadamente.</p> <p>Controles devem se mover em uma direção compatível com o movimento exibido ou do sistema.</p>
Projeto do display	<p>Escolher, projetar e localizar os displays para operação segura e eficiente considerando requisitos operacionais, tipo de informação apresentada e o que deve ser feito com a informação.</p> <p>Evitar mascarar (interferência) de avisos de comunicação.</p> <p>Fornecer avisos, identificações, instruções, manuais claros.</p>
<i>Operacionalidade</i>	
Tamanho do corpo	<p>Permitir que uma variedade de usuários se adequem ao posto de trabalho e alcancem o trabalho e controles.</p> <p>Notar variações de origem étnica, de gênero, etc.</p>
Postura	<p>Evitar postura fatigante exceto para tarefas não-frequentes, de curta duração.</p> <p>Permitir mudanças de postura.</p> <p>Fornecer apoio (assento, punhos, corrimão, apoio de braços, apoio para os pés, bancadas, etc.) onde possível.</p>
Movimento	<p>Projetar para manuseio eficiente (sequência, etc.).</p> <p>Evitar trabalho muscular estático.</p> <p>Equilibrar grupos musculares (por exemplo, operação com os dois braços).</p>
Força	<p>Projetar para variação (por exemplo diferenças de gênero) e usuário mais fraco proposto.</p> <p>Escolher membro ou grupo muscular apropriado para a tarefa.</p> <p>Considerar o esforço máximo vs. contínuo.</p> <p>Considerar localização, magnitude, direção, distância, frequência e duração de forças.</p> <p>Usar assistência de energia onde for apropriado.</p>
Capacidade/taxa de trabalho	<p>Permitir pausas de descanso adequadas ou mudança de tarefa.</p> <p>Tarefas reguladas pela máquina (taxa de trabalho determinada pela máquina) devem ser evitadas.</p>

	<p>Fornecer estoque intermediário.</p> <p>Levar em conta efeitos ou ambiente físico (temperatura, ruído, iluminação, vibração) na capacidade de trabalho.</p>
Visibilidade	<p>Permitir postura de visualização confortável.</p> <p>Nenhuma obstrução visual: posições dos olhos dos usuários.</p> <p>Objetos de tamanho adequado vs. distância visual.</p> <p>Levar em conta defeitos visuais, óculos, defeitos de cor.</p>
Iluminação	<p>Fornecer iluminação adequada para a tarefa: fundo geral, local, embutido.</p> <p>Projetar para condições de iluminação mais pobre: claridade, sombra.</p> <p>Fornecer contraste adequado entre objeto e fundo: iluminação, cor, tamanho, forma.</p> <p>Evitar ofuscamento por posição e projeto das luzes, superfícies de trabalho, materiais.</p> <p>Cores devem ser apropriadas para tarefa, segurança, estética.</p>
Escolha e projeto de controles	<p>Selecionar e projetar controles de acordo com os requisitos funcionais.</p>
Layout dos controles	<p>Arranjar o trabalho e controles de acordo com prioridade, requisitos funcionais e conforto: considerar a importância para segurança, frequência, duração, sequência e compatibilidade entre controles e displays.</p>
Displays visuais, informação, softwares	<p>Selecionar e projetar de acordo com requisitos funcionais, padrões, etc.</p>
Layout de tarefa visual e displays	<p>Arranjar de acordo com os requisitos funcionais de prioridade, conveniência, conforto, importância de atenção, frequência, sequência, etc.</p>
Ruído, sinais auditivos	<p>Sinais/displays auditivos devem ganhar atenção.</p> <p>Ambiente auditivo não deve interferir na comunicação, avisos, etc. ou causar incômodo ou distração.</p>
Carga de informação	<p>Evitar sobrecarregar a capacidade de receber e processar informação, por exemplo, minimizar períodos de atenção concentrada; levar em conta a memória reduzida de operadores mais velhos.</p>
<i>Tamanho</i>	
Posto de trabalho	<p>Escolher posição de trabalho sentada, em pé ou a de preferência.</p> <p>Levar em conta variedade de usuários para: adequar o posto de trabalho, alcançar o trabalho e controles, ver o trabalho e displays.</p> <p>Permitir folgas para cabeça, tronco e pernas do maior usuário.</p> <p>Permitir alcances de braços e pernas do menor usuário.</p> <p>Ajustes onde for apropriado.</p> <p>Permitir visão confortável: postura de visão, ângulos de visão, distância de visão.</p>
Acesso	<p>Espaço/passagens/corredores/escadas para o posto de trabalho, para manutenção e como saída de emergência.</p>
Equipamento	<p>Equipamento portátil, ferramentas e equipamentos de proteção</p>



	deverem ser apropriados para os usuários, tarefas e espaço. Controles, displays, assento, etc. devem ser de tamanhos recomendados.
Componentes	Tamanho e peso convenientes para manuseio na instalação, operação ou manutenção. Construção modular onde possível. Manuseio mecânico onde for apropriado. Objetos devem ser de tamanho adequado para a visibilidade nas condições piores ou usar auxílios de visão.
<i>Manutenção</i>	Especificar critério de projeto para manutenção; incorporar projeto para manutenção dentro do procedimento do projeto principal; identificar operações de manutenção críticas.
Acesso	Fornecer acesso a todas as partes para manutenção. Permitir prioridade de acesso de acordo com a vida do projeto, probabilidade e consequências de falha. Fornecer avisos de falha. Considerar localização do local de reparo, oficina, fábrica.
Espaço	Fornecer espaço para tarefa de manutenção para: o pessoal de manutenção, ferramentas de operação, componentes removíveis e aberturas. Fornecer acesso ao ponto de reparo: caminhar, escalar, rastejar.
Postura	Postura de trabalho deve ser apropriada para a natureza e duração da tarefa: em pé, sentando, ajoelhado, deitado. Evitar interferência com outros operadores.
Levantamento e manuseio	Componentes devem ser de tamanho e peso adequados para manuseio manual onde apropriado. Fornecer aparelhos de elevação e olhais de elevação se necessário. Capas, estojos, fechos e conectores devem ser facilmente removíveis e substituíveis.
Instruções e manuais	Fornecer instruções, identificações e manuais para manutenção segura e eficaz.
Ambiente físico	Levar em conta condições ambientais e segurança de tarefa de manutenção – fornecer proteção.

Corllet e Clark (1995) apresentam ainda uma matriz (figura 17) que ilustra as principais interações entre fatores ergonômicos e fatores de projeto relacionados com máquinas (e outros que podem ser incluídos como fatores organizacionais), sendo que a força das interações vai depender do sistema. Pode-se observar principalmente que quase todos os fatores ergonômicos estão fortemente relacionados com os fatores de operabilidade e segurança do projeto.

Fatores ergonômicos	Fatores de projeto e performance										
	requisitos funcionais	custo	tamanho*	operabilidade	segurança	manutenção	Confiabilidade	Fabricabilidade	controle de qualidade	aceitabilidade	estética
<i>Características humanas gerais</i>											
Operação humana vs. máquina	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	
Características da população usuária (idade, gênero, experiência, tolerância)	○	○	●	○	●	●				●	○
Habilidades, seleção, treinamento	●	●		●	●	●		●	●	●	
<i>Espaço físico de trabalho</i>											
Variação do tamanho corporal	○	○	●	●	●	●				●	
Alcance, espaço livre, ajuste	○	○	●	●	●	●				●	
Conforto postural	○		●	●	○	○				○	
Design do assento	○		○	○	○					○	
Força: limites e variações	○		○	○	○					○	
Capacidade de trabalho físico, resistência	●	○		●	●	●		○		○	
Design de controles	○	○	○	●	●	○	○				○
Layout de trabalho e de controles	○	○	○	●	●	●	○	○	○		○
<i>Espaço visual, displays e informação</i>											
Habilidades visuais e defeitos	○	○	○	●	●	○			●		
Projeto da tarefa visual	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	
Projeto do display visual	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	
Layout de tarefas visuais e displays	○	○	●	●	○	○		○			○
Controle - compatibilidade do display	○	○		●	●		○				
Displays passivos (etiquetas, símbolos, instruções, manuais)	○	○		●	●	●	○				○
Displays e sinais auditivos (atenção, processamento, memória, etc.)	○	○		○	●	○	○				
Carga de informação	●			●	●		○				
<i>Ambiente físico</i>											
Iluminação (iluminação recomendada, contraste, cor, brilho)	○	○	○	●	●	●	○		●	○	○
Temperatura (bulbo seco alto-baixo, radiação alta-baixa, umidade, velocidade do ar)	○	○	○	●	●	●	○		○	●	
Ruído (níveis perigosos, mascaramento de sinais)	○	○	○	●	●	●	○		○	●	
Vibração (efeitos prejudiciais, interferência)	○	○	○	●	●	●	○		○	●	
<i>Layout organizacional e fluxo de pessoal, materiais e planta</i>											
Taxa de trabalho (ritmo, estoques buffer, turnos)	○	●	●	●	○	○					
Conteúdo do trabalho	○	●		●	○	○			○	●	
Sistema de inspeção, sistema de qualidade	○	●		○	○	○	○		●	○	

○ = interação    ● = forte interação

\* Tamanho refere-se ao tamanho da estrutura, acesso, posto de trabalho ou componentes

Figura 17. Principais interações entre fatores ergonômicos e fatores de projeto e desempenho relacionados às máquinas (Adaptado de CORLLET e CLARK, 1995)

No que concerne especificamente os aspectos ergonômicos no projeto de máquinas agrícolas, há o *Ergonomic Checklist for Forest Machines*, um *checklist* desenvolvido pelo grupo ErgoWood da Suécia, que visa analisar se as máquinas preenchem os requisitos ergonômicos e de segurança (ERGOWOOD, 2006).

Esse *checklist*, embora voltado especificamente para máquinas florestais, nos proporciona um indício de quais aspectos relacionados à ergonomia estão presentes na operação e na análise de máquinas agrícolas. São eles:

- acesso à cabine;
- cabine;
- visibilidade;
- assento;
- controles;
- operação da máquina;
- postura de trabalho (trabalho sentado);
- ruído;
- vibração;
- clima;
- iluminação e;
- manutenção.

Não se pretende aqui realizar uma revisão sistemática sobre cada um desses aspectos, apenas mostrar que, no que diz respeito às questões ergonômicas envolvidas no projeto de máquinas agrícolas, esses são os principais fatores. A seguir, serão apresentados os estudos disponíveis na bibliografia relativos à ergonomia em máquinas agrícolas.

### 3.3.3. Estudos ergonômicos existentes

Na revisão de bibliografia, realizada em bancos de dados nacionais e internacionais, há inúmeros estudos ergonômicos sobre máquinas agrícolas em geral, entretanto, não foram encontrados estudos específicos sobre análise e projeto dessas máquinas a partir da ergonomia da atividade.

Tanto na bibliografia nacional quanto internacional, a máquina agrícola mais estudada é o trator agrícola. Este interesse de pesquisa pode ser atribuído ao fato de que, dada a sua versatilidade de uso, conforme descrevem Patel *et al.* (2000), o trator é a máquina utilizada com maior frequência nas operações agrícolas (estima-se que haja 29 milhões de unidades em todo o mundo) (BILSKI, 2013).

Na bibliografia internacional, foi observado que os temas mais estudados nos últimos dez anos envolvem principalmente: ruído (DESMET *et al.*, 2003; DEPCZYNSKI *et al.*, 2005; FRANKLIN *et al.*, 2006; SÜMER *et al.*, 2006; BEAN, 2008; AYBEK *et al.*, 2010; BILSKI, 2013), vibração (HOSTENS *et al.*, 2001; HOSTENS e RAMON, 2003; MUZAMMIL *et al.*, 2004; SCHUST *et al.*, 2006; SCARLLET *et al.*, 2007; MAYTON *et al.*, 2008; REHN *et al.*, 2009) e controles das máquinas (DRAKOPOULOS e MANN, 2007; MEHTA *et al.*, 2007; KUMAR *et al.*, 2009; DEWANGAN *et al.*, 2010).

Aybek *et al.* (2010) em seu estudo na Turquia analisaram os níveis de pressão sonora aos quais os operadores estavam expostos durante as operações e se esses níveis encontrados estavam dentro dos limites determinados. Foram realizadas medições na altura do ouvido dos operadores nas operações de 12 tratores agrícolas diferentes em três ambientes de trabalho: tratores sem cabine, com cabine instalada no campo e com cabine original. Os autores concluíram que os tratores devem ser equipados de preferência, com a cabine original para melhor isolamento do ruído, e que as cabines instaladas posteriormente podem ser utilizadas, pois reduzem os níveis de pressão sonora em comparação aos tratores sem cabine.

Em estudo semelhante, Sümer *et al.* (2006) analisaram os níveis de pressão sonora e níveis sonoros em 37 máquinas colhedoras de trigo: 15 sem cabines, 15 com cabines originais e 7 com cabines instaladas posteriormente. Concluíram que as cabines são eficientes no isolamento do ruído, principalmente em médias e altas frequências (500 – 8000 Hz) além de

proteger os operadores contra alta temperatura e poeira. Concluíram também que operar máquina sem cabine afeta a saúde e eficiência do operador.

Na Austrália, Depczynski *et al.* (2005) mediram os níveis médios e de pico de ruído de 56 tipos de máquinas agrícolas diversas e concluíram o uso de máquinas por período prolongado é um risco significativo para a saúde auditiva. Da mesma forma, Franklin *et al.* (2006) mediram níveis de ruído durante atividades agrícolas comuns na Austrália e apontaram que variáveis como idade do trator, presença de cabines e rádios nessas máquinas influenciam o nível de ruído.

Bean (2008) em seu artigo de revisão descreve a estrutura do aparelho auditivo, os níveis seguros de exposição ao ruído, os níveis de ruído na agricultura, suas principais fontes e como deve ser a proteção dos trabalhadores. O autor afirma que as cabines de tratores podem ou não oferecer proteção contra o ruído: as cabines precisam preencher determinadas características para que o isolamento seja eficiente, como o revestimento interno com material à prova de som e o fechamento hermético.

Em seu estudo, Desmet *et al.* (2003) apontam que dois tipos de excitações dinâmicas na cabine causam o ruído no seu interior: excitação proveniente da estrutura (que consiste de forças dinâmicas que são transmitidas diretamente para a cabine através da sua suspensão) e excitação proveniente do ar (que consiste do som que colide com o exterior da cabine e introduz vibrações nela, as quais transmitem o som para o interior). As fontes de ruído da primeira estão relacionadas com as vibrações da cabine que geram ruído interior, já as da segunda, são os motores, unidades de alimentação, de debulha, etc. No seu trabalho realizado na Bélgica, os autores descrevem uma ferramenta de análise experimental e procedimentos de simulação numérica que podem ser utilizados para a avaliação das características de isolamento de ruído proveniente do ar em cabines de máquinas agrícolas diversas.

Já Bilski (2013), analisou na Polônia a exposição dos operadores ao nível de ruído audível e também infra-sônico em 32 tratores agrícolas modernos. O autor mostrou que tais máquinas emitem níveis de ruído infra-sônico consideráveis (dentro e fora da cabine) que tendem a exceder os limites de exposição ocupacional em alguns países e que há falta de trabalhos para a limitação da exposição ao infra-som.

Com relação aos estudos sobre vibração, vários podem ser citados. Scarlett *et al.* (2007) realizaram medições dos níveis de exposição à vibração em tratores no Reino Unido em condições controladas (teste de vibração ISO) e em campo, durante operações típicas. Muzammil *et al.* (2004) realizaram testes em diferentes tipos de terreno (úmido e seco) para determinar o nível de vibração gerado com presença ou não de equipamentos e em diferentes velocidades. Os pesquisadores selecionaram cinco sujeitos sem experiência com operação de tratores para participar do estudo e concluíram que os efeitos do equipamento e o nível de vibração foram estatisticamente significantes, ao contrário do tipo de terreno.

Da mesma forma, Schust *et al.* (2006) utilizando estudantes, realizaram na Alemanha um estudo para analisar a percepção da intensidade da vibração, conforto do assento e esforço em tratores bem como analisar os tempos de reação durante a vibração. Com o estudo, concluíram que o aumento da amplitude da vibração aumentou o julgamento de intensidade da vibração, diminuiu a percepção de conforto e levou a um maior esforço na tarefa de reação.

Por sua vez, Rehn *et al.* (2009) em um estudo na Suécia com máquinas florestais buscaram relações entre dor no pescoço e nos braços com a exposição à vibração, através da aplicação de 333 questionários. Já Kumar *et al.* (2001) na Índia, buscaram relações entre exposição à vibração e alterações degenerativas na coluna vertebral de 50 operadores de trator e os compararam com um grupo controle de 50 agricultores não-tratoristas. Foram realizadas entrevistas, exames clínicos e ressonância magnética, obtendo maior número de queixas de dor nas costas pelos operadores de trator, porém nenhuma diferença nos exames dos dois grupos.

Como o assento é a principal via de transmissão da vibração do piso da cabine para o corpo do operador, grande parte dos estudos acerca da exposição à vibração está relacionada com a análise do assento. Hostens e Ramon (2003) analisaram máquinas combinadas na Bélgica com relação às vibrações impostas para a cabine em diferentes situações e a atenuação da vibração pelo assento. Foram realizados testes de campo com a máquina em operação e com ela apenas ligada, bem como testes do assento através de uma plataforma vibratória eletro-hidráulica para assentos com suspensão mecânica e com suspensão a ar. Os autores constataram que há diferenças na transmissão da vibração para a cabine em função da velocidade, superfície e se a máquina está totalmente operacional ou

não. Além disso, a suspensão a ar proporciona mais conforto e maior atenuação da vibração para frequências acima de 4 Hz.

Blüthner *et al.* (2008) também analisaram suspensões de assentos de tratores e caminhões em três direções através da análise de nove sujeitos, divididos em categorias de massa corpórea e submetidos a testes laboratoriais com posturas pré-determinadas. Os resultados mostraram que os assentos com suspensões nas direções horizontais podem reduzir a influência da vibração no risco à saúde dos operadores e os testes laboratoriais são úteis para o projeto e avaliação do assento se os resultados forem comparáveis.

Além da vibração, foi observado que os assentos de máquinas agrícolas também são analisados nos estudos com relação a outros aspectos, como o conforto (MEHTA e TEWARI, 2000) e dimensões antropométricas para o projeto (TEWARI e PRASAD, 2000; MEHTA *et al.*, 2008). Mehta e Tewari (2000) realizaram um estudo de revisão com o objetivo de apresentar os fatores que afetam o desconforto sentado e o procedimento mais adequado para avaliação do assento do operador de trator. Já Mehta *et al.* (2008) realizaram um estudo de revisão sobre o projeto de trator, considerando fatores antropométricos e biomecânicos. No seu estudo, os autores elencaram cinco dimensões antropométricas principais que devem ser levadas em consideração no projeto do assento de tratores e apresentaram as dimensões do assento mais adequadas para a população indiana de acordo com os dados de 5434 trabalhadores agrícolas indianos. Tewari e Prasad (2000), por sua vez, desenvolveram um set up experimental para medir a distribuição de pressão no banco e encosto do assento de trator e concluíram que o banco do assento, curvatura do encosto e ângulo de inclinação do encosto afetam a distribuição da pressão e propuseram valores dessas medidas para a população indiana.

No que tange os estudos sobre os controles de máquinas agrícolas, Kumar *et al.* (2009) realizaram um estudo que avaliou o layout de controle de 10 tratores em relação ao envelope de espaço de trabalho e padrão ISO. Os autores utilizaram as dimensões da população indiana e um dispositivo de medida de layout capaz de medir as coordenadas radial, vertical e horizontal de diferentes controles. E concluíram que muitos deles não estão localizados dentro do envelope de espaço de trabalho ótimo da população em questão, e por isso, necessitam de uma mudança completa no seu layout. Já Drakopoulos e Mann (2007) desenvolveram um estudo no Canadá onde analisaram as dimensões de controle e

características do painel de controle de seis tratores e descobriram que os controles utilizados são consistentes com as recomendações. Os resultados mostraram que 89% dos controles estão situados à direita do operador, apenas 75% estão dentro do envelope de alcance funcional e os símbolos eram mais utilizados do que os textos.

Dewangan *et al.* (2010) também abordaram a questão do projeto de controles de trator e analisaram a força muscular isométrica de 379 trabalhadores agrícolas através de um dispositivo laboratorial selecionando 16 parâmetros de força, cujos dados podem ser utilizados para controles manuais e pedais. Mehta *et al.* (2007) também utilizaram um dispositivo laboratorial e mediram a força apenas dos membros inferiores na operação de pedais de tratores, descrevendo medidas da força máxima das pernas, localização ótima dos pedais e os limites máximos de força para os pedais de freio e embreagem. Outros estudos mais antigos que podem ser citados ainda com relação aos controles são os de Grevsten e Sjogren (1996) que investigaram dois tipos principais de controles de máquinas florestais na Suécia e o de Kaminaka e Egli (1985), que analisaram os controles de máquinas diversas acerca dos esteriótipos de resposta, com estudantes de engenharia.

Além dos temas principais apresentados, os estudos internacionais abordam outras questões, como antropometria, visibilidade, problemas musculoesqueléticos e lesões relacionadas à essas máquinas, entre outros.

Hsiao *et al.* (2005), por exemplo, analisaram 100 trabalhadores agrícolas nos EUA com relação às suas medidas antropométricas em três posturas pré-determinadas: sentada, defensiva e em pé. Essas medidas foram feitas em 3D em laboratório visando a concepção da cabine de operação de um trator, e os autores constataram que nove parâmetros afetam a taxa de acomodação da cabine e que a técnica utilizada pode ser uma ferramenta eficaz para os projetistas.

Barron *et al.* (2005) por sua vez, concentraram-se no campo de visão do operador, analisando a questão da visibilidade em máquinas agrícolas diversas. No estudo, os autores descrevem uma técnica que possibilita quantificar a visibilidade do operador de máquina em um campo de visão tridimensional através de um método de sensor de luz.

O estudo conduzido por Ostensvik *et al.* (2008) focou os fatores de risco para distúrbios de pescoço e extremidade superior comparando 37 operadores de máquinas de



colheita florestal da França e Noruega. O estudo envolveu eletromiografia de superfície, vídeos, questionários para fatores psicológicos e sociais, exame físico, escala de Borg (para a intensidade de desconforto) durante a jornada de trabalho. Tal comparação mostrou que a despeito das tarefas iguais, os operadores noruegueses tinham mais reclamações e sinais físicos de desordens do que os franceses, o que poderia ser explicado por questões organizacionais.

Já o estudo de Narasimhan *et al.* (2010) no Canadá abordou as práticas de segurança e ocorrência de lesões em 2390 propriedades rurais, mostrando que o maior risco de lesões está relacionado com o uso menos frequente de dispositivos de segurança das máquinas. O estudo mostrou ainda que a manutenção das máquinas agrícolas é um fator de risco de lesões, já que foi identificado um total de 159 lesões relacionadas às máquinas (trator, colhedoras, equipamento de transporte, manutenção, etc.).

Com relação aos estudos disponíveis na bibliografia nacional, foi observado que grande parte concentra-se principalmente na comparação de determinados aspectos em relação às normas e na análise das características das máquinas.

Alonço *et al.* (2006) analisaram tratores e colhedoras para verificar a presença dos símbolos gráficos recomendados pelas normas NBR 11379 e ISO 11684 e constataram que nenhuma máquina estudada apresentou total conformidade com as normas técnicas. Rozin *et al.* (2010) utilizaram a norma NBR ISO 4253 para analisar a conformidade da localização dos comandos de operação de 35 tratores agrícolas nacionais. Esta mesma norma foi utilizada por Nietiedt *et al.* (2012) juntamente com a norma ISO 15077 para identificar e comparar a localização dos comandos em relação às regiões de alcance em quatro modelos de tratores diferentes.

Já Mattar *et al.* (2010) focaram especificamente a questão do acesso e saída do posto de operação de tratores em relação à norma NBR 4252. Santos *et al.* (2008), por sua vez, utilizaram a questão das conformidades em relação às normas de ergonomia e segurança para caracterizar as prioridades de requisitos de projeto de postos de operação de tratores, concluindo que o assento é a prioridade de maior ordem, seguido dos comandos e por último, o acesso ao posto.

No que concerne a análise das características das máquinas, vários estudos com focos diferentes podem ser citados. Debiasi *et al.* (2004) analisaram 175 tratores de 12 fabricantes diferentes com relação ao que eles chamaram de condições ergonômicas: ano de fabricação, presença de toldo solar ou cabine, isolamento térmico (do motor e da transmissão), posicionamento das alavancas de câmbio e regulagem de inclinação do volante. Os pesquisadores concluíram que a maior parte dos tratores presentes nas regiões estudadas excedeu a vida útil recomendada e não apresentou condições satisfatórias em termos de ergonomia, por não possuir elementos de conforto como cabine e regulagem de volante.

Schlosser *et al.* (2011) avaliaram a alteração do campo visual de um trator após a instalação da cabine através de um delineamento experimental com quatro repetições e constataram que a cabine influencia negativamente no campo visual, aumentando a área de visibilidade nula em 35% em comparação a um trator sem cabine. Já Silva *et al.* (2010) realizaram a avaliação de uma máquina colhedora de cana-de-açúcar com a aplicação de um *checklist* para máquinas florestais, conduzindo uma avaliação predominantemente qualitativa e subjetiva e concluindo que a colhedora não apresenta condições de trabalho ideais sob o ponto de vista ergonômico.

Minette *et al.* (2007) por sua vez, avaliaram os níveis de ruído, luz e calor em 13 máquinas de colheita florestal em três empresas, constatando que todas apresentaram postos de trabalho com temperatura fora da zona de conforto e mostrando quais máquinas apresentaram níveis de ruído superiores e condições ruins de iluminação. Já Fontana *et al.* (2004) analisaram quatro máquinas colhedoras de milho em relação às áreas de acesso ótimo e máximo dos controles e detectaram quais delas apresentaram o maior número de comandos dentro da área de acesso nos planos de orientação estudados.

Outros temas abordados que podem ser citados são as dimensões antropométricas de operadores de tratores agrícolas na região Sul do país (SCHLOSSER *et al.*, 2002a), a caracterização dos acidentes com tratores agrícolas (SCHLOSSER *et al.*, 2002b) e o grau de conhecimento do significado dos símbolos de comandos e controles de máquinas agrícolas (ALONÇO *et al.*, 2007).

Abordagens alternativa para o estudo do trabalho em máquinas agrícolas foi o estudo de Scopinho *et al.* (1999) sobre as cargas laborais da operação de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar e os de Narimoto *et al.* que realizaram estudos acerca da operação dessas

máquinas, aprofundando a análise acerca das competências dos operadores (NARIMOTO *et al.*, 2015), as condições organizacionais (NARIMOTO *et al.*, 2013) e a relação de cooperação no trabalho (NARIMOTO *et al.*, 2014).

### 3.3.4. Considerações acerca dos estudos

Segundo Rabardel (1995), a relação entre homens e objetos pode ser vista a partir de duas perspectivas principais:

- perspectiva tecnocêntrica, onde o homem ocupa uma posição residual e onde a sua atividade real não pode, com frequência ser pensada nos mesmos termos do processo técnico. Portanto, neste caso, não há outra solução se não falar dos homens através de coisas.
- perspectiva antropocêntrica, onde o homem ocupa uma posição central a partir do qual são concebidos técnicas, máquinas e sistemas. Esta opção coloca a atividade humana no centro da análise e, portanto, permite operar a inversão necessária para falar sobre coisas em termos de homens.

Assim, do ponto de vista do sistema técnico, a única parte relevante da atividade é a que diz respeito aos problemas técnicos e essa abordagem “tecnicista”, onde a dimensão técnica domina, é muito diferente da abordagem antropocêntrica, onde as atividades psicológicas e sociais das pessoas são o foco. Entretanto, conforme Béguin e Rabardel (2000), as abordagens antropocêntrica e tecnocêntrica não são inerentemente contraditórias, pelo contrário: elas devem trabalhar juntas. No entanto, os autores ressaltam que o ponto de vista tecnocêntrico atualmente domina o processo de projeto a despeito das intenções dos projetistas, e como resultado, a atividade humana é frequentemente considerada como um aspecto menor, até marginal do problema.

Frente aos estudos apresentados pode-se concluir que a maior parte das pesquisas desenvolvidas neste campo adotam essa perspectiva de racionalidade técnica, com base na abordagem *human factors* já descrita no item 3.1.

Como se pode observar, vários estudos foram conduzidos em situações laboratoriais, controladas, com a participação de sujeitos que não os operadores que efetivamente trabalham com as máquinas. Também, vários estudos conduziram análises de máquinas a partir de comparações com normas, *checklists* e julgamento dos próprios pesquisadores.

Ao utilizar essa visão tecnicista do homem no trabalho e empregar o experimentalismo como método, essa abordagem torna-se limitada e insuficiente para a apreensão do trabalho. A atividade real dos operadores não é analisada e nem é levada em conta a percepção deles sobre a máquina, sobre o projeto, sobre o trabalho.

Por isso, para Béguin e Rabardel (2000) é fundamental elaborar uma conceitualização de desenvolvimento do instrumento com base em um ponto de vista antropocêntrico, e então desenvolver métodos neste sentido. Rabardel (1995) fala inclusive em uma concepção antropocêntrica da técnica, onde são os sistemas técnicos e as máquinas que são pensados em referência aos homens e não o inverso, onde o lugar do homem é primeiro e a tecnologia definida em relação ao mesmo, onde o sistema está centrado na técnica que irá utilizar, e será concebido, desenhado e feito em referência à atividade do homem para o qual haverá um instrumento.

Dessa forma, será apresentado a seguir o referencial teórico adotado na pesquisa, uma abordagem antropocêntrica, alternativa para a consideração de ergonomia e projeto em máquinas agrícolas em relação ao exposto neste item 3.3.

#### ***3.4. A perspectiva da atividade na construção social dos artefatos***

Nessa sessão são apresentados os principais conceitos sobre os quais o presente estudo se apoia, que representam uma perspectiva diferente da abordagem anterior no que tange a ergonomia e projeto em máquinas agrícolas.

### 3.4.1. O projeto como processo social

Segundo Vinck (2003) a bibliografia sobre projeto e inovação é vasta, porém ela é muito mais prescritiva do que descritiva. Para o autor, os manuais de metodologia e gestão de projeto tendem a apresentar modelos simplificados, resumindo o conhecimento na forma de leis e princípios gerais que derivam de uma abordagem analítica e reducionista, porém as situações reais são sempre complexas.

Assim, outro paradigma existente para o processo de projeto é aquele apresentado por Bucciarelli (1994). Para o autor, o projeto é um processo social. Isto porque ele requer uma ampla variedade de profissionais (pesquisa, marketing, engenharia, compras, etc.) que podem e de fato tem influência sobre o projeto, que tem pontos de vista diferentes e que precisam chegar a um acordo a fim de realizá-lo.

Seguindo a mesma linha, Garrigou *et al.* (1995) resumem as características do processo de projeto: é um processo fragmentado, um processo iterativo de coordenação complexa, um processo de interações sociais e um processo de tomada de decisão com múltiplos constrangimentos.

Trata-se de um processo fragmentado pois não importa qual objeto esteja sendo projetado (uma fábrica, um veículo, etc.), ele é muito complexo para uma só pessoa representar todos problemas e possuir todas as habilidades para resolvê-los. Assim, para reduzir a complexidade, as tarefas são distribuídas entre os membros da equipe e nesse ponto, cada especialista trabalha exclusivamente no seu campo de conhecimento.

Em sua obra, Bucciarelli (1994) usa o termo “mundos objeto” para afirmar que os diferentes participantes do projeto, com diferentes competências, habilidades, responsabilidades e interesses, habitam mundos diferentes. Segundo ele, um mundo objeto é um mundo de esforço individual, de uma variedade de questões particulares e modos especializados de representação.

Cada participante do projeto aplica o seu conhecimento para determinadas tarefas adequadas à sua disciplina e embora trabalhem no mesmo objeto de projeto, cada um vê o objeto de forma diferente. Para Bucciarelli (1994), a distinção mais importante é entre as diferentes disciplinas, assim, ele exemplifica que um engenheiro mecânico e um engenheiro

elétrico trabalhando no mesmo projeto fazem parte de mundos objeto diferentes. Entretanto, uma segunda distinção deve ser ressaltada: mesmo indivíduos trabalhando dentro da mesma disciplina vão construir interpretações pessoais e diferentes do objeto.

Dessa forma, o projeto é um processo social uma vez que todos os participantes devem ser capazes de explicar e descrever suas experiências para os outros de mundos objeto diferentes que não tem a mesma experiência ou a mesma familiaridade. E eles projetam quando, a despeito das diferenças entre interpretações e construções individuais e entre mundos objeto, os participantes se comunicam, negociam e assumem compromissos (BUCCIARELLI, 1994).

Em outro trabalho, Bucciarelli (2002) explora a noção de que os projetistas inclusive falam línguas diferentes e é através de artefatos, como elementos linguísticos que eles constroem a ponte entre pensamento e objeto, função e estrutura.

### **3.4.2. O projeto como bricolagem**

Outra perspectiva interessante é a de Louridas (1999), que utiliza como metáfora a bricolagem para elucidar o processo de projeto.

Segundo o autor, a bricolagem em si envolve o trabalho com as mãos, o fazer com o que se tem disponível, com o que se encontra, com um universo de ferramentas fechado, redefinindo os meios já existentes, reorganizando-os.

Conforme descrito por Lévi-Strauss (1962 *apud* LOURIDAS, 1999), a pessoa que pratica a bricolagem tem como primeiro passo uma retrospectiva: com um conjunto já construído, formado por ferramentas e materiais, ela deve tirar ou retirar disso um inventário e dialogar com ele, classificar antes de escolher dentre eles, as possíveis respostas que esse conjunto pode oferecer ao problema. Assim, a bricolagem está a mercê de contingências, tanto externas (na forma de influências, constrangimentos e adversidades do mundo externo) quanto internas (relacionadas com o comportamento do criador).

A prática da bricolagem envolve a redefinição de meios já existentes, o uso de um inventário de elementos semi-definidos (abstratos e concretos ao mesmo tempo) que

carregam um significado dado seu uso anterior e a experiência, conhecimento e habilidade do sujeito. Esse significado pode ser modificado até um certo ponto, pelos requerimentos do projeto e as intenções de quem faz a bricolagem (LOURIDAS, 1999).

Para o autor, enquanto o engenheiro e o cientista quebram, decompõem e analisam, o bricoleiro<sup>2</sup> reorganiza. O engenheiro e o cientista criam e usam conceitos, já o bricoleiro usa sinais. A decisão de usar um elemento interage com as possibilidades dos outros elementos do artefato que ele faz, então cada escolha envolve uma completa reorganização da estrutura. Portanto, a bricolagem é a criação de estruturas (na forma de artefatos) a partir de eventos (LOURIDAS, 1999).

Embora o projeto não seja uma bricolagem, segundo o autor, ele pode ser visto como uma forma de bricolagem. Para corroborar tal ideia, o autor identifica e discorre sobre as duas fases históricas do projeto: o projeto inconsciente e o projeto consciente.

O projeto inconsciente é o projeto sem projetistas, praticado antes de ser institucionalizado como uma profissão, por pessoas da comunidade. Assim, o projeto inconsciente é direto, responde a problemas imediatos e as pessoas que o praticam, usam o que encontram no ambiente e inserem na estrutura que criam alcançando resultados admiráveis mesmo não tendo nenhuma qualificação em projeto (LOURIDAS, 1999).

Já o projeto consciente envolve projetistas com qualificação formal, mas também é uma forma de bricolagem: uma bricolagem metafórica. Louridas (1999) desenvolve essa ideia ao afirmar que:

- 1) da mesma forma, a liberdade do projetista é limitada, pois uma vez tomadas as decisões, o universo de ferramentas e materiais é fechado (e cada vez mais fechado à medida que o processo de projeto avança para o seu final);
- 2) o projetista geralmente não trabalha com o artefato final, mas com um modelo dele. De qualquer forma, ele usa metáforas sobre esse modelo para tentar entendê-lo, modifica-o e tenta entendê-lo novamente, por isso, a bricolagem está em um nível acima do artefato, no nível metafórico.

---

<sup>2</sup> A palavra bricoleiro trata-se de um neologismo criado para designar a pessoa que pratica a bricolagem, derivada do termo em francês 'bricoleur' utilizado por Louridas (1999).

Assim, a visão do autor do projeto como bricolagem mostra que o projeto é a) uma forma de arte, b) uma forma de ciência, c) é extensivo e d) surge da ação recíproca entre estrutura e evento.

Embora o objetivo do autor ao desenvolver sua teoria tenha sido o de elucidar o trabalho do projetista e a tarefa de projetar, sua teoria fornece fundamentos importantes para compreender como usuários, ou seja, sujeitos sem qualificação formal em projeto, projetam. Segundo o autor, um bom projetista trabalha com sinais que ele combina, recombina e cujo significado ele redefine parcialmente, trabalhando não pela análise e decomposição, mas pela reorganização dos materiais que ele tem (LOURIDAS, 1999).

### **3.4.3. A abordagem da atividade mediada por instrumentos**

Segundo Béguin (2003), o projeto de um instrumento está longe de ser finalizado quando as especificações finais deixam o escritório de pesquisa e projeto. Como enfatizado pela ergonomia da atividade, os usuários quando confrontados com a técnica empregam sua inventividade e criatividade as quais são condições necessárias para a eficiência do trabalho, apropriação do artefato e a continuação do projeto no uso.

Dizer que o projeto continua no uso, de acordo com Béguin (2008), significa que os operadores não utilizam os dispositivos técnicos como se poderia esperar e que eles os modificam momentânea ou permanentemente, o que pode ter diversas origens.

As três principais posições que podem ser escolhidas para pensar e definir o status da atividade dos operadores no processo de projeto, segundo o mesmo autor, são: cristalização, plasticidade e desenvolvimento (gêneses instrumentais).

- *Cristalização*

Esta interpretação baseia-se no fato de que qualquer sistema, qualquer dispositivo cristaliza um conhecimento, uma representação ou um modelo dos trabalhadores e sua atividade (BÉGUIN, 2007). Assim, o projeto continua no uso porque essas representações, uma vez cristalizadas ou incorporadas no artefato podem ser fontes de dificuldades. Essas dificuldades surgem porque os projetistas não consideram e antecipam suficientemente as necessidades ou práticas dos usuários (BÉGUIN, 2003).



Esta abordagem baseia-se em dados bem-estabelecidos: devido ao conhecimento insuficiente da atividade de trabalho, surge um problema e é necessário que se modele a atividade. Conforme Béguin, (2007), isso ocorreria através de três ideias:

- 1) apreender as características do artefato/sistema técnico E da atividade durante o processo de projeto, considerando o sistema de trabalho;
- 2) levar em conta os constrangimentos relacionados ao contexto específico que surgem da atividade;
- 3) agir na concepção, prevendo as consequências das decisões tomadas durante todo o processo de projeto.

Entretanto, como o autor ressalta, a estratégia de modelar a atividade a fim de se especificar os artefatos ou sistemas técnicos é limitada, pois a realidade do trabalho sempre ultrapassa o modelo construído. A completa antecipação da atividade é impossível.

- *Plasticidade*

A plasticidade, por sua vez, considera que existe uma lacuna enorme entre a atividade definida durante o projeto e a atividade realmente realizada em situação. Essa interpretação é bem estabelecida e suportada pela ergonomia da atividade, que como já descrito, reconhece que no trabalho, os operadores encontram situações imprevistas ligadas às variabilidades (GUÉRIN *et al.*, 2001; DANIELLOU, 2002b).

Dessa forma, qualquer que seja o esforço colocado no planejamento (projeto), o desempenho da ação não pode ser a mera execução de um plano que a antecipa completamente (BÉGUIN, 2007). A atividade real é guiada por situações que estão em constante mudança: tarefa e pessoas mudam com o tempo e essas flutuações devem ser levadas em conta.

Por isso, essa abordagem considera que é necessário se especificar margens de manobra, conceber sistemas “plásticos” ou flexíveis. Assim, a atividade pode ter graus de liberdade e de autonomia para tornar o sistema técnico mais eficiente, tanto no plano da produção quanto da saúde dos operadores (BÉGUIN, 2008).

Todavia, ainda que considere que a eficácia dos sistemas técnicos não depende apenas do artefato mas também da atividade, segundo Béguin (2008), essa abordagem, assim como a anterior, ainda atribui a inventividade dos operadores à causas externas à atividade.

- *Desenvolvimento*

Essa abordagem, por sua vez, considera que a inventividade dos operadores em situação também se origina de fontes intrínsecas à sua atividade. Assim, conforme Béguin (2003), ela adiciona uma nova dimensão: não apenas um processo de projeto insuficiente (cristalização) ou a variabilidade dinâmica das circunstâncias (plasticidade), mas também a atividade construtiva dos sujeitos, particularmente o seu desenvolvimento.

Segundo Béguin (2007), essa abordagem tem dois pontos de suporte:

- 1) todos os dispositivos técnicos são operados por trabalhadores (mesmo naqueles totalmente automatizados, ainda persiste a questão da sua manutenção). Isso significa que são colocadas em prática maneiras de agir, formas de pensar, competências, etc.;
- 2) os trabalhadores se apropriam da inovação seja desenvolvendo novas técnicas decorrentes das que já possui ou adaptando, modificando e transformando os dispositivos para moldá-los à sua própria construção.

Essa apropriação dos artefatos é chamada de gênese instrumental, que pode envolver a instrumentação ou instrumentalização (RABARDEL e BÉGUIN, 2005).

Nessa abordagem, um instrumento é visto como uma entidade compósita formada por dois tipos de estruturas (RABARDEL, 1995; BÉGUIN, 2003):

- um artefato, em seus aspectos estruturais e formais, podendo ser um artefato material ou simbólico, uma fração de artefato ou um grupo de artefatos; e
- um esquema de utilização associado, que são estruturas psicológicas que organizam a atividade resultantes de uma construção própria ou da apropriação de esquemas sociais pré-existentes.

A *instrumentação* é o processo orientado para o sujeito e envolve os esquemas de utilização dos artefatos. Assim, ocorre a instrumentação quando há uma evolução nas formas de ação, ou seja, quando os esquemas são desenvolvidos e modificados através da adaptação ou quando novos artefatos são assimilados em esquemas pré-existentes (BÉGUIN e RABARDEL, 2000).

O desenvolvimento dos esquemas tem a contribuição de outros usuários e também projetistas, sendo transmitidos informalmente de usuário para usuário ou formalmente através de treinamentos. Essa dimensão social dos esquemas torna possível inventar e distribuir

artefatos dentro de uma comunidade e trocá-los com outro de mesma categoria (BÉGUIN e RABARDEL, 2000).

Segundo os mesmos autores, essas características dos esquemas de utilização (de adaptação, assimilação e social) são elementos importantes a serem considerados durante o projeto, tanto durante o processo (análise e projeto) quanto após sua conclusão (introdução e apoio).

A *instrumentalização*, por sua vez, é o processo direcionado para o artefato, em que o sujeito enriquece as suas propriedades (FOLCHER, 2003). Segundo Rabardel e Béguin (2005), a instrumentalização envolve a emergência e desenvolvimento dos componentes do artefato: seleção, reagrupamento, produção de funções, catacrese, atribuição de propriedades e transformação. Portanto, esse processo implica na extensão do uso pretendido do artefato.

A catacrese, termo emprestado da linguística e transferido para a psicologia do trabalho, é um exemplo da inventividade dos sujeitos. Ela refere-se ao uso de uma ferramenta ao invés de outra ou o uso de ferramentas para situações que não foram projetadas (RABARDEL e BÉGUIN, 2005). Segundo Clot (1997), isso ocorre quando a ferramenta certa está ausente ou é insuficiente (após a falha no uso) e o operador então parte para outros meios a fim de atingir os objetivos.

Rabardel e Béguin (2005) citam como exemplo de catacrese a chave que substitui o martelo:

“Peso é uma propriedade específica de uma chave, mas não é fundamental para função original desse artefato (enquanto obviamente é uma característica chave de um martelo). No entanto, o sujeito usa o peso da chave para dotá-la de uma nova função (ou seja, martelar um prego) e essa função, uma vez retida, assume o novo status de propriedade adquirida do artefato agora instrumentalizado”. (p.183).

De acordo com Rabardel e Béguin (2005), podem ser distinguidos três níveis de instrumentalização de um artefato:

- no primeiro nível, a instrumentalização é local, ligada à uma ação particular e às circunstâncias do seu progresso. Isso significa que são atribuídas funções temporárias, o artefato é momentaneamente instrumentalizado;
- no segundo nível, a função é mantida duravelmente como uma propriedade do

artefato em relação a uma classe de ações, objetos da atividade e situações. Neste caso, a instrumentalização pode ser durável ou mesmo permanente, mas de qualquer forma, não há transformação física do artefato em si, ele é apenas enriquecido com novas propriedades;

- já no terceiro nível, a instrumentalização envolve a modificação do funcionamento e/ou estrutura do artefato e a nova função é mantida.

Assim, muitas lições para o projeto podem ser apreendidas a partir de artefatos produzidos através da instrumentalização, pois é quando um sistema é implementado que todo seu potencial consegue ser revelado (BÉGUIN e RABARDEL, 2000).

Na verdade, a abordagem da gênese instrumental como um todo (instrumentação e instrumentalização) identifica uma série de fenômenos e desafios associados com o desenvolvimento de artefatos e, de acordo com Kaptelinin (2003), com implicações óbvias para o seu projeto.

Através das gêneses instrumentais, os usuários contribuem, no uso, com a concepção ao mesmo tempo dos artefatos, esquemas de utilização, usos e suas condições. Tendem assim a estabelecer coerência entre as formas dos artefatos e as da atividade, a torna-las congruentes (FOLCHER e RABARDEL, 2007).

Um dos pontos-chave dessa abordagem é que a criatividade e inventividade dos operadores são uma característica intrínseca do processo de projeto e não um indicador de desvio do usuário ou defeito nas especificações dos projetistas (BÉGUIN e RABARDEL, 2000).

Dejours (2007) descreve essa inventividade dos operadores como inteligência astuciosa, a inteligência da prática do trabalho. Segundo o autor, essa forma de inteligência foi identificada e descrita pelos gregos como *métis* e trata-se de uma inteligência inventiva e criativa, essencialmente engajada nas atividades técnicas. Ela é mobilizada frente a situações inéditas, ao imprevisto, ao real. Isso porque para o autor, o trabalho tem uma dimensão real, que é “aquilo que se faz conhecer por sua resistência ao domínio dos saberes e do conhecimento disponíveis” (p. 45). Em outras palavras, o “real do trabalho” é aquilo que em uma tarefa não pode ser obtidos pela execução rigorosa do prescrito e, portanto, implica a inovação, o engajamento dessa inteligência astuciosa.

Conforme Kaptelinin (2003), a existência das gêneses instrumentais mostra a necessidade dos projetistas de levar em conta práticas atuais e as necessidades reais dos usuários que são esperados se apropriarem do artefato. Para o autor, o desenvolvimento e modificação de uma ferramenta pelos próprios usuários significa que dentro dessa abordagem, os usuários são considerados projetistas em um sentido muito real da palavra.

Entretanto, como o projeto pelos usuários pode relacionar-se com a concepção convencional, ou seja, o projeto pelos projetistas?

Segundo essa abordagem, o projeto deve ser visto como um processo de aprendizado mútuo entre usuários e projetistas, já que ambos podem contribuir para a concepção com base em suas próprias competências e diversidades.

Conforme Béguin (2003), como projeto e uso se moldam mutuamente, o resultado da atividade de um (projetista ou usuário) constitui a fonte para a atividade do outro. Assim, o projeto parece ser mais um processo cíclico e sem fim definido, em uma concepção dialógica (BÉGUIN, 2008) e de co-design (RABARDEL e BÉGUIN, 2005). O que é muito diferente da abordagem tradicional da engenharia onde o projeto é visto como um processo durante o qual um problema é resolvido.

As trocas e diálogos entre usuários e projetistas são uma parte importante para o design participativo, como ressaltado por vários autores (BØDKER e IVERSEN, 2002; LUCK, 2003; SANDERS *et al.*, 2010). Entretanto, a abordagem proposta por Béguin (2003) diferencia-se na medida em que considera as gêneses instrumentais, as trocas de atividade e a análise do trabalho como meio de objetificação.

As gêneses instrumentais, consideradas anteriormente, estão relacionadas com as hipóteses de trabalho, que não apenas sugerem que a apropriação do resultado dos projetistas na atividade do usuário revela hipóteses implícitas, mas também que é um produtor de novidade em si (BÉGUIN, 2003). As trocas da atividade, por sua vez, são a base sobre a qual a aprendizagem mútua pode ser construída. Elas referem-se ao processo dialógico durante o qual o resultado da atividade do projetista é colocado de volta na atividade de outra pessoa através de produções intermediárias (modelos, mock-up, protótipos). Já a análise do trabalho permite a objetificação na medida em que torna a atividade construtiva dos usuários legitimizada e disponível dentro da comunidade de aprendizado mútuo (BÉGUIN, 2003).

Seguindo o mesmo paradigma, Folcher (2003) propõe o encontro de dois processos de projeto: o projeto para o uso e o projeto no uso. O projeto para o uso diz respeito à tarefa do projetista em elaborar uma proposta de artefato e operações antecipadas. O projeto no uso, por sua vez, relaciona-se com os usuários e do proveito que tiram das proposições dos projetistas (totalmente, parcialmente ou de nenhuma forma) a fim de desenvolver seus próprios instrumentos que satisfaçam suas necessidades, considerando a organização e as situações (RABARDEL e WAERN, 2003). Dessa forma, o projeto para o uso reflete a perspectiva dos projetistas sobre a prática do usuário e o projeto no uso, a perspectiva dos usuários sobre sua própria prática, que podem ser baseadas em critérios diferentes. Assim, para Folcher (2003), o que está em jogo é o encontro e a recíproca polinização entre esses dois processos: projeto para o uso e projeto no uso.

### **3.5. Conclusão**

Diante do exposto no presente capítulo, pode-se constatar que os princípios da ergonomia da atividade e dos fatores que norteiam a transferência de tecnologia e a antropotecnologia são relevantes para o estudo de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar, haja visto todo seu histórico apresentado.

Nota-se que grande parte dos estudos sobre ergonomia e projeto em máquinas agrícolas disponíveis na bibliografia especializada utilizam uma abordagem limitada, centrada na racionalidade técnica e que é insuficiente para dar conta da realidade complexa do trabalho.

Dessa forma, verifica-se que os paradigmas de processo de projeto apresentados e a abordagem da atividade mediada por instrumentos são uma perspectiva relevante para a presente tese. Através deles, é possível apreender a inteligência manifestada pelos usuários durante a sua atividade, identificar a continuação do projeto do artefato no uso e principalmente, refletir sobre a gênese dessa inventividade. A seguir, será apresentado o método utilizado para tratar tais questões.

## 4. Método

O presente capítulo trata do método utilizado para a condução da pesquisa. Primeiramente, é descrita a abordagem metodológica da Análise Ergonômica do Trabalho e em seguida, os métodos e técnicas específicos que foram empregados.

### 4.1.A Análise Ergonômica do Trabalho

De acordo com Wisner (1994), a AET é composta basicamente por cinco etapas:

a) *análise da demanda* – ponto de partida da AET que visa definir um problema a ser estudado e resolvido em um contexto. A partir dos diferentes pontos de vista, é necessário então reformulá-la a fim de contribuir para a elaboração de hipóteses, que guiarão a escolha das investigações necessárias para responder às questões colocadas;

b) *análise do ambiente técnico, econômico e social* – ou análise da tarefa, requer o entendimento do que é solicitado ao trabalhador e inclui informações como: o processo técnico, a organização do trabalho, a natureza da tarefa, os constrangimentos temporais, os resultados quantitativos e qualitativos, a circulação de informações, hierarquia, entre outros (GUÉRIN *et al.*, 2001; ABRAHÃO *et al.*, 2009);

c) *análise das atividades e da situação de trabalho* – etapa considerada por Wisner (1994) como o essencial do trabalho do ergonômista. O autor resume os três principais objetivos da análise da atividade como sendo: realizar um inventário das atividades no trabalho, indicar as principais inter-relações entre essas atividades e descrever o trabalho em sua totalidade. Portanto, esta etapa consiste em compreender o trabalho que é efetivamente realizado pelos operadores, as dificuldades encontradas e as estratégias utilizadas para enfrentá-las;

d) *recomendações ergonômicas* – elaboradas a partir do diagnóstico, produto essencial da análise efetuada que sintetiza os resultados das análises realizadas, as recomendações servem de guia para concepção e para o projeto das transformações do trabalho;

e) *validação da intervenção e eficiência das recomendações* – essa etapa evita que as recomendações sejam negligenciadas, mal interpretadas ou esquecidas (WISNER, 2005).

Os métodos e as técnicas empregadas dentro da AET dependem de cada situação estudada, sendo ajustados ao contexto, às questões e ao que foi identificado (GUÉRIN *et al.*, 2001). Assim, a AET é um método aberto, em que a escolha das ferramentas de coleta de dados depende de cada situação e do que foi colocado na demanda. Entretanto, seja qual for a situação, toda AET parte de dois pressupostos essenciais: o estudo de campo em situação real e a participação do operador no processo de análise (VASCONCELOS *et al.*, 2008).

O estudo de campo em situação real significa a observação do exercício efetivo da atividade de trabalho para alcançar uma apreensão desta que ultrapasse as representações parciais dos diferentes atores envolvidos. Segundo Guérin *et al.* (2001), é a observação que permite ao pesquisador tomar conhecimento dos elementos da situação e ela pode ser realizada de maneira mais aberta (geralmente nos primeiros contatos com o posto de trabalho), chamada de observação livre, como também pode focar na coleta de determinadas informações com objetivos precisos, chamada de observação sistemática. Conforme Abrahão *et al.* (2009), nas observações sistemáticas, as variáveis usualmente coletadas são: a localização, os deslocamentos, a exploração visual, as comunicações, as posturas, as ações, as verbalizações, os instrumentos e o ambiente físico.

Todas as observações tem por objetivo desvendar a lógica interna da atividade e devem considerar fatores os significativos, o desenvolvimento das ações, seus encadeamentos e suas relações (ABRAHÃO *et al.*, 2009). Entretanto, embora a observação do comportamento permita identificar vários fatores que não funcionam corretamente em uma situação, ela não é suficiente para explicar o porquê e os motivos que levam os operadores a agirem de determinada maneira (LIMA, 2000). Para Guérin *et al.* (2001), a atividade não pode ser reduzida ao que é manifesto e, portanto, observável. Os raciocínios, tratamento de informações, planejamento das ações, só podem ser realmente apreendidos por meio das explicações dos operadores.

Dessa forma, a participação do operador no processo de análise é necessária para as diferentes etapas da ação ergonômica, nas modalidades de verbalizações e entrevistas. Segundo Guérin *et al.* (2001) as verbalizações são importantes:



- nos primeiros contatos com o operador, para compreender as principais características da atividade, os constrangimentos sob os quais ela se realiza, suas flutuações e suas consequências mais evidentes para a saúde e para a produção;
- no decorrer dos períodos de observação mais sistemática, para compreender melhor o desenvolvimento da atividade observada. Elas se referem então aos eventos que se produzem e às ações efetivamente realizadas e;
- no momento da interpretação dos resultados, para contribuir para a elaboração e validação do diagnóstico final.

As entrevistas são divididas em três modalidades: aberta (ou não-estruturada), semi-estruturada e fechada (ou estruturada). Conforme explicam Abrahão *et al.* (2009), cada modalidade é escolhida em função do momento da ação e dos objetivos que se pretende atingir:

- as entrevistas abertas consistem em realizar série de perguntas sem um planejamento prévio rigoroso e sem estrutura definida a fim de obter informações gerais sobre o trabalho realizado;
- as entrevistas semi-estruturadas consistem em formular questões específicas a partir de um roteiro predefinido, porém não rígido, para obter informações detalhadas sobre determinada situação;
- já as entrevistas fechadas consistem em formular questões pontuais com um roteiro fixo e estruturado e com respostas predefinidas para obter informações específicas e objetivas sobre a situação de trabalho.

Outra modalidade de entrevista crucial em ergonomia é a entrevista em autoconfrontação, já que ela representa o principal meio de validação dos resultados e obtenção do diagnóstico final. A autoconfrontação consiste em restituir ao operador os resultados da análise de modo que ele valide-a, corrija possíveis falhas ou complete a análise (WISNER, 1994), haja vista que é o operador quem detém todos os conhecimentos sobre o trabalho.

## 4.2. Métodos e técnicas

A pesquisa desenvolveu-se em duas etapas: a primeira no Brasil e a segunda na Austrália. A seguir, os métodos e as técnicas utilizadas em cada etapa serão detalhados.

### ➤ A pesquisa no Brasil

No Brasil, a primeira fase da pesquisa consistiu de uma revisão sistemática da bibliografia acerca:

- dos estudos ergonômicos sobre máquinas agrícolas em geral;
- do processo de projeto de máquinas;
- dos tipos de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar atuais;
- do processo de trabalho no corte mecanizado de cana-de-açúcar;
- dos métodos de abordagem da relação homem-máquina.

O levantamento dos estudos sobre máquinas agrícolas ocorreu de janeiro/2013 a julho/2013 nas seguintes bases de dados: SciELO, Science Direct e PubMed. Foram utilizadas diversas palavras-chave, como “*sugar cane harvester*”, “*machinery design*”, “*equipment design*”, “*agricultural machinery*”, “*farm machinery*”, “*machinery + ergonomics*”.

A segunda fase da pesquisa compreendeu a elaboração dos questionários. Foram elaborados questionários para os operadores e mecânicos das máquinas colhedoras.

Foi feito o contato com as equipes de projeto das fabricantes de máquinas colhedoras com unidades no Brasil. Foi enviado um ofício solicitando autorização para participação e uma delas aceitou responder um questionário. Entretanto, por questões de confidencialidade, as informações obtidas com o questionário não foram detalhadas o suficiente, por isso, optou-se por não incluí-las no presente trabalho.

Para a pesquisa de campo, foi primeiramente elaborado um termo de consentimento (APÊNDICE A) destinado aos operadores e mecânicos das situações que participaram da pesquisa.

Com relação aos questionários destinados aos operadores (APÊNDICE B) e mecânicos (APÊNDICE C) das máquinas, estes foram elaborados com base nos resultados obtidos com o estudo anterior (NARIMOTO, 2012). Estes questionários visaram coletar

dados gerais do trabalhador e sua experiência prévia bem como detalhar a avaliação da máquina operada através da Escala de Likert. Após a elaboração, foi feito o teste piloto com os trabalhadores da situação A.

A terceira fase da pesquisa no Brasil consistiu da seleção dos locais para desenvolvimento do estudo de campo. Foi feito o contato com diversas usinas das regiões de Piracicaba-SP e Ribeirão Preto-SP. Três situações aceitaram participar da pesquisa, todas da macro-região de Piracicaba: uma usina (chamada de situação A), uma empresa que terceiriza a colheita (situação B) e um produtor que possui as máquinas colhedoras (situação C). Optou-se por conduzir o estudo nas três situações haja vista que cada uma delas apresentava um modelo de máquina diferente.

A quarta fase compreendeu a pesquisa de campo nos locais anteriormente mencionados e foram utilizadas observações, entrevistas, filmagem e fotografia. As visitas ocorreram em diferentes dias da semana e períodos do dia, a fim de captar o trabalho durante o dia e a noite.

As observações ocorreram principalmente dentro da cabine das máquinas, mas também foram realizadas observações no campo a uma distância segura das máquinas em operação.

Entrevistas abertas e semi-estruturadas foram realizadas com os encarregados e líderes da frente de corte bem como operadores e mecânicos. Como registro, foram utilizadas anotações e gravações.

As entrevistas com encarregados e líderes ocorreram principalmente durante as primeiras visitas nas situações de trabalho a fim de compreender o processo de trabalho e aspectos relacionados à organização e à tarefa. Já as entrevistas com operadores e mecânicos tiveram o objetivo de aprofundar o entendimento acerca da operação (no caso dos operadores), do projeto das máquinas e das modificações realizadas.

Todos os participantes foram entrevistados individualmente e foram conduzidas pelo menos duas entrevistas com cada um deles. Entrevistas coletivas também foram conduzidas. Estas ocorreram no período de safra durante as pausas por quebras, abastecimentos, etc. e principalmente durante a entressafra, em que a equipe estava reunida em um local para a manutenção.

A operação das máquinas foi registrada através de filmagens com o pesquisador dentro da cabine de controle e as modificações no projeto, através de fotografias.

As observações e as filmagens da operação ocorreram no período entre maio/2013 a novembro/2013, em um total de oito visitas. Considerando todas as visitas, foram 44 horas de observação nas frentes de corte, 23 delas dentro das cabines das máquinas. O registro em filmagem da operação foi de 30 a 40 minutos por operador estudado.

O registro das modificações realizadas foi feito durante a entressafra (2013-2014), período em que, como dito, a equipe está reunida e as máquinas estão em processo de desmontagem e montagem. Isto facilitou a observação, coleta e a discussão das modificações entre mecânicos e operadores. Foram realizadas duas visitas em cada situação estudada durante a entressafra. Levando em conta a duração das visitas neste período, de aproximadamente 3 horas por visita, foram 18 horas de observação.

A quinta fase da pesquisa englobou a análise dos dados obtidos. Primeiramente, todas as filmagens e gravações foram transcritas e em seguida, foram utilizadas palavras-chave para realizar interpretação e descrição dos resultados.

Optou-se por dividir a operação didaticamente em: início, durante e final do corte de uma linha de cana-de-açúcar. Para cada descrição, fluxogramas foram elaborados a fim de facilitar a descrição das operações.

As modificações encontradas foram agrupadas de acordo com a seguinte classificação: modificações estruturais, funcionais e operacionais. As estruturais são aquelas relacionadas com os reforços na estrutura de determinadas partes da máquina. As funcionais consistem de melhorias no projeto das máquinas propriamente dito. As operacionais também estão relacionadas com melhorias no projeto, porém visando especificamente a operação.

Após a descrição, os dados foram então validados com as equipes das três situações no Brasil em fevereiro de 2015 e cada encontro durou cerca de 2 horas.

#### ➤ A pesquisa na Austrália

A pesquisa na Austrália ocorreu de julho/2014 a dezembro/2014 (período de safra) em parceria com o Minerals Industry Safety and Health Centre (MISHC) do Sustainable Minerals Institute (SMI) na University of Queensland.

A primeira fase da pesquisa na Austrália consistiu de uma revisão sistemática da bibliografia no país sobre:

- o surgimento da máquina colhedora de cana-de-açúcar;
- a evolução do projeto das máquinas até o conceito transferido para o Brasil;
- as máquinas colhedoras atualmente em operação na Austrália;
- o processo de colheita mecanizada no referido país.

A segunda fase compreendeu o contato via e-mail e telefone com os produtores na região do Estado do Queensland a fim de obter a permissão para participação na pesquisa. O projeto de pesquisa foi submetido à apreciação e aprovado pelo comitê de ética da universidade. Foram elaborados o termo de consentimento (APÊNDICE D) e o folheto informativo para os participantes (APÊNDICE E).

O questionário dos operadores de máquinas utilizados no Brasil foi traduzido para o inglês e mesclado com as questões do questionários destinado aos mecânicos, uma vez que na Austrália, não há o cargo de mecânico e os próprios operadores realizam a manutenção. Esse questionário (APÊNDICE F) foi então submetido ao teste piloto na situação D.

A terceira fase consistiu da condução da pesquisa de campo. Dois produtores aceitaram participar da pesquisa: um na região de divisa entre os Estados do Queensland e New South Wales (situação D) e outro na região norte do Queensland (situação E).

Da mesma forma, foram realizadas observações, entrevistas, filmagens e fotografias. Foram realizadas duas visitas na situação D e três visitas na situação E, totalizando 35 horas de observação.

As observações e filmagens foram conduzidas no campo, dentro da cabine das máquinas colhedoras e também dentro da cabine dos tratores. O período de observação dentro das cabines dessas máquinas, por sua vez, foi de 26 horas. A duração da filmagem da operação durou cerca de 50 minutos por operador. E, da mesma forma, para o registro das modificações de projeto, foram utilizadas fotografias.

As entrevistas ocorreram com os produtores (uma vez que não há encarregados ou líderes) a fim de apreender os aspectos relacionados ao processo e à organização do trabalho, à tarefa e requisitos de qualidade do corte. E as entrevistas com a equipe de colheita (operadores de máquinas e tratoristas) ocorreram de modo individual e coletivo.

A quarta fase da pesquisa na Austrália compreendeu a análise dos dados obtidos. Do mesmo modo, todas as filmagens e gravações foram transcritas no idioma original e depois traduzidas para o Português. Em seguida, foram selecionadas palavras-chave para auxiliar na descrição dos resultados, que por sua vez, foram validados com as equipes das duas situações estudadas.

## 5. Resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa conduzida nos dois países. Estes resultados foram divididos em cinco tópicos: situações estudadas, descrição da operação, máquinas estudadas, modificações no artefato e necessidades de melhorias de projeto. Ao final do capítulo, o fechamento dos casos estudados é apresentado, destacando-se os principais pontos levantados na pesquisa.

### 5.1. *Situações estudadas*

Nesta sessão são descritos os cinco casos estudados. Primeiramente, as três situações brasileiras e em seguida, as duas situações australianas.

#### 5.1.1. Brasil

- **Situação A**

A situação estudada, denominada de A, trata-se de uma usina familiar situada na macro-região de Piracicaba/SP. A mecanização do corte de cana-de-açúcar na usina teve início em 1997, com duas colhedoras Case 7700 e atualmente 70% do corte é mecanizado.

A usina conta com 13 máquinas colhedoras: uma Case 7700 e 12 Case 8800. Essas máquinas são divididas em quatro frentes de corte: uma frente com quatro máquinas e três frentes com três máquinas cada. Segundo um dos encarregados, cada máquina colhe em média 600 toneladas por dia.

A jornada de trabalho é de 8 horas, portanto, com três turnos: o primeiro das 6h às 14h, o segundo das 14h às 22h e o terceiro das 22 às 6h. Cada turno tem 1 hora reservada para a refeição e ocorre a troca de turnos a cada 30 dias. O sistema de folgas é do tipo 5X1 ou seja, 5 dias trabalhados para 1 dia de descanso.

Durante o período de entressafra, a jornada de trabalho de todos os trabalhadores da frente de corte muda para das 6:30h às 17:30h de segunda a sexta-feira e aos sábados das 6:30h às 11:30h, com folga aos domingos. Alguns dos operadores auxiliam na manutenção das máquinas enquanto outros são alocados em tarefas diversas de plantio e preparo de solo.

Há 36 operadores de máquinas colhedoras, incluindo os folguistas e os revezadores de hora de refeição. Quanto aos mecânicos, há dois deles e um ajudante que se dividem entre as quatro frentes de corte.

Para cada máquina colhedora são alocados dois tratores, que alternam entre carregamento e descarga no caminhão de transporte. Todos os tratoristas da usina são de empresas terceiras.

Os operadores trabalham alternando as diferentes máquinas colhedoras da frente, através de uma escala pré-determinada de acordo com a numeração das máquinas: inicia-se com a numeração mais baixa até a mais alta.

Quanto à forma de remuneração dos operadores, há um salário fixo segundo as horas trabalhadas e uma parte variável de acordo com a produção. Esta parte é chamada de “prêmio”, determinada por pessoas responsáveis por medir a perda de matéria-prima, através de amostra da área colhida.

Nesta usina, foram visitadas e acompanhadas três das quatro frentes de corte existentes. Foram entrevistados 7 operadores de máquinas colhedoras e 2 mecânicos. Os dados de tais trabalhadores encontram-se na tabela 4.



Tabela 4. Dados dos entrevistados na situação A.

Cargo	Gênero	Idade	Escolaridade	Corte manual?	Curso	Tempo de profissão	Maquinas com quais trabalhou	
Operador	Masculino	46	1 grau	Sim	Sim	20 anos	3510	
							7000	
							7700	
							8000	
							8800	
							Engeagro	
		27	2 grau	Não	Sim	3 anos	7000	
							7700	
	34	7 série	Não	Sim	4 anos	7700		
						8800		
	42	4 série	Não	Sim	4 anos	7000		
						7700		
	8800	Feminino	34	2 grau	Sim	Sim	3 meses	7700
								8800
25	2 grau		Não	Sim	4 meses	7700		
						8800		
28	2 grau		Não	Sim	3 meses	7700		
						8800		
Mecânico	Masculino	40	2 grau	-	-	2 anos	7000	
							7700	
							8800	
		40	5 série	-	-	8 anos	7700	
8800								

- **Situação B**

A situação B consiste de uma empresa que terceiriza serviços de colheita mecanizada na macro-região de Piracicaba/SP para o maior grupo de usinas de açúcar e álcool do país.

Esta empresa conta com três máquinas colhedoras John Deere 3522 e seis tratores, além do caminhão comboio e do caminhão oficina. Os transbordos desta frente de corte, bem como os caminhões de transporte são pertencentes à usina.

Cada máquina tem produtividade média de 900 toneladas por dia, que pode ser maior dependendo das condições do terreno.

A jornada de trabalho na situação B é de 12 horas, com dois turnos com horário das 6h às 18h e das 18h às 6h. Há 1 hora reservada para a refeição e 1 hora reservada para o café. O sistema de folgas é do tipo 9x1, ou seja, 9 dias trabalhados para 1 dia de descanso.

Na entressafra, a jornada de trabalho também muda: trabalha-se das 7h às 17h de segunda a sexta-feira, com os sábados e domingos livres.

Existe um total de oito operadores de máquinas colhedoras (incluindo os folguistas) e 2 mecânicos, um para cada turno, além de 1 ajudante. Há um encarregado pela frente de corte e ele mesmo é responsável por cobrir a hora de refeição dos operadores.

Da mesma forma que na situação A, para cada máquina colhedora há dois tratores, que revezam entre carregamento e descarga no caminhão. Entretanto, ao contrário da situação A, os operadores trabalham sempre com a mesma máquina colhedora e sempre com a mesma dupla de tratoristas. No que tange a forma de remuneração, esta é baseada exclusivamente em horas trabalhadas.

Na situação B foi acompanhado um turno de trabalho da única frente de corte existente: 3 operadores e 1 mecânico, cujo dados são sumarizados na tabela 5.

Tabela 5. Dados dos entrevistados na situação B

<b>Cargo</b>	<b>Gênero</b>	<b>Idade</b>	<b>Escolaridade</b>	<b>Corte manual?</b>	<b>Curso</b>	<b>Tempo de profissão</b>	<b>Maquinas com quais trabalhou</b>
<b>Operador</b>	Masculino	40	8 série	Não	Sim	3 anos	3522
							3522
		21	2 grau	Não	Não	4 anos	7000
							7700
							8800
							3510
		26	2 grau	Não	Não	6 anos	3520
							3522
							7700
							8800
Cameco							
3510							
<b>Mecânico</b>	Masculino	37	Curso técnico	-	-	10 anos	3520
							3522
							7700
							8800
							Engeagro

- **Situação C**

A situação C estudada trata-se de um fornecedor de cana-de-açúcar para uma usina situada na região de Capivari/SP, de forma que o proprietário das terras faz o cultivo e colheita da matéria-prima e a vende para a usina.

Este fornecedor possui duas máquinas colhedoras John Deere 3520, além de tratores, carregadeira, caminhão comboio e caminhão oficina.

A jornada de trabalho na situação C também é de 12 horas, com dois turnos: das 6h às 18h e das 18h às 6h. O sistema de folgas dos operadores é do tipo 10x1.

Já na entressafra, o horário de trabalho é das 7h às 17h, de segunda a sexta-feira e das 7h às 12h aos sábados, com os domingos livres.

Durante a safra há um total de 6 operadores (incluindo os 2 folguistas) e 2 mecânicos. Dois desses operadores permanecem na entressafra para a manutenção das máquinas, o restante deles é dispensado e uma nova contratação de operadores é realizada antes do início da safra.

Este fornecedor tem a meta estabelecida pela usina de colher 1600 toneladas por dia com as duas máquinas. Segundo o entrevistado, a frente de corte tem capacidade de colher até mais do isso (2100, 2200 toneladas), porém não se pode ultrapassar a meta a fim de não interferir capacidade de absorção do material colhido pelas outras frentes de corte da usina.

Os operadores também trabalham sempre com a mesma máquina colhedora e com a mesma dupla de tratoristas. A forma de remuneração, assim como a situação B, é baseada apenas nas horas trabalhadas.

Da mesma forma, na situação B foi acompanhado um turno de trabalho da frente de corte, sendo entrevistados 3 operadores e 1 mecânico, conforme a tabela 6.

Tabela 6. Dados dos entrevistados na situação C

Cargo	Gênero	Idade	Escolaridade	Corte manual?	Curso	Tempo de profissão	Maquinas com quais trabalhou
Operador	Masculino	33	1 grau	Sim	Sim	9 anos	3510
							3520
							3522
							7000
							7700
							8800
	Masculino	30	2 grau	Não	Não	8 anos	Star
							Cameco
							3510
							3520
							3522
							7000
Masculino	31	8 série	Não	Não	2 anos	7700	
						Cameco	
						3510	
Mecânico	Masculino	45	2 grau	-	-	7 anos	3520
							Cameco
							3510
							3522
							7000
							7700
							8000
							8800
							Santal Tandem II
							Cameco
Engeagro							

### 5.1.2. Austrália

- **Situação D**

A situação D fica localizada na cidade de Tweed Heads, New South Wales, na fronteira com o Estado do Queensland. Os produtores ao redor da usina da região fazem parte de uma cooperativa que funciona como uma empresa com 10 acionistas. Essa cooperativa é

composta por 6 “grupos de colheita” assim chamados e cada grupo possui uma máquina colhedora bem como os outros equipamentos e maquinários necessários, colhendo um total de 500.000 toneladas. A empresa estipula um valor destinado aos custos da colheita e o lucro residual é utilizado para reparo e substituições dos maquinários.

O processo de mecanização no distrito do grupo estudado começou em 1968 com uma Don Mizzi, um trator adaptado para colheita de cana. Em seguida, a primeira máquina Toft foi adquirida em torno de 1970 e em 1974 todo o distrito estava mecanizado. Atualmente o grupo possui uma máquina colhedora John Deere 3510 comprada em 2007.

A usina é responsável por transportar as caçambas de e para as fazendas de cana e cada máquina/grupo tem uma cota diária de caçambas, dependendo da quantidade de cana-de-açúcar que o grupo possui. Cada caçamba (figura 18) comporta 23,5 toneladas e o grupo estudado tinha a cota de 35 caçambas por dia.



Figura 18. Pátio com caçambas da usina.

Um total de 15 caçambas era destinadas para o transporte da cana-de-açúcar do grupo em questão. A título de controle, cada caçamba apresenta numeração correspondente à fazenda à qual foi alocada. Todas as caçambas ficam dispostas no pátio do talhão e após uma hora de início da colheita, a usina envia os cavalos-motores e transporta durante o dia de trabalho 20 caçambas de modo a atingir a cota diária de 35.

Existe um sistema de telemetria em um dos tratores de modo que quando uma caçamba tem carga completa, uma mensagem é enviada à central de controle da usina e é

feita a ordem de coleta. Se por ventura a meta diária não pode ser atingida pelo grupo, outras frentes de corte de outros grupos colhem a quantia necessária a fim de garantir o abastecimento da usina.

Visando a economia de movimentação das caçambas e das máquinas da frente de corte, a colheita antes organizada por fazendas passou a ser organizada por localização dos pátios. Assim, conforme explicado abaixo, toda a cana ao redor do pátio em questão, independentemente de qual fazenda pertence, é colhida e trazida para o centro do pátio. Quando toda a cana ao redor daquele pátio foi colhida, as caçambas e a frente de corte são deslocadas para o próximo pátio.

*“O que a gente costumava fazer era o seguinte: a máquina ia em cada fazenda e cortava tudo ali e descobrimos que era uma perda de tempo. Então entre o grupo e a usina, nós decidimos que um sistema melhor seria: assim que a gente chegasse em um pátio, quaisquer fazendas que tivesse cana naquele pátio seria cortada. Então independente da fazenda que está em volta, a cana vai ser trazida para o centro, naquele pátio. E então a gente muda para o pátio seguinte, e o seguinte, e assim vai. Então às vezes eles se movimentam 2 ou 3km. (...) Não tem movimentação desnecessária das julietas nem das máquinas... É melhor pra usina e melhor pros meninos daqui”.*

No grupo há apenas um turno de trabalho de 12 horas, de segunda a sexta-feira, e os trabalhadores são livres para determinar o horário de início e final de turno contanto que não ultrapasse as 12 horas. Geralmente o turno inicia-se às 5:00 ou às 7:00. O pagamento é exclusivamente baseado nas horas trabalhadas.

Três trabalhadores compõem a equipe de colheita do grupo estudado: um operador de máquina colhedora e dois tratoristas. Assim, dois tratores são alocados à uma colhedora e eles alternam entre colheita e descarga nas caçambas da usina (figura 19).



Figura 19. Descarga nas caçambas.

No grupo estudado, o processo de contratação ocorre da seguinte forma: os operadores que demonstram interesse em aprender a operação iniciam o trabalho de maneira voluntária, durante uma hora por dia. Eles acompanham a colheita e o trabalho da equipe e são ensinados por esta. Após determinado período, são inicialmente alocados no posto de tratorista, depois eles então são treinados para a operação da máquina colhedora, ocupando o posto de folguista até finalmente atingirem o posto de operador titular da máquina. Quando os operadores já apresentam algum tempo de experiência como operador, inicia-se então o processo de aprendizado de manutenção da máquina, sempre através dos ensinamentos dos trabalhadores mais experientes.

*“É assim que começa, como voluntário. Quando alguém demonstra interesse em aprender, a gente fala: ‘venha uma hora por dia, acompanhe a colheita, a equipe vai te dizer o que fazer, e após um tempo, te darão a direção e após um tempo você pode ocupar o cargo, se eles acharem que você é capaz’. Então eles veem por 5 ou 6 horas semanais e quando um cargo fica disponível no distrito, essa pessoa vai ser a primeira a conseguir o emprego”.* (produtor da situação D).

Segundo o produtor, o posto de operador de máquina colhedora é o posto mais alto a ser alcançado na equipe de colheita e requer tempo e experiência até atingi-lo:

*“Vou te dar o exemplo do nosso operador aqui. Ele me pediu um emprego como operador e eu disse: ‘você não pode simplesmente ir direto pra*

*máquina, se você realmente quer fazer isso, primeiro vou te colocar no trator, você fica lá por 2 anos, vê como funciona, você pode ir do lado da máquina, pode operar ela por uma hora, então você vira o folguista da máquina e depois o operador principal'. Isso levou 3 anos. Primeiro tratorista, depois folguista e depois operador. E depois disso começamos um longo processo pra transformar ele em mecânico de máquina colhedora”.*

A maioria dos produtores da região queima a cana antes de iniciar a colheita e as licenças para queima são emitidas a cada três semanas. No grupo estudado, apenas os 105 hectares da propriedade do produtor entrevistado eram colhidos sem queima prévia. Entretanto, segundo o produtor, a queima era praticada em cana de segundo corte, a fim de conseguir melhor limpeza da matéria-prima colhida.

*“Só a minha cana é colhida crua, todo mundo queima. Só queimo a minha cana de segundo ano porque é muito difícil colher sem queimar, as perdas são muito grandes tentando remover o resíduo”.*

Com relação à qualidade da colheita esperada dos seus funcionários, o produtor descreveu:

*“O mínimo possível de sujeira, maximizar a quantidade de cana enviada pra usina (não cortar a ponta muito baixa) e velocidade do extrator suficiente pra limpar a cana mas não jogar cana fora”.*

Outro ponto importante segundo o produtor é a velocidade de deslocamento dos tratores:

*“O que a gente descobriu aqui é que se os tratores vão muito rápido, até 30% da cana fica no chão, perdas massivas. É bom pra usina porque ela ganha mais capacidade no transporte, mas os produtores perdem muito. (...) Então a gente não quer que eles vão rápido demais”.*

Os próprios operadores são responsáveis pelos consertos e manutenções necessárias nas máquinas colhedoras. Durante o período de entressafra, os tratoristas são liberados e apenas os operadores permanecem nos grupos a fim de desempenhar as tarefas de manutenção das máquinas.

Os dados obtidos com o operador estudado na situação D estão sumarizados na tabela 7 abaixo:



Tabela 7. Dados do operador da situação D.

<b>Cargo</b>	<b>Gênero</b>	<b>Idade</b>	<b>Escolaridade</b>	<b>Corte manual?</b>	<b>Cursos</b>	<b>Tempo de profissão</b>	<b>Máquinas com quais trabalhou</b>
<b>Operador</b>	Masculino	37	2 grau	NA	Sim (operador e mecânico)	6 anos	3510

Com relação à percepção sobre a evolução do projeto das máquinas na Austrália, acompanhada desde 1970 pelo produtor, este afirmou que:

*“As máquinas agora são mais fáceis de consertar comparado com as antigas. Tem mais força, as máquinas antigas colhiam 40-60 toneladas por hora, as novas conseguem colher e limpar 100 toneladas ou mais por hora. As antigas não conseguiam colher cana sem queimar e as novas são projetadas pra colher cana crua”.*

*“Muitas modificações já estão incorporadas nas máquinas novas”.*

- **Situação E**

A situação E está localizada em Tully, região norte do Estado do Queensland. Em Tully, há a usina chamada Tully Sugar Limited que absorve a cana-de-açúcar de aproximadamente 325 produtores locais em mais de 2 milhões de toneladas.

Os produtores da região tem um contrato com a usina que é assinado a cada três ou cinco anos e eles são responsáveis por todo o cultivo e colheita da cana. A usina disponibiliza as caçambas em locais pré-determinados e realiza o transporte da matéria-prima colhida através da sua rede de ferrovia espalhada por toda a região (figura 20).



Figura 20. Transporte ferroviário na região norte do Queensland.

Dependendo do porte dos produtores, estes podem arranjar a colheita de maneira individual ou coletiva, e neste caso, são pequenos produtores que se juntam em um grupo para terem suas terras colhidas.

O caso estudado, consistia de um produtor de grande porte (o segundo maior da região) com produção suficiente para justificar a dedicação exclusiva de uma máquina colhedora para a colheita das suas terras: cerca de 100 mil toneladas por safra.

A mecanização teve início há mais de 40 anos e ultimamente a colheita do caso estudado é realizada por um terceiro, que possui a máquina colhedora e os tratores com os transbordos. Esse terceiro é pago pelo produtor por tonelada de cana colhida e é responsável pelos custos de manutenção dos equipamentos bem como a contratação dos tratoristas. Ainda, é esse terceiro quem opera a máquina colhedora da situação E: uma Cameco CH 2500 de 1998.

Antes do início da safra, a usina mapeia os talhões e faz a estimativa da quantidade de cana de cada produtor. Com base nessa estimativa e nas condições de processamento, a usina diariamente envia uma mensagem de texto para a equipe de colheita informando a cota ser colhida. Essa cota consiste em número de caçambas a serem disponibilizadas ao longo do dia de trabalho, sendo que cada caçamba comporta 10 toneladas de cana.

Assim, antes de iniciar o turno, o trem sai da usina e vai distribuindo as caçambas nos pontos de enchimentos de cada produtor. Após o enchimento e em horário pré-determinado, o trem vem coletando as caçambas cheias e distribuindo mais caçambas vazias a serem enchidas até o final do turno, de modo que cada produtor atinja a sua meta diária. Essa

entrega e coleta de caçambas pode ser feita de duas a quatro vezes por dia, dependendo do planejamento da usina.

Cada transbordo comporta 14 toneladas mas não há células de carga neles. Uma vez preenchidos, eles são descarregados nas caçambas da usina nos pontos de enchimento. As caçambas são transportadas até a usina e passadas no ponto de recepção. Cada caçamba tem um número e durante o preenchimento delas, a equipe anota o nome do produtor e o número da fazenda em um papel anexado à cada caçamba a fim de possibilitar o controle pela usina.

Como dito, a cota diária varia de acordo com as condições da usina, na situação E, por exemplo, em três dias a cota variou de 68 a 87 unidades. Em um dia observado, a cota era de 82 unidades, 46 a serem colhidas na primeira parte do dia e 36 na segunda parte.

A usina tem um website onde os produtores e a equipe podem acessar informações a cana colhida todos os dias:

*“Se eu quero saber quanto eu cortei ontem, eu vou no celular, na internet, e eu consigo ver a cana, as caçambas, quantas foram, o açúcar, tudo. (...) Eles costumavam mandar representantes aqui todos os dias com papéis mostrando quanto a gente tinha feito. Mas agora, com a internet, a usina tem um site, você tem uma senha e você tem acesso às suas informações”*. (operador)

Os produtores da região geralmente colhem cana crua e a prática de queima prévia ocorre esporadicamente, quando a cana leva a dificuldades na colheita (colmos grandes ou emaranhados). De acordo com o produtor, apenas 2-5% de toda a cana colhida na situação E é queimada durante a safra:

*“Se é difícil de colher, se a cana é grande ou emaranhada, muito difícil de limpar, aí a gente queima. Mas não é nem 5% de toda a cana colhida aqui”*.

*“Provavelmente nessa safra vamos colher 97 mil toneladas em 5 meses e eu acho que queimamos até agora 2 mil. Não é muito. A gente só queima quando precisa”*.

Durante a safra, que vai de julho a novembro na região, a equipe de colheita da situação estudada tem apenas um turno de trabalho, com início às 5:00 e final dependendo do horário em que a meta diária é atingida. O dia de folga varia de acordo com o seguinte esquema: a equipe alterna entre uma semana 5x1 (5 dias de trabalho e 1 de folga) e uma semana 6x1.

A equipe de colheita é composta por um operador de máquina e três tratoristas que se revezam entre colheita e descarga. Segundo eles, isso é importante principalmente quando se colhe distante do ponto de enchimento.

O pagamento é realizado de acordo com a tonelada de cana colhida: no início da safra o produtor negocia o valor da tonelada com o terceiro, e este, por sua vez, negocia o valor com os tratoristas. A usina beneficia os produtores com um bônus de acordo com a qualidade da limpeza da cana obtida e no caso estudado, esse bônus é direcionado ao terceiro (operador de máquina) como um incentivo para melhorar tal qualidade.

Com relação aos requisitos de qualidade para a colheita, o produtor explicou:

*“A usina quer cana bem limpa, então você tem que ter uma boa extração de impureza e também tem uma expectativa com relação à altura de corte acima do solo. Obviamente você não consegue cortar bem abaixo, o que seria perfeito porque a sacarose contida na parte de inferior é bem alta, quanto mais baixo, melhor, então você tem um equilíbrio entre cortar o mais baixo possível sem cegar as facas, porque se as facas estão cegas, despedaçam a cana e afeta o próximo ano. Então tem um equilíbrio entre cortar pra pegar todo o açúcar e não danificar a cana pro ano seguinte”.*

Além do corte em si, o produtor também salientou a importância da velocidade de transporte da cana, o processo de descarga nas caçambas e o tempo para a colheita e enchimento das caçambas:

*“(...) E também é importante o transporte da cana até as caçambas e o descarregamento, porque espirra cana pra fora e é uma perda de combustível... e produtos químicos, e fertilizantes... sabe? Então eu acho que todas essas pequenas coisas são importantes, não é uma coisa só que eles tem que fazer certo ou errado, são as pequenas coisas e eu acho que não é só um compromisso conosco mas também com a usina, com o tempo e essas coisas... Se você receber caçambas pra encher, você tem que enchê-las o mais rápido possível pra que elas cheguem na usina o mais rápido possível”.*

O operador (e dono da máquina colhedora) é o responsável pela manutenção da máquina e durante a entressafra, ele também realiza a manutenção nos tratores, já que os tratoristas são dispensados por ele. A maior parte dos problemas na máquina são resolvidas

por ele e quando problemas mais complexos surgem, como hidráulicos, etc. um profissional capacitado é chamado.

Os dados obtidos com o operador da situação E são sumarizados na tabela 8 abaixo:

Tabela 8. Dados do operador da situação E.

<b>Cargo</b>	<b>Gênero</b>	<b>Idade</b>	<b>Escolaridade</b>	<b>Corte manual?</b>	<b>Cursos</b>	<b>Tempo de profissão</b>	<b>Máquinas com quais trabalhou</b>
<b>Operador</b>	Masculino	49	2 grau	NA	Não (apenas de soldador)	25 anos	Cameco CH 2500 1998 e 1999

Quando questionado sobre a evolução do projeto das máquinas na Austrália, o operador relatou:

*“As novas tem detalhes diferentes, mas basicamente, é a mesma coisa. Essa máquina aqui é um modelo antigo, mas o princípio básico é exatamente o mesmo”.*

*“As empresas tem um responsável por pesquisa e desenvolvimento e ele vai, conversa com as pessoas e leva as informações de volta pra fábrica. É assim que eles tem ideias e sabem o que está acontecendo”.*

## **5.2. A operação**

Esta sessão engloba a operação das máquinas colhedoras. Para cada subitem, são descritos primeiramente os resultados do Brasil e em seguida da Austrália.

Para melhor compreensão, inicialmente é apresentada a descrição da tarefa, com os requisitos de qualidade da colheita e os procedimentos de operação da máquina incorporados nesta e prescritos pelas fabricantes.

Em seguida, é apresentada a descrição da atividade, como se dá a operação dessas máquinas no campo, as variabilidades existentes, as estratégias utilizadas. Depois, as outras tarefas designadas aos operadores são consideradas.

Na sequência, é apresentada a análise das características das máquinas colhedoras estudadas através dos questionários de avaliação aplicados.

Por fim, as modificações realizadas no artefato pelas equipes são elencadas e as necessidades de melhoria no projeto das máquinas são apresentadas.

### **5.2.1. Descrição da tarefa**

A seguir, será descrita a tarefa prescrita dos operadores. Primeiramente são apresentados os requisitos relacionados com a colheita e a operação das máquinas e em seguida, o acionamento dos controles das funções da máquina. Esta descrição foi feita com base nos resultados obtidos no Brasil, mas vale também para as situações australianas.

#### **5.2.1.1. Requisitos de colheita**

Os requisitos que operadores devem atender com relação à qualidade da colheita, podem ser resumidos com a fala de um encarregado:

*“O operador tem que limpar a máquina, cortar direito, mandar a cana limpa pra usina, não estragar a soqueira e nem estragar a máquina”.*

Um corte considerado correto é aquele que evita desperdícios ou danos nos rebolos colhidos, aproveitando ao máximo a parte inferior do colmo, descartando apenas as folhas da parte superior do colmo e preservando a integridade da touceira.

Além disso, é esperado que os operadores se atentem para problemas nas máquinas e auxiliem nos seus consertos:

*“Ele tem que perceber que a máquina tá quebrada e que precisa consertar alguma coisa, porque já aconteceu da faca estar quebrada e*

*ele ir só deitando a rua! (...) E quando quebra, mesmo com mecânico aqui, ele tem que ajudar a consertar”.*

### 5.2.1.2. Acionamento e controle das funções da colhedora

A figura abaixo (figura 21) destaca as principais funções de uma colhedora combinada. A seguir, cada uma dessas funções será considerada com base nas informações contidas no manual de operação. Serão apresentados o “como” e “porque” devem utilizadas e quando aplicável, as observações obtidas com a análise da atividade serão incluídas.

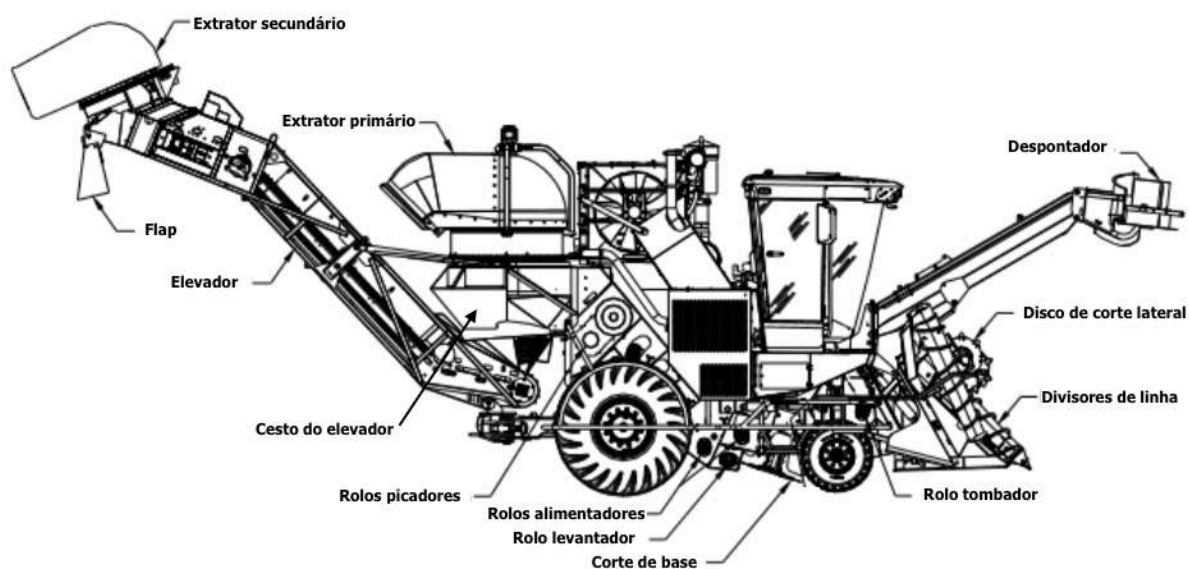


Figura 21. Funções de uma colhedora combinada

#### 1) Despontador

O despontador é o responsável pelo corte da palha da ponta e o palmito da cana-de-açúcar.

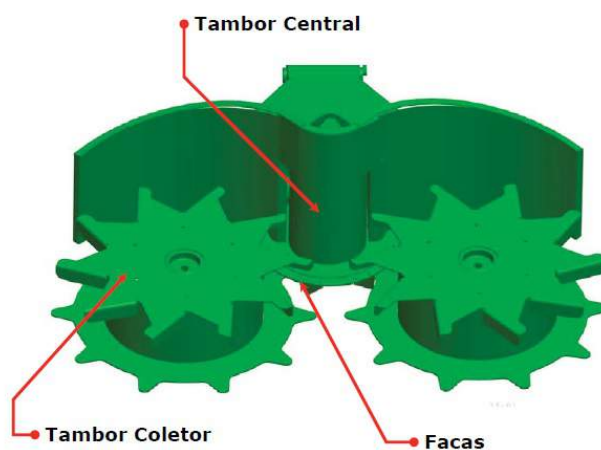


Figura 22. Despontador.

**Como:** na cabine, além do botão de acionamento do despontador, existe um botão que permite a escolha do sentido da rotação dos discos de corte para o lado direito ou para o lado esquerdo. Sempre permitir que o despontador pare totalmente ao mudar o sentido de rotação.

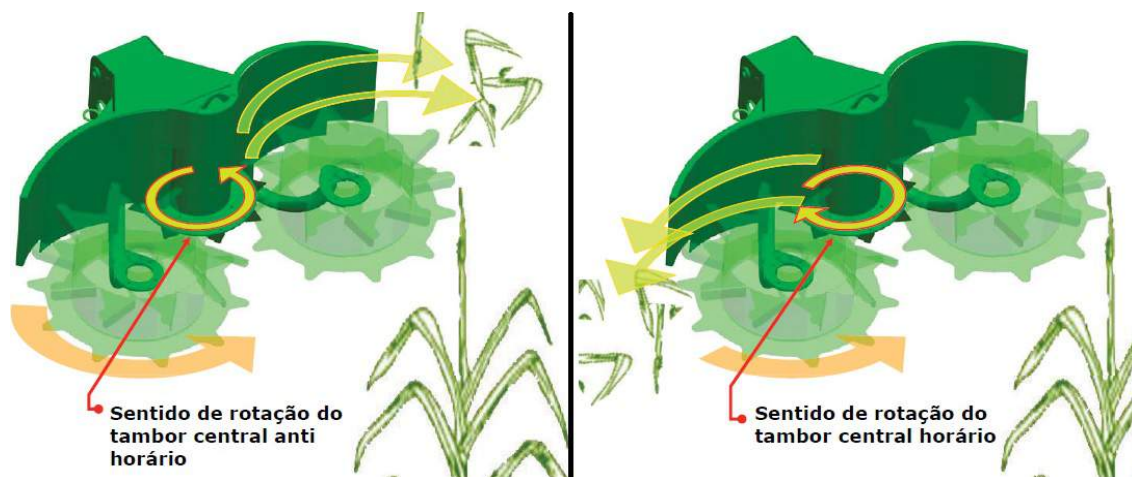


Figura 23. Rotação do despontador

**Porque:** a direção da rotação é mudada para que sempre os ponteiros cortados sejam jogados na área já colhida e não sobre a cana que ainda vão colher.



*“Fica ruim jogar a palha pro lado da rua que eu ainda vou cortar porque depois eu pego ela de volta, não vai conseguir limpar tudo (...) fica muita palha na hora que vai colher”.*

**Observação da atividade:** dependendo do lado a ser colhido, o operador muda a direção da rotação dos discos. Essa troca ocorre durante a realização das manobras: o operador ao terminar de colher a linha de cana, manobra a máquina e ao mesmo tempo muda o sentido do despontador para iniciar a colheita da linha seguinte.

**Como:** há também botões que permitem a regulação da altura de corte de pontas para cima e para baixo. Sempre cortar as pontas no ponto em que termina a folha mais baixa pois o corte neste ponto fornece peso suficiente à ponta para que ela fique limpa.

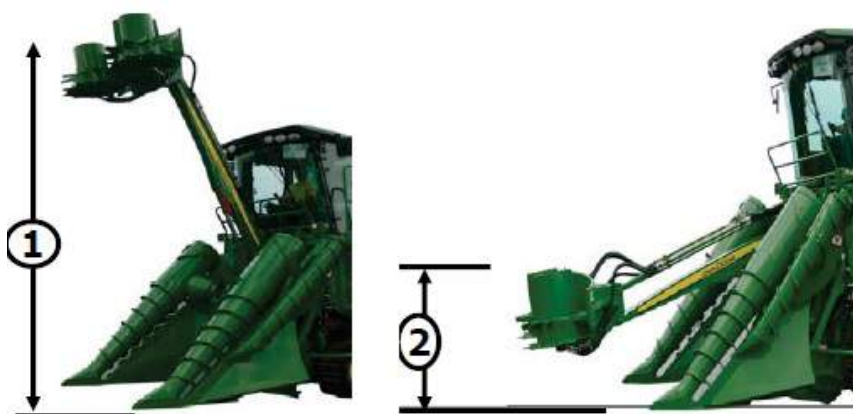


Figura 24. Altura do despontador.

**Porque:** como a altura da planta varia, o operador deve levantar ou baixar a altura do despontador conforme necessário. Prestar atenção aos finais das linhas, onde a cana normalmente é mais fina e mais baixa. Sempre usar o despontador, mesmo na cana derrubada para ajudar no processo de limpeza.

**Observação da atividade:** os operadores ajustam a altura antes de iniciar o corte de determinado talhão e voltam a regulá-la apenas se houver grandes desníveis no solo.

## 2) Divisores de linha

Os divisores de linha levantam e separam a linha de cana que está sendo colhida das linhas adjacentes, evitando danos à soqueira. Cada divisor é composto por dois cilindros que giram em movimento de rosqueamento em sentidos opostos para fazer a separação das linhas.

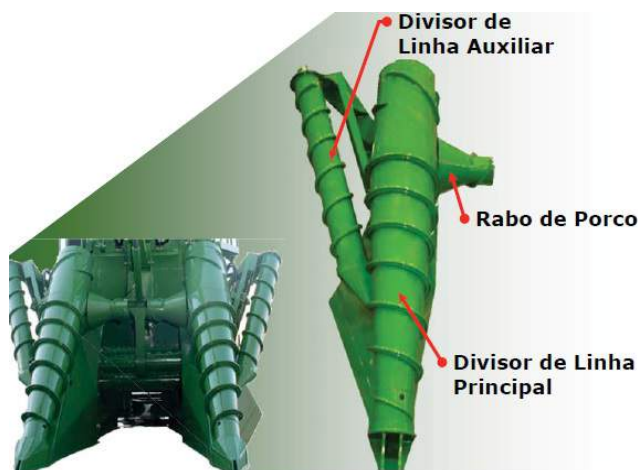


Figura 25. Divisores de linha.

**Como:** existe um botão para ajuste de inclinação do divisor de linha esquerdo e outro para o direito.

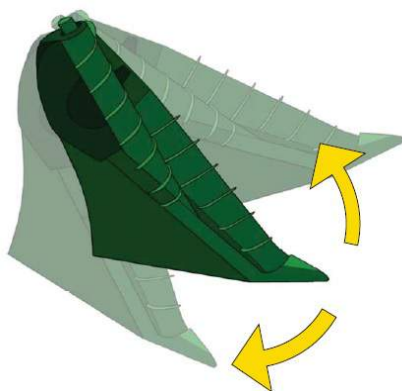


Figura 26. inclinação dos divisores de linha.

A cana que tiver caído e estiver no sentido perpendicular à linha deve ser cortada na direção que permita que os divisores de linhas a levantem com a linha adjacente. A cana que estiver deitada com a linha deve ser cortada de forma que a parte inferior do caule entre primeiro na colhedora. Isto elimina o risco de arrancar a cana pela raiz.

**Porque:** as pontas do divisor de linha devem penetrar levemente o solo para levantar a cana e colocá-la na colhedora.

**Observação da atividade:** o ajuste da inclinação dos divisores de linha geralmente é feito no início da colheita do talhão. Entretanto, durante a colheita, ajustes podem ser necessários de acordo com a posição dos colmos.

**Como:** da mesma forma, existem botões para a regulagem da altura (para cima ou para baixo) para o divisor de linha esquerdo e direito.

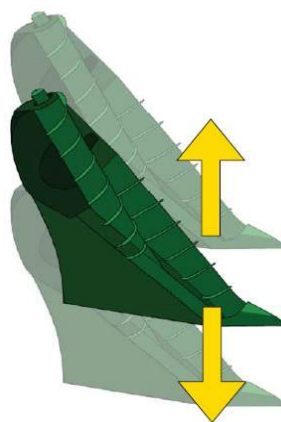


Figura 27. Altura dos divisores de linha.

**Porque:** a altura dos divisores de linha deve ser tal que apenas toquem levemente o solo, caso contrário, eles podem sulcar o solo, levando terra para dentro da máquina juntamente com a cana-de-açúcar.

*“Os divisores não podem ficar pegando terra, carcando no chão, tem só que riscar o chão, relando nele, porque ele ajuda a mandar terra pra usina, ele joga terra pra dentro da máquina”.*

*“Os divisores tem só que flutuar. Porque se você deixar ele muito no chão, ele vai fazer uma leira de terra, dos dois lados e a hora que passar pelo corte de base ali, o disco vai puxar toda a terra”.*

**Nota:** levantar os divisores de linha quando se aproximar da extremidade de uma linha para evitar que as sapatas dos divisores se enterrem no solo, causando danos.

**Observação da atividade:** o ajuste da altura é realizado no início do corte no talhão. Entretanto, os operadores também realizam ajustes durante a colheita caso o terreno tenha ondulações significativas.

### 3) Discos de corte lateral

Os discos de corte lateral tem a função de cortar canas emaranhadas e presas que oferecem maior resistência à separação pelos divisores de linha, evitando que soqueiras sejam arrancadas e diminuindo a resistência ao rolamento da máquina.

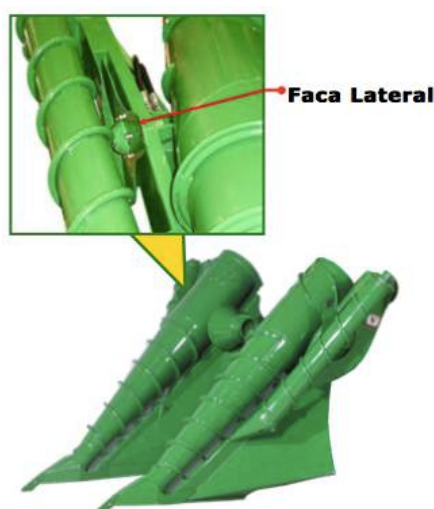


Figura 28. Disco de corte lateral.

**Como:** existe um botão de acionamento para o disco lateral esquerdo e outro para o direito. Nas máquinas Case, os discos apresentam ainda o ajuste hidráulico de posição, conforme a figura 26.



Figure 29. Ajuste dos discos de corte lateral

**Porque:** para cortar cana emaranhada e auxiliar o trabalho dos divisores de linha.

**Observação da atividade:** eles são utilizados em canaviais de alta produtividade ou com presença de cipó. Entretanto, sem o ajuste de altura, esses discos não tem muita utilidade, como no caso das máquinas John Deere.

*“Essa máquina aqui já não veio com ele, aquela outra nós tiramos também porque não adianta nada. Se fosse igual da Case que fosse até embaixo e voltasse, ajudava, mas esse daí é fixo no lugar então não limpa cipó, não limpa nada, não ajuda em nada. O da Case você ajusta. Você desce até lá embaixo e volta então você consegue fazer alguma coisa com ele pra tá limpando. E esse aqui é mais perigoso porque ele trava”.*

#### 4) Corte de base

O corte de base tem a função de cortar os colmos de cana ao nível do solo e conduzir sua extremidade inferior ao rolo levantador. Ele consiste de uma caixa de engrenagens que movimentam os dois discos com lâminas substituíveis.

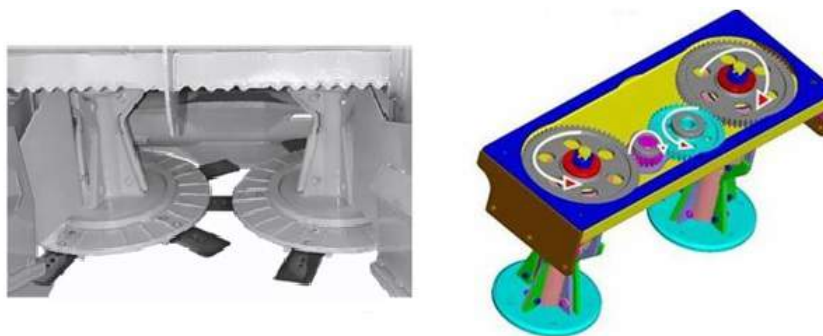


Figura 30. Corte de base.

**Como:** há controles que permitem o ajuste da altura do corte de base, que na verdade, é realizado através da movimentação de toda a parte anterior da máquina colhedora.

**Porque:** a altura deve se ajustada de modo a permitir a entrada de quantidade mínima de sujeira na colhedora. Cortar muito alto causa a divisão da cana e menor tonelagem. Cortar muito baixo faz com que a sujeira e restolho entrem na colhedora.

**Nota 1:** Ao operar, manter a colhedora diretamente no centro da linha que está sendo cortada. Isso deve evitar que o corte de base perca alguma cana e produza talos quebrados. Considerar sempre a vida útil da lâmina e as condições do solo quando determinar a rotação e altura para a colheita. Lâminas com laterais retas e sem cantos arredondados são melhores para o uso e depois do desgaste das bordas, girar as lâminas para discos opostos.

**Nota 2:** caso a máquina tenha copiador de solo, ou seja, controle assistido para regulagem do corte de base, a pressão e a sensibilidade devem ser ajustadas para a calibração do sistema.

**Observação da atividade:** a parte do colmo mais próxima do solo é a mais rica em sacarose, por isso o ajuste da altura deve ser tal que aproveite essa parte nobre da cana. A determinação inicial da altura de corte é realizada no início da colheita em determinado talhão. Durante o corte, o operador vai regulando a altura do corte acompanhando as ondulações e irregularidades no solo, caso existam.

## 5) Rolos tombadores

Os rolos tombadores tem a função de curvar o fluxo de cana permitindo que ela caia na posição ideal para a alimentação da colhedora. Existem dois rolos tombadores: o superior e o inferior.

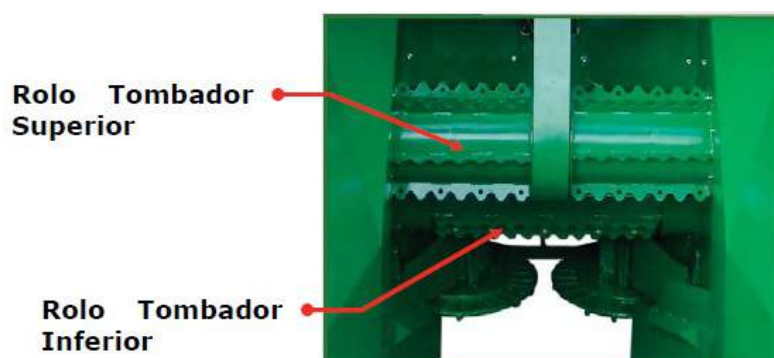


Figura 31. Rolos tombadores.

**Como:** o rolo inferior é posicionado manualmente e o rolo superior é ajustado hidraulicamente através de um botão na cabine de controle.

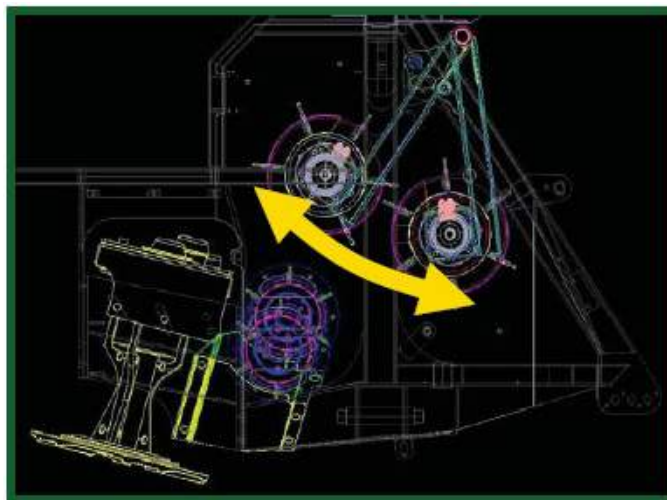


Figura 32. Ajuste dos rolos tombadores.

**Porque:** posicionar o rolo muito baixo fará com que a cana se divida quando cortada pelo corte de base. Posicionar o rolo muito alto pode permitir que a cana mais curta entre na colhedora ainda em pé, que não entrará adequadamente no sistema de alimentação, causando danos à cultura.

**Observação da atividade:** o rolo superior é ajustado em situações de corte de cana “forte” e em pé, que bloqueia a visão do operador e dificulta condução da máquina. Entretanto, dependendo do ajuste e da cana, ele pode interferir no desponte.

*“Ajudar, ele até ajuda, mas o problema é despontar a ponta da cana, né? Se ele tombar demais o despontador não pega”.*

## 6) Rolo levantador e transportadores

Esses rolos são responsáveis por direcionar e transportar o feixe de cana do corte de base até o rolo picador.



Figura 33. Sistema de rolos.

**Como:** tais rolos não são regulados pelo operador, apenas são acionados antes de iniciar o corte. Eles são ligados através do botão chamado ‘interruptor de acionamento do industrial’, que aciona simultaneamente também os divisores de linha, corte de base, rolos tombadores e rolos picadores.

**Porque:** N.A.

**Nota:** certificar-se de que os rolos estão girando livremente. Rolos emperrados podem danificar a cana ou causar obstruções. Manter os rolos limpos de lama e resíduos pois estes podem fazer com que a cana escorregue.

## 7) Rolos picadores

Os rolos picadores tem a função de cortar o feixe de cana em rebolos de tamanhos uniformes (geralmente de 16 a 20 cm) mediante regulagem da válvula de tamanho. Existem dois rolos: um superior e um inferior, cada um com quatro facas.



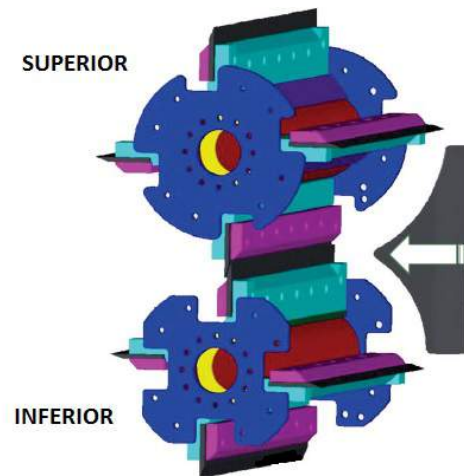


Figura 34. Rolos picadores.

Sempre manter o sistema em boas condições e as lâminas sincronizadas corretamente. As lâminas devem ter contato total, sem golpes, pois extremidades cegas e mal sincronizadas criam cortes incompletos (“salsichas”) que indicam ao operador que as lâminas devem ser trocadas.

**Como:** acionado através do botão ‘industrial’, como dito anteriormente.

**Porque:** NA.

**Nota:** lavar o mecanismo picador periodicamente para evitar a proliferação de bactérias. A lubrificação é muito importante pois o sistema é de alta rotação e alto impacto.

## 8) Cesto do elevador

O cesto do elevador, também chamado de bojo pelos operadores, recebe os rebolos de cana que saem do rolo picador e alimenta a esteira do elevador.

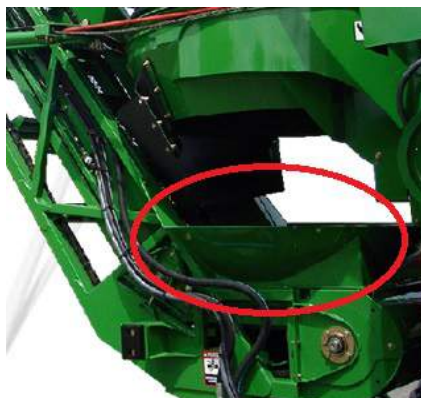


Figura 35. Cesto do elevador.

**Nota:** a sobrecarga do cesto pode fazer com que o elevador falhe ou cause danos às ripas do elevador e nas placas do defletor.

**Observação da atividade:** o operador controla a quantidade de rebolos no cesto de maneira indireta: através do acionamento da esteira do elevador durante a colheita. Essa prática de acúmulo de rebolos no cesto ocorre para economia de tempo e de manobras.

O operador acumula rebolos no cesto sem acionar a esteira nas seguintes situações: no teste inicial da altura do corte de base, após as manobras em que o transbordo ainda não está posicionado para receber a carga e em linhas de cana curtas, que será detalhado posteriormente.

## 9) Extrator primário

O extrator primário realiza o primeiro estágio de limpeza dos rebolos, assim que saem do rolo picador, retirando a palha e outras impurezas minerais e vegetais.

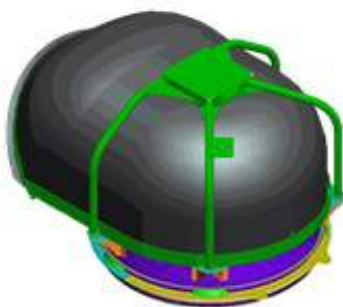


Figura 36. Extrator primário

**Como:** além do botão de acionamento do extrator, há também um botão para o seu giro para a esquerda ou para a direita.



Figura 37. Giro do extrator primário.

**Porque:** para não jogar as palhas e impurezas extraídas nas linhas de cana que ainda serão colhidas.

**Observação da atividade:** da mesma forma que o despontador, o operador gira o extrator no início do corte da linha de cana de modo a direcionar a palha que sai dele sempre para a área já colhida. Durante as manobras para a colheita da linha seguinte, o operador volta a girar para o lado já colhido.

Os modelos John Deere tem os sistemas elétricos de giro do extrator primário e do elevador conjugados, assim quando se aciona o pedal de giro do elevador, o extrator gira para o mesmo lado simultaneamente. Isso facilita o trabalho dos operadores, já que é um item a menos para se preocupar durante a mudança de linha de cana. Tais máquinas também permitem que o extrator seja acionado independente do elevador, o que é necessário durante a tarefa de “abrir eito”, explorada posteriormente.

*“Essa máquina [3522] a parte elétrica dela é conjugada, aí você pisa aqui no elevador e aciona o extrator junto, aí vira os dois de uma vez. Aí quando precisar, por exemplo, pra abrir eito, aí você vira ele no manual pra não jogar palha na cana. Já o da Case, tem que girar separado cada um”.*

**Como:** o operador pode também ajustar a rotação do ventilador do extrator primário através de um botão.



Figura 38. Pás do extrator primário.

**Porque:** para manter uma limpeza correta, a rotação deve ser monitorada periodicamente durante o dia de trabalho. A rotação do ventilador mudará conforme as condições de colheita, por exemplo: a quantidade de umidade na cana e a variedade dela, juntamente com o rendimento, afetarão a rotação. Definir a rpm do ventilador antes de entrar em um bloco novo de cana. O ajuste correto permite que os resíduos sejam extraídos sem os rebolos.

**Nota:** o desempenho na limpeza piora com o desgaste das lâminas do ventilador. Com o desgaste, o ventilador perderá seu equilíbrio e vibrará, por isso, vibrações na área do extrator devem ser monitoradas continuamente. Deve-se trocar as quatro lâminas se o conjunto ficar desbalanceado, pois usar um ventilador assim pode causar sérios danos à colhedora.

**Observação da atividade:** a rotação é ajustada no início do corte de determinado talhão. O operador analisa o tipo de cana e baseado nisso, coloca a rotação que ele julga mais adequada: em uma cana “forte” ele coloca uma rotação mais alta, já em uma cana mais “fraca”, ele diminui a rotação. Durante o corte, o operador pode realizar ajustes.

## 10) Elevador

O elevador conduz os rebolos através da esteira até o extrator secundário.



Figura 39. Elevador.

**Como:** na cabine, existe um pedal de giro do elevador para o lado esquerdo e outro para o lado direito, por um total de 170°.



Figura 40. Giro do elevador.

Sempre manter o elevador virado para a parte traseira da colhedora enquanto espera a unidade de transporte no talhão para evitar colisões.

**Porque:** o elevador sempre fica voltado para o transbordo a fim de realizar a descarga da cana colhida.

**Observação da atividade:** o giro ocorre no início da colheita da linha de cana-de-açúcar, para posicionar a saída do elevador sobre o transbordo. O operador só faz isso quando se certifica que o transbordo está em posição de receber a carga.

Em casos de colheita em terrenos declivosos, os operadores devem atentar-se para girar o elevador ao mesmo tempo em que manobram a máquina, pois é ele que mantém o equilíbrio da máquina em situações como esta.

**Como:** existe também um botão para ajustar a altura do elevador.



Figura 41. Ajuste da altura do elevador.

**Porque:** a fim de equiparar a sua altura com a da unidade de transbordo.

**Nota:** Antes de abaixar completamente o elevador para manutenção, deve-se certificar de este está diretamente atrás da máquina.

**Observação da atividade:** o operador levanta ou abaixa o elevador apenas no início do corte do talhão.

Em terrenos declivosos, pode ser necessário também repousar o elevador sobre o transbordo a fim de garantir maior estabilidade da máquina, como será descrito posteriormente.

**Como:** existe ainda um botão de acionamento da esteira do elevador.



Figura 42. Esteira do elevador.

**Porque:** a esteira é ligada quando inicia-se a colheita da linha de cana e o transbordo está posicionado para receber a carga. Ela é desligada ao final do descarregamento da carga.

**Nota:** deve-se verificar diariamente danos ou elos soltos nas correntes, pois podem fazer com ela se quebre durante a operação.

**Observação da atividade:** o operador só liga a esteira após o transbordo estar posicionado caso contrário, os rebolos serão jogados no chão. Da mesma forma, é importante que a esteira seja desligada ao final do corte da linha de cana para que a máquina ao entrar na próxima linha, não jogue os rebolos no chão.

**Como:** existe também um botão que controla o sentido da esteira do elevador. Em situações de colheita ele é colocado na opção avanço e caso haja anormalidades no fluxo de rebolos, ele pode ser colocado no modo reversão.

**Observação da atividade:**

*“Quando acumula muita cana no cesto, você aciona a reversão pra fazer a cana ir embora pra lá. É só pra ajeitar a cana”. “Mas não pode usar muito porque quebra a corrente. Tem que verificar porque a esteira não tá levando cana”.*

### 11) Extrator secundário

O extrator secundário realiza uma segunda limpeza da carga, retirando as impurezas remanescentes antes desta ser jogada no veículo de transbordo.

**Como:** além do botão de acionamento do ventilador do extrator secundário, há botões que controlam o seu giro para a direita e para a esquerda.

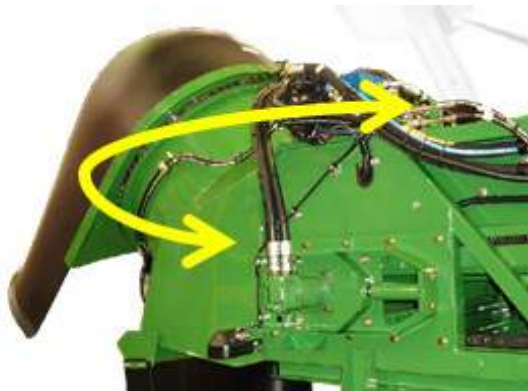


Figura 43. Giro do extrator secundário.

**Porque:** para que as impurezas não sejam jogadas na cana ainda a ser colhida.

**Nota:** da mesma forma, as vibrações na área do extrator devem ser monitoradas continuamente e as lâminas desgastadas devem ser trocadas. O acionamento de um ventilador desequilibrado pode causar danos graves à colhedora.

**Observação da atividade:** da mesma forma que o extrator primário, o operador gira o extrator secundário no início do corte da linha de cana de modo a direcionar a palha que sai dele sempre para a área já colhida. Durante as manobras para a colheita da linha seguinte, o operador volta a girar para o lado já colhido.

Entretanto, a maioria dos operadores não giram o extrator secundário a cada troca de linha de cana, geralmente mantém ele na mesma posição durante o corte do talhão.

*“A hélice dele é menor, a quantidade de sujeira que sai dele é bem menos”.*

*“Eu já não viro muito. Porque se você ficar virando muito, vem muita coisa pro radiador e tampa ali”.*



## 12) Flap

O flap é uma lâmina de distribuição, que direciona a descarga dos rebolos, auxiliando na conformação da carga.

**Como:** na cabine, existe um botão para ajuste da posição do flap.

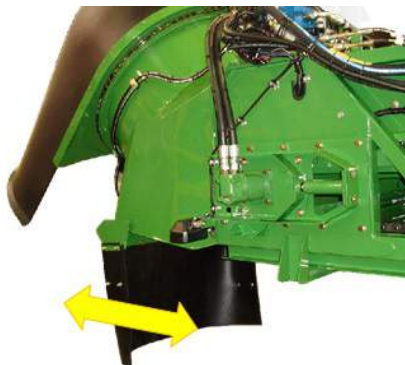


Figura 44. Ajuste do flap.

**Porque:** sua posição permite o direcionamento dos rebolos no transbordo.

**Observação da atividade:** o ajuste do flap ocorre muito esporadicamente. Normalmente, ele fica fixo em uma posição.

### 5.2.1.3. Outros procedimentos

O manual de operação traz ainda muitas outras informações com relação à segurança e procedimentos de manutenção (verificação, acesso, trocas, limpezas, substituição de peças, etc). A seguir, serão apresentadas as questões que merecem destaque.

- Cautela em declives:

Evitar buracos, valas e obstruções que possam fazer a colhedora inclinar-se, especialmente em declives.

Nunca dirigir perto da borda de riachos ou de barrancos íngremes porque podem desmoronar.

Ao operar em subidas, mantenha o nível do óleo hidráulico no nível superior. Nível baixo pode resultar em perda de dirigibilidade. Se isso ocorrer, segura a colhedora

com os freios, marcha no neutro, aplique o freio de estacionamento, pare o motor e acrescente óleo hidráulico até o nível adequado.

- Evitar as linhas de energia elétrica

- Prevenir incêndios:

Retirar os detritos da máquina pelo menos uma vez por dia, especialmente ao redor do motor, do escape e componentes de direção.

Inspecione a máquina pelo menos uma vez por dia para evitar riscos de incêndio nos sistemas elétrico, de escape, direção, hidráulico e de freios.

O radiador e o sistema de arrefecimento do motor devem ser limpos e receber manutenção diária de modo a manter o motor em temperaturas moderadas.

A equipe de manutenção deve receber instruções sobre o que fazer quando um incêndio começa. Os operadores devem comprovar habilidade de usar equipamentos de combate à incêndios.

- Antes de executar qualquer tipo de manutenção ou conserto, sempre colocar a chave de ignição mestre na posição desligada e retirá-la.
- Utilizar a buzina como aviso antes de começar.
- Colheita:

Para minimizar as perdas, a colheita deve ser feita tendo em mente que: a) o espaçamento entre linhas deve estar de acordo com a largura da esteira da colhedora, b) o comprimento da linha é importante para reduzir as conversões e c) as estradas no campo devem ter a largura para permitir que a colhedora entre e saia sem passar por cima das linhas de cana.

Sempre colher com o motor em aceleração máxima.

- Condições de colheita:

Em todos os casos de colheita de cana, a velocidade de avanço é importante para o corte, pois assegura uma alimentação da colhedora com o mínimo de danos. Um corte muito rápido pode causar um efeito bulldozer. É essencial que seja monitorada a qualidade da cana que entra no transbordo.

## 5.2.2. Descrição da atividade

A seguir, será descrita a atividade dos operadores. Esta descrição é detalhada no subitem referente ao Brasil e em seguida, apenas as diferenças de práticas observadas na Austrália são ressaltadas.

### 5.2.2.1. Brasil

A estratégia de colheita nas situações brasileiras é a chamada linha a linha, conforme a figura 45 abaixo.

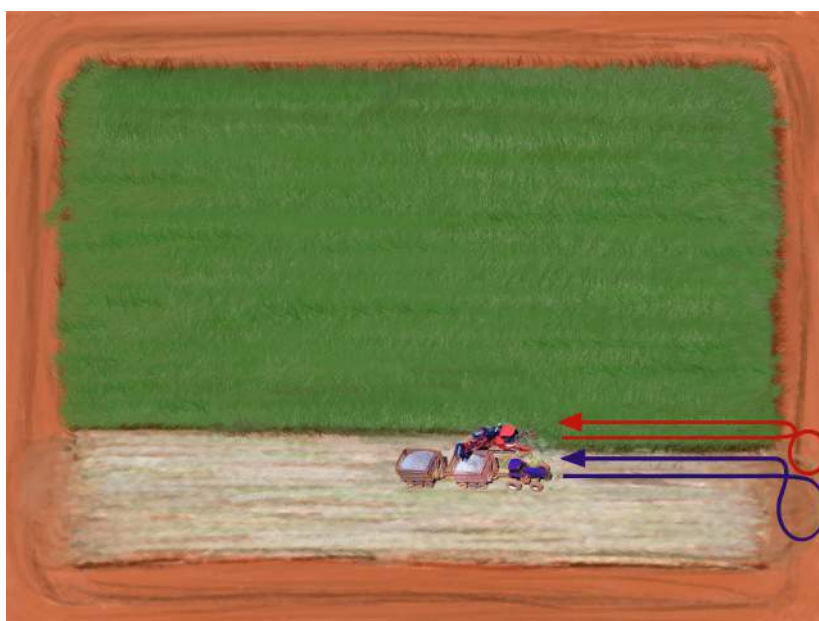


Figura 45. Estratégia de colheita linha a linha comumente praticada no Brasil (Fonte: elaborado pela autora).

Para fins didáticos, a descrição da operação de máquinas colhedoras foi dividida em três partes e para cada uma delas foram elaborados fluxogramas.

A primeira parte (fluxograma 1) compreende as ações realizadas pelo operador no início do corte da linha de cana-de-açúcar, particularmente, no início do turno de trabalho e/ou no início da colheita em um talhão.

Já a segunda parte (fluxograma 2), descreve as ações durante o corte da linha e a terceira parte (fluxograma 3) compreende as ações realizadas ao final do corte da linha em questão e as ações para a colheita da linha seguinte.

### 5.2.2.1.1. O início do corte

Como mostra o fluxograma 1, para iniciar a operação, o operador primeiramente posiciona a máquina na linha de cana a ser colhida, caso esta não esteja posicionada. Em seguida, ele aciona todos as funções da máquina colhedora: implementos (botão industrial), extrator primário, secundário e despontador.

Como já explorado no item 5.2., conforme as características da cana-de-açúcar, os operadores realizam ajustes no divisores de linha, no despontador e no sentido de rotação do despontador e extrator primário.

As máquinas apresentam a opção de escolha entre três rotações do motor: ponto morto, rotação média e de trabalho. Apenas quando vai efetivamente colher linha que o operador aumenta a rotação da máquina, colocando-a em rotação de trabalho, a fim de economizar combustível:

*“Todas as máquinas tem três rotações: a que liga, a rotação média pra você andar com ela, manobrar e a de trabalho”.*

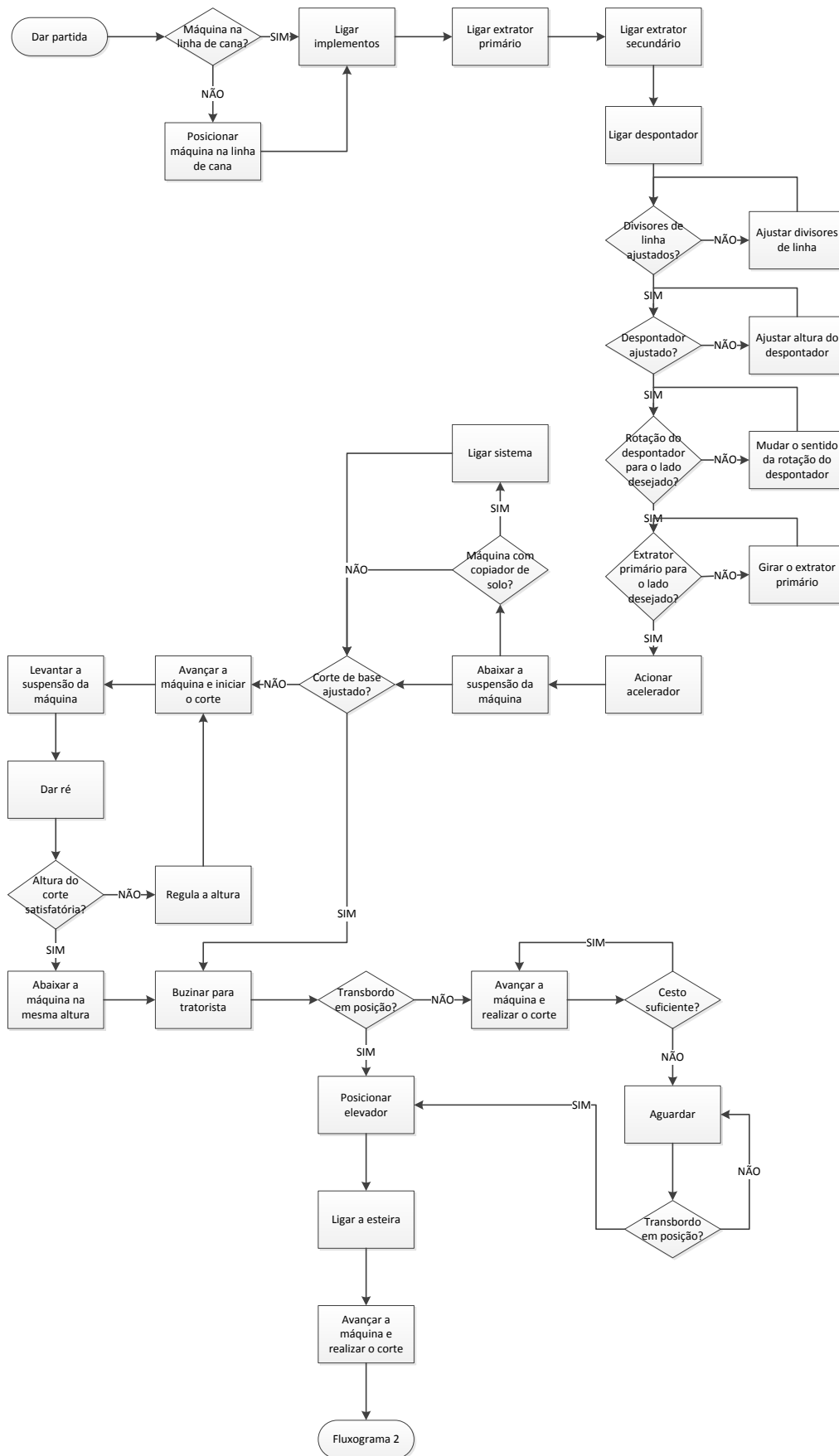
Dependendo da máquina, a rotação de trabalho pode variar:

*“Quando você liga ela, dá uns 850rpm, a rotação média dá uns 1500rpm. Na 3520, a rotação de trabalho é 1700, 1900rpm, porque é uma linha só. A 3522 trabalha com 2100, 2200rpm porque é duas linhas”.*

*“Na 8800, a primeira rotação é de 800rpm, depois de ligar os implementos e tudo vai pra 1500 rpm e a de trabalho é 1800rpm. Ela vai até 2100rpm, mas aqui trabalha com 1800rpm pra economizar combustível”.*

Para ajustar a altura do corte de base, o operador se baseia em uma escala no monitor que mostra o nível de elevação da frente da máquina. Ele colhe uma quantidade de cana como teste, dá ré e observa se altura da touceira deixada está satisfatória.

*“Por exemplo: aqui nesse terreno eu vou entrar pra cortar no 3, aí eu corto um pouco, levanto a máquina, dou ré e olho o que eu cortei pra ver se tá ficando bom. Se tá bom, eu vou no 3; se o sepo tá muito alto, eu tô errado, aí eu abaixo mais um pouco, no 2, e corto mais um pouco, aí de novo levanto e afasto pra ver se tá bom, se tá, dá pra ir assim”.*



Fluxograma 1. Operações no início do corte

*“Os 10 metros que você corta de teste antes de começar você tem uma noção. (...) É bom pra você ver se o serviço tá ficando bom ou não”.*

A análise da altura do corte é realizada de dentro da cabine, através da representação que o operador tem acerca do tamanho ideal da touceira:

*“Daqui de cima a gente tem uma noção mais ou menos da altura... tem usina que tem tolerância de até 3 dedos pro toquinho, porque aí você não tá perdendo cana”.*

Como dito anteriormente, a altura do corte de base é crucial na colheita, pois a parte mais próxima do solo é mais rica em sacarose. Entretanto, o operador deve se atentar para não abaixar demais a máquina para que não corra o risco de arrancar a touceira com a raiz. Como será descrito adiante, existem diversas variabilidades que influenciam nesse processo.

Caso seja feito o uso do copiador de solo, o operador liga o sistema a fim de que ele capte as informações das primeiras linhas de cana-de-açúcar. E neste caso, para determinar a altura de corte, o operador se baseia na pressão de corte de base:

*“A altura do corte a gente regula no painel lá. A gente regula no painel, olha a pressão dela, né? (...) Se der problema no copiador dela aí a gente abre o registro lá e usa a régua pra ver a altura. Então a gente regula no painel ali. Pega um terreno, anda um pouquinho aí você vai lá e vê ‘pressão tá boa’, você anda um pouquinho, ergue a máquina, afasta, ‘ah, o toquinho tá bom’ aí você vê lá o tanto de pressão, aí você vai!”.*

Após ajustar a altura do corte, o operador buzina para o tratorista, sendo este o sinal para avisar que a colheita pode ser realizada. A fim de evitar colisões, o operador só posiciona o elevador sobre o transbordo quando este está em posição de receber a carga.

Caso o transbordo ainda não esteja posicionado, o operador pode iniciar a colheita da linha e acumular os rebolos no cesto do elevador. Como os operadores não tem visibilidade sobre o cesto, eles desenvolvem uma representação do quanto acumular (de acordo com as características da cana) sem entupir o cesto ou “embuchar o bojo”:

*“A gente não tem um visão do cesto, mas a gente tem uma noção. A gente tem uma noção do quanto dá pra encher. Você vê o tanto de cana, se tá forte, tá fraca, aí enche um tanto. (...) Se encher demais, embucha. Também pode queimar o globo do exaustor, ele derrete”.*

Em alguns casos, os operadores podem ainda acionar brevemente a esteira para a carga ser distribuída entre as taliscas do elevador e evitar entupir o cesto, porém a desligam antes da carga cair:

*“A gente gira [a esteira] pra [carga] subir pra cima e anda mais um pouco e para. Você dá uma ligada na esteira pra ela pegar um pouco dessa cana do cesto”.*

Quando o transbordo está em posição, o operador posiciona o elevador, aciona a esteira (iniciando a descarga da cana colhida) e as duas máquinas iniciam o deslocamento simultâneo.

#### **5.2.2.1.2. Durante o corte**

Como mostra o fluxograma 2, durante o corte da linha, o operador se atenta a várias questões:

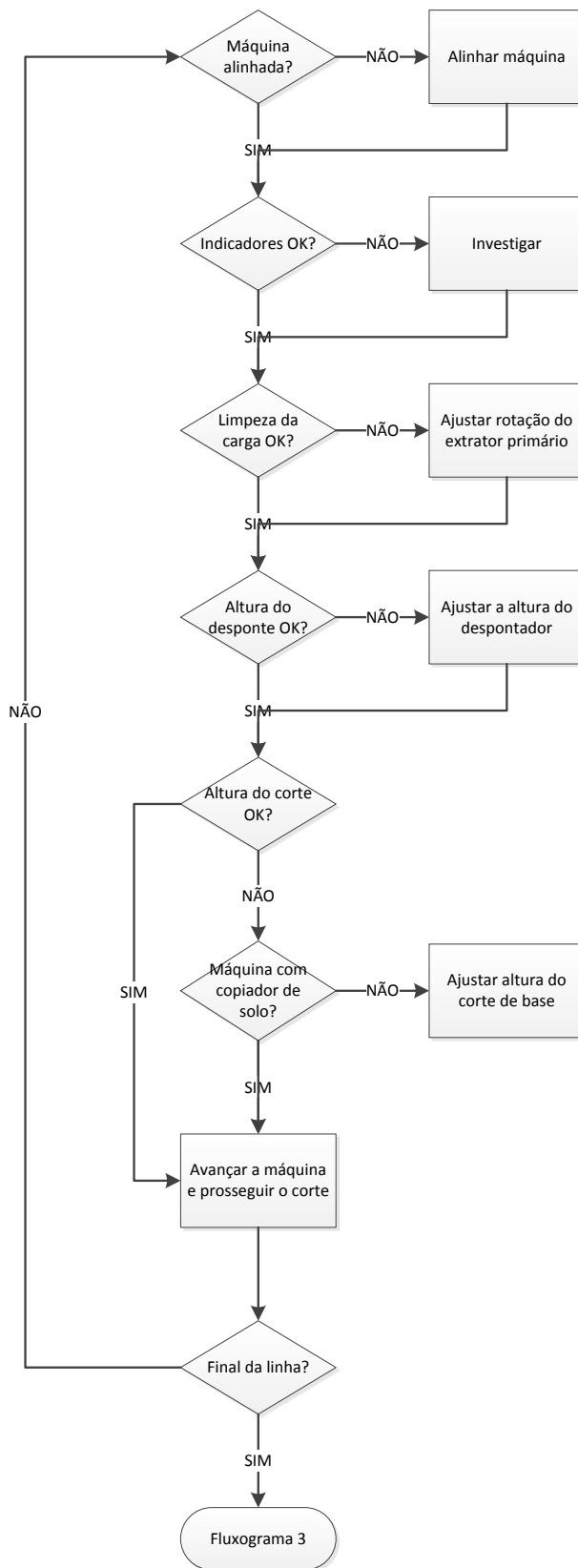
- O alinhamento da máquina em relação à linha de cana que está sendo colhida,
- Os indicadores de pressão do corte de base, pressão do rolo picador, nível de temperatura da máquina, etc.,
- A carga e a limpeza da carga,
- A altura do desponte e
- A altura do corte de base.

A seguir, cada uma dessas questões será aprofundada.

#### **O alinhamento da máquina**

Para que o corte de base corte a parte inferior do colmo de maneira reta e sem deixar touceira com lascas, o operador precisa centralizar corretamente os discos na linha de cana.

*“Você tem que alinhar bem o pé da cana com o cortador de base, pra puxar de acordo”.*



Fluxograma 2. Operações durante o corte.



## Os indicadores

Os operadores observam constantemente a tela que apresenta as informações e indicadores da máquina e da colheita. Em caso de qualquer anormalidade, surge um alarme visual ou sonoro e o operador então deve investigar qual o problema.

*“Ela tem os alarmes. Baixou o óleo, ela apita. Apita pra óleo, água, temperatura, se estourou mangueira... Já se embuchar, a régua do monitor fica vermelha”.*

*“Toda a informação tá no computador de bordo, então a temperatura subiu, ela dá uma luz, se tá amarelo, ela tá alertando. A hora que ficar vermelho, ela cai a aceleração e morre”.*

Os principais indicadores das máquinas monitorados pelos operadores durante a colheita são: pressão do corte de base, pressão dos rolos picadores, temperatura da água e do óleo hidráulico.

Os indicadores de pressão do corte de base e pressão do rolo picador durante o corte oscilam dentro de uma faixa de normalidade e se repentinamente aumentam ou diminuem, os operadores detectam o problema.

A pressão do corte de base e dos rolos picadores, por exemplo, são muito utilizadas durante a operação para monitorar a qualidade do corte ideal para as condições. Elas fornecem informações para a tomada de decisão acerca do ajuste da altura do corte e/ou da velocidade da máquina, que estão correlacionados:

*“Por exemplo: se eu tô a 10km/h, que é o máximo, tá com uma pressão boa, não tá arrancando, você olha na carga e não tem toco, não tá arrancando e tá ficando bom o serviço, tudo bem, a pressão tá boa. Agora por exemplo: você tá a 3km/h e tá com uma pressão alta, você tá arrancando tudo a cana porque a máquina tá pegando o chão”.*

*“Se você olhou ali (...) e viu que tá subindo, pode ter que erguer (porque ela tá pegando cana do chão), ou diminuir a velocidade (porque tá entrando muita cana e ela tá usando toda a força dela pra picar aquela cana)”.*

Dependendo do caso, apenas alterar a altura do corte ou a velocidade pode não ser suficiente e quando isto acontece é porque ocorreu entupimentos (“embuchamentos”) no

corte de base e nos rolos picadores, sendo necessário fazer a reversão. Esta reversão consiste em inverter o sentido de corte através do botão que aciona os implementos:

*“Quando embucha nos rolos tem dar a reversão, que é apertar o botão dos implementos ao contrário. (...) Aí ergue, baixa a rotação e dá a reversão. Às vezes ela trava, mas normalmente ela cospe sozinha”.*

A temperatura da água e do óleo obviamente, são monitorados para evitar superaquecimento da máquina.

Outros indicadores importantes, relacionados com a experiência do operador são: ruído da máquina e as linhas de cana já colhidas. Durante o corte, o operador percebe alterações no ruído da máquina:

*“Quando embucha, ela faz um barulho diferente, cai a rotação do motor”.*

*“Conforme você tá andando na rua, você viu que a máquina tá começando a engolir o ronco, tá começando a ficar vermelho, você sabe que tá forçando”.*

Da mesma forma, durante o corte, o operador analisa as linhas de cana já colhidas para detectar se a altura está satisfatória, se as touceiras não ficaram lascadas, se caíram rebolos no chão, etc., pois cada um deles está relacionado com uma disfunção na máquina:

*“Conforme eu vou, a hora que eu volto, eu consigo ver no chão, conforme vai aparecendo, se tá lascado, se ficou cana pra trás”.*

Touceiras lascadas, por exemplo, indicam que as facas do corte de base estão gastas e que precisam ser trocadas:

*“Se a faquinha do cortador de base tá gasta, o serviço vai ficando ruim, lasca muito os sepos. A hora que eu volto, eu consigo ver no chão, que tá feio, aí eu vejo que tem que trocar”.*

*“A máquina não corta, vai desfibrando, amassando, começa a largar cana. É que nem descascar uma laranja com faca cega”.*

Já os rebolos no chão podem indicar entupimento do cesto do elevador ou necessidade de diminuição da rotação do extrator primário. Com o cesto entupido, os rolos não tem onde depositar os rebolos, que acabam passando por trás dos rolos e caindo no chão:

*“A gente fala que a máquina começa a cagar cana, como se diz, né? Porque ela sai pelo mesmo rolo, por trás e cai tudo no chão”.*

Em contrapartida, com alta rotação do extrator primário, os rebolos acabam voando junto com a palha e caindo no chão da mesma forma, como será abordado a seguir.

### **A carga e a limpeza da carga**

Durante o corte, os operadores monitoram constantemente a carga jogada no transbordo bem como a sua limpeza.

Alterações na carga estão relacionadas com o excesso de palha e colmos inteiros de cana, que indicam problemas nas facas dos rolos picadores:

*“Quando a faquinha do picador tá gasta, conforme ela vai picando, ela vai linguçando a cana, como a gente diz... Ela pica malemá, vai só amassando, marcando a cana e não pica. E também você vê no elevador que tá indo bastante palha no transbordo, porque a palha fica inteira e não sopra, não limpa direito”.*

O excesso de palha na carga pode também ser oriundo de problemas no extrator primário, devido ao desgaste das pás:

*“Você viu que tá indo muita palha, pensa ‘tô andando muito’, aí diminui a velocidade e continua mandando palha ‘pô, então o que é?’. Aí vai ver facão picador, ‘tá indo certinho’. Aí vai ver é a pá do exaustor que tá ruim...”.*

A limpeza da carga está relacionada principalmente com o extrator primário e a rotação escolhida, que por sua vez, depende das características da cana, como será abordado no tópico seguinte. Caso os operadores percebam que a rotação está muito alta (e portanto, jogando rebolos junto com a palha) ou muito baixa (e portanto, não retirando palha suficiente), eles realizam ajustes:

*“Você olha no retrovisor. Se tiver indo muita palha na carga, tem que aumentar a rotação do exaustor. Se tiver jogando cana fora, voando cana, tem que diminuir”.*

### **Altura do desponte**

Os operadores regulam a altura do despontador durante o corte, caso haja desníveis no solo ou variações na altura dos colmos:

*“Quando você tá cortando a cana nunca tá igualzinha, então vai um pouco de cana fora, mas tem que ir controlando pra não jogar cana fora”.*

### **Altura do corte de base**

A regulação da altura do corte de base é outro ponto crucial durante o corte. Conforme os operadores percebem desníveis e ondulações no solo, eles regulam a altura do corte de base, levantando e abaixando a máquina, de modo que os discos acompanhem o solo.

*“Eu sempre tô dando uma erguindinha, mas às vezes eu dou uma rezinha pra ver, às vezes o terreno não é sempre igual né? Tem seus inclinós e você percebe que a máquina dá uma abaixada, uma erguida, então você vai sempre erguendo e abaixando, tentando copiar o solo com ela, né?”.*

Isto é fundamental porque se em um momento de aclive ele não levantar a máquina, ela pode arrancar a touceira com raiz e deixar falhas no talhão para a safra seguinte. Já se em um momento de declive ele não abaixar a máquina, deixará um toco muito alto desperdiçando a parte nobre da cana.

Quando as máquinas apresentam copiador de solo, esse controle é automático através dos sensores de pressão e da informação acumulada pelo sistema no início do corte naquele determinado talhão:

*“No copiador de solo ele faz tudo automaticamente, né? Pegou muita terra ele dá uma levantadinha, aí passou aquela pressão, ele abaixa. Aí você vai só no volante, né? É bem melhor”.*

*“O da 3520 é excelente! Essa safra nós não trabalhamos no manual, só no copiador. Mas você tem que trabalhar com a rua bem no centro dos dois discos pro aparelho trabalhar certo”.*

*“Eu uso o copiador [da 8800]. Ele copia certinho, vai sentindo o terreno”.*

Entretanto, o uso do coprador de solo tem algumas ressalvas: a velocidade média para a qual ele foi calibrado tem que ser mantida e ele não pode ser utilizado em terrenos que não estão preparados adequadamente (com buracos, valetas, falhas nas linhas de cana), pois o sistema não reconhece essas variabilidades:

*“A gente usa muito o coprador. Ele é bom. Se você manter a velocidade dela o quanto você colocou pra copiar, ele é bom. A fábrica que fala, né? Se você regular a máquina pra 5km/h, ele tolera até 0,5 pra mais ou pra menos. Se não, ele para de copiar”.*

*“Se o terreno for plano, ele copia bem, mas se tiver valeta assim, aí a pressão vai aumentar e ele vai subir. Só que depois a máquina não volta na altura que tava, entendeu? Aí fica toco. Então tem que melhorar porque ele não copia bem certinho”.*

Caso a máquina não tenha coprador de solo, como no caso da 3522, o ajuste de altura do corte durante toda a colheita é realizado manualmente pelos operadores.

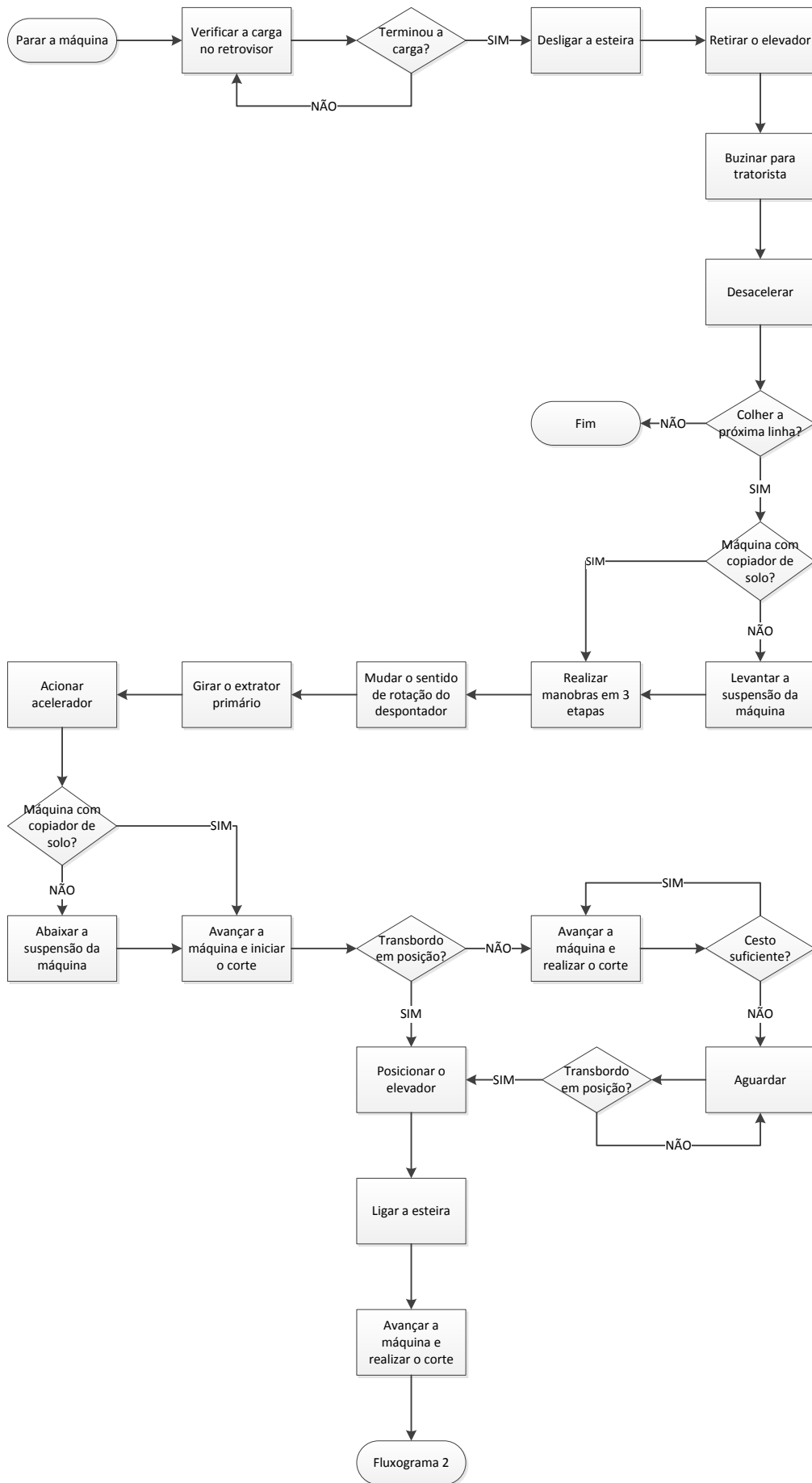
*“A 3522 não tem. A 3510 e a 3520 que eu trabalhei tinha, mas essa não conseguiram colocar. Eu não sei explicar porquê, mas não conseguiram. Se desse certo, seria muito bom. Aqui tá tudo manual, quando você sente o solo você tem que ficar levantando ela. Sentiu, levanta, aí passou aquela ondulação, você tem que abaixar de novo se não fica cana pra trás”.*

### **5.2.2.1.3. Final do corte**

Como mostra o fluxograma 3, ao final do corte da linha de cana, o operador para a máquina e ao terminar a descarga dos rebolos colhidos, desliga a esteira:

*“Não pode esquecer a esteira. Porque se você esquecer, no manobrar você vai entrar na rua cortando e já vai caindo cana, aí vai jogar cana fora”.*

Em seguida, o operador retira o elevador, girando-o para longe do transbordo e buzina para o tratorista, sendo estes os sinais de fim de descarga e de autorização para a realização das manobras de ambas as máquinas, a fim de evitar colisões.



Fluxograma 3. Operações no final do corte.

Para manobrar a máquina, o operador deve primeiramente baixar a rotação do motor para a rotação média, de modo a não danificar a máquina. Em seguida, eleva a parte anterior da máquina a fim de liberar os discos do corte de base do chão:

*“Você não precisa erguer ela inteira, você livrando o cortador de base já dá pra fazer a manobra”.*

Caso a máquina tenha copiador de solo, no momento em que o operador baixa a rotação, o sistema automaticamente eleva a máquina para a realização das manobras.

Para colher a linha seguinte, o operador realiza manobras na máquina para sair do final de uma linha e entrar no início da próxima linha. Os operadores são instruídos a realizar as manobras em pelo menos 3 etapas, a fim de não danificar as esteiras das máquinas.

Durante as manobras, o operador mudam o sentido de rotação do despontador e gira o extrator primário para o lado oposto. Quando a máquina já está posicionada na linha, o operador coloca a máquina em rotação de trabalho e abaixa a parte anterior da máquina, novamente, caso esta possua copiador de solo, assim que o operador aumenta a rotação, o sistema automaticamente abaixa a máquina para o nível programado.

Como os transbordos levam mais tempo para manobrar (principalmente transbordos duplos), o operador novamente inicia o corte da linha acumulando os rebolos no cesto do elevador. Quando o transbordo está em posição de receber os rebolos, o operador gira o elevador sobre o transbordo e aciona a esteira para que a descarga seja feita. Geralmente, este posicionamento representa o sinal que ambas as máquinas podem seguir a colheita e se deslocar simultaneamente.

#### **5.2.2.1.4. Variabilidades**

A seguir, serão apresentadas as principais variáveis que influenciam a operação e requerem adaptações das estratégias de colheita, como a idade da cana, posição dos colmos, práticas de plantio, características do talhão e aspectos ambientais.

- **Idade da cana-de-açúcar**

Independentemente da variedade, a cana-de-açúcar passa por um processo de envelhecimento que afeta: a posição da porção basal (touceira) e o tamanho dos colmos.

Com relação à porção basal, em uma cana recém-plantada, o sulco fica mais profundo que os espaçamentos entre linhas e à medida que os cortes são realizados, as raízes das touceiras vão se tornando cada vez mais superficiais, chamado de “soqueira alta”.

A posição da porção basal influencia no ajuste da altura do corte de base (e portanto, pressão de corte). Em caso de sulco profundo, os operadores abaixam a máquina para reduzir o máximo possível o tamanho do toco deixado e em caso de “soqueira alta”, há um limite para abaixar a máquina a fim de não arrancar a touceira.

Com relação ao tamanho dos colmos, em um talhão de primeiro ou segundo corte, a cana apresenta colmos grandes, espessos e com muitas folhas, chamada pelos operadores de “cana forte”. À medida que o canavial envelhece, torna-se menos produtivo e os colmos ficam menores e com menos folhas, “cana fraca”.

O tamanho dos colmos interfere nos ajustes do: despontador, corte de base, cesto do elevador e extrator primário.

- Despontador

Quando a cana-de-açúcar é muito “forte”, muito alta, ela bloqueia a visão dos operadores e foi observado que eles podem utilizar o despontador desligado para deitar os colmos e facilitar a visualização, quando na ausência do rolo tombador:

*“Cana em pé, dependendo do tamanho... Nossa! Você tem que colocar o cortador de ponta como abafador ali, você não vê nada! Aí você desliga o corte de ponta, eu desligava. Ele vai dobrando a cana, ele deita a cana, pra ir empurrando pra você ver melhor. Porque a cana é grande, então o corte de ponta vai trabalhar no alto, então não adianta, a cana vai tapar tudo a sua visão. (...) Porque muitas vezes eles tiram o rolo tombador para usar o motor em outra parte”.*

Obviamente, a não utilização do despontador impacta na qualidade da limpeza da matéria-prima colhida e outras adaptações são necessárias, como na rotação do extrator primário:



*“Despontador desligado dá diferença na limpeza depois. Fica menos limpa, porque ele tira bastante palha, né? Aí tem que abaixar um pouco a rotação do extrator primário, porque se deixar muito alta, pedaço pequeno assim de rebolo, ele puxa e joga fora. Então tem que manter a velocidade meio baixa”.*

- Corte de base

A pressão de corte de base também varia de acordo com o tamanho dos colmos: colheita de cana “forte” exige pressões de corte mais altas e de cana “fraca”, pressões mais baixas. A pressão do corte, como dito anteriormente, tem relação com a velocidade de colheita.

*“É a cana que mostra a capacidade pra você andar. (...) Com cana forte a gente tem que ir mais devagar porque se não, força a máquina, cana forte já tem uma pressão alta”.*

*“Se você pega uma cana fraca, ela não dá nem pressão”.*

- Cesto do elevador

A influência sobre o cesto do elevador está relacionada com a estratégia de acumular rebolos no cesto como descrito no item 5.2.2.1.1. Cana “forte” origina mais rebolos e rebolos mais espessos, diminuindo portanto, a capacidade de acúmulo. Já a cana “fraca” permite que os operadores acumulem mais rebolos sem ligar a esteira.

*“Conforme a cana dá pra andar de 3 a 5 metros. Numa cana forte só dá pra andar uns 3 metros, mas se a cana tiver fraca, dá mais”.*

- Extrator primário

Da mesma forma, os rebolos de cana “forte” são mais pesados e de cana “fraca” são mais leves. Assim, se o operador utilizar uma rotação muito alta em cana “fraca”, os rebolos são eliminados pelo extrator juntamente com as impurezas.

*“Vamos supor, você tá cortando numa cana de 120 toneladas por hectare, você tem que trabalhar com uma rotação maior, uma rotação alta pra poder limpar ela mesmo. Você trabalha de 800 a 900 rpm numa cana forte. Se você pega uma caninha mais fraquinha você tem que baixar a rotação. Se você sai da cana forte e pega uma cana bem fraquinha, se você trabalhar com a mesma rotação, vai jogar tudo cana fora. Ela voa”.*

- **Posição dos colmos**

A posição dos colmos também interfere na operação, pela visualização da linha de cana a ser colhida. Colmos em pé permitem a identificação da linha de cana, entretanto, se a cana for “forte”, pode bloquear a visão do operador, como dito anteriormente e os operadores podem desligar o despontador e utilizá-lo como tombador.

Em colmos deitados os operadores também desligam o despontador, pois não é possível o corte correto das pontas:

*“Em cana deitada a gente não usa despontador. Só vai gastar mais combustível”.*

*“Se a cana é muito deitada e você abaixar o despontador pra pegar a ponta dela, aí a outra da frente tá mais alta, aí você corta cana fora, então é melhor deixar desligado”.*

Nessa situação, o despontador fica desligado e frequentemente posicionado para cima:

*“A cana nunca é uniforme, né? Sempre tem alto e baixo e você vai cortar com isso aí? Não corta! O pessoal ergue [o despontador] lá em cima e vai embora. Corta com ele quando pega uma cana bem de pézinha que é coisa difícil de se achar, porque a cana tá tudo deitada, nego planta no sulco com um palmo de cana, aí choveu, ela deita!”.*

Entretanto, a cana deitada nem sempre é um problema para os operadores. Dependendo de como as linhas estão deitadas, elas podem facilitar a visualização do operador, como quando elas estão deitadas de modo uniforme para o mesmo lado. Já quando estão deitadas de modo difuso e embaraçadas, a identificação das linhas fica mais complicada.

*“A cana caída pra tudo quanto é lado é ruim, viu? Mas tudo caída pra um lado só é bom, é melhor que em pé!”.*

Quando os colmos estão deitados de modo difuso, os operadores podem acionar os discos de corte lateral.

*“É aí que entra os cortador lateral”.*

*“Mas o da John Deere é fixo, não mexe, então a gente não usa”.*

Para manter a máquina alinhada em cana deitada de modo difuso, os operadores utilizam como orientação o divisor de linha do lado já colhido, haja visto que a identificação das linhas do outro lado não é possível (figura 46).



Figura 46. Visão de dentro da cabine.

*“A gente mede mais pelo divisor de fora, porque aqui você não enxerga quase nada, tá vendo?”.*

A posição dos colmos também requer ajustes de inclinação dos divisores de linha, principalmente quando os colmos estão deitados, pois eles conseguem levantar os colmos da linha a ser colhida e também separam os colmos emaranhados das linhas adjacentes.

*“Os pirulitos depende da cana, porque se ela tiver em pé, a gente nem usa, né? Agora se tiver deitada pros dois lados, coloca os dois [pirulitos]. Se, por exemplo, caída pra um lado só, usa só um lado”.*

Entretanto, foi observado que para a colheita de duas linhas de cana quando deitadas, o ajuste dos divisores de linha nas máquinas John Deere 3522 não é suficiente para abranger as duas linhas e segundo os operadores, a largura entre divisores deveria ser maior.

*“Colher duas linhas em cana deitada é complicado. Em cana em pé, você vê mais ou menos, dá pra você ver a beirada da rua e aí você mantém uma distância que não vai sair fora, né? Agora em cana deitada, quando ela cai contra, não dá pra você ver, se você sai um pouquinho pra tentar pegar aquela cana de fora, o outro lado fica”.*

*“O que devia ser melhorado nessa máquina também é a largura do divisor de linha, podia aumentar um pouquinho mais. Porque quando a cana tá caída assim, às vezes ele deixa sair fora a cana... E você tem que ficar toda hora afastando pra pegar”.*

- **Práticas de plantio**

As práticas de plantio relevantes para a operação podem ser resumidas em: plantio de duas linhas e plantio “abacaxi”.

O plantio abacaxi consiste no plantio de duas linhas geralmente plantadas a 30 cm de distância uma da outra. Já o plantio de duas linhas consiste em duas linhas de cana plantadas em um sulco largo e separadas por um curto espaçamento, tendo espaçamento maior entre as linhas duplas.

Essas duas práticas de plantio representam problemas para a operação principalmente porque dificultam a identificação das linhas a serem colhidas por parte dos operadores.

*“Colher 1 linha eu acho melhor, por questão de trabalho. Uma linha você não perde tanto a rua, não dá tanto trabalho pra você acertar depois. (...) Que nem, numa cana dessa [deitada] que você não enxerga a rua direito e o GPS não tá funcionando, você tem que ir só no olho e você não enxerga a rua aqui. E de noite, se o parceiro não consegue ver a rua direito, ele vai comendo a rua: sai fora um pouquinho, aí ele viu que saiu aí ele entra de novo, aí fica meio cortado e depois é duro acertar. Tá tudo cortado de atravessado e tem que ir arrumando. De uma linha não acontece tanto isso, é mais difícil”.*  
(operador da situação B).

*“Plantio abacaxi, eu não gosto. E a hora que ele fica velho, nasce cana entre as linhas, né? Ela espalha, por isso que apelidaram de abacaxi. Não dá pra ver as ruas. Vixi! Fica um serviço feio”.* (operador da situação A).

*“Perde o espaçamento dele [plantio abacaxi]. A cana deita e afoga a outra, nasce cana no meio... Vira um cabelo depois e você não consegue cortar”.*  
(operador da situação A).

A colheita de duas linhas de cana requer ajustes nos: divisores de linha, extrator primário e velocidade de colheita. Além disso, é comum a colheita com o auxílio do GPS.

- Divisores de linha

A colheita de linhas duplas principalmente quando deitadas, requer o ajuste dos divisores de linha. Entretanto, como dito anteriormente, na colheita de duas linhas com máquinas John Deere 3522, foi observado que os operadores tem dificuldades em fazer com que os divisores abranjam as duas linhas de cana sem perder o alinhamento dos discos de corte de base:

*“Que nem, o divisor de linha ali passa um tantinho assim da cana. Você deu uma erradinha um pouquinho, você já sai fora da rua. Agora de uma linha já tem um espaço maior, você pode sair um pouco mais que você não sai fora da rua. Então se o divisor sair um pouquinho fora das duas linhas, aí já fica cana pra trás”.*

- Extrator primário

Como a quantidade de rebolos em colheita de duas linhas de cana é o dobro do normal, a rotação do extrator primário é aumentada para que a limpeza seja eficaz.

*“A pressão do ventilador é um pouquinho maior, né? Porque é mais cana”.*

- Velocidade de colheita

Outro aspecto que é modificado em colheita de duas linhas é a velocidade da colheita devido ao fluxo duplo de feixes de cana que passa pela máquina colhedora:

*“Você vai mais devagar porque é muita cana, pra ela engolir, cortar e jogar, né? Se não o elevador não vence, aqui no corte de base não consegue puxar porque é muita cana e ela embucha, aí judia do picador também... Aí você tem que manter uma velocidade de 2 km/h, 1,5km/h, depende da cana também, se a cana for muito deitada, muito palhuda assim sem enxergar a rua direito, aí você tem que ir em 2km/h, 1km/h... bem devagarinho. Se ela tá em pé, aí é mais fácil, puxa mais rápido, né? Aí dá pra ir uns 4 km/h”.*

- GPS

A colheita de duas linhas de cana-de-açúcar requer a utilização de GPS, principalmente para orientar o posicionamento da máquina nas linhas de cana durante o trabalho noturno.

*“Pra uma linha não precisa, mas pra duas linhas precisa de GPS. Porque pra cortar essa cana de dia, tudo bem, mas de noite, você não enxerga direito, tá caída pros dois lados, não tem lado certo, então de noite você perde muita rua. A visão é ruim e numa cana deitada pros lados, pra frente.... Todo dia de manhã a gente chega e tenta arrumar o eito porque o parceiro (não é culpa dele, é claro) perde a rua. Então o GPS serve pra não tá perdendo a rua”.*

A colheita de plantio abacaxi, prática observada na situação A, também requer ajustes no: alinhamento da máquina, extrator primário e velocidade de colheita.

- Alinhamento da máquina

Como a colheita de plantio abacaxi na situação A ocorria com as máquinas 8800 e portanto, máquinas para colheita de uma linha de cana, foi observado que os operadores apresentavam dificuldades em alinhar os discos de corte apropriadamente nas linhas:

*“Plantio abacaxi é duas ruas pertinho. Corta duas linhas ao mesmo tempo com a 8800 mas se o espaçamento for um pouquinho mais largo, não pega”.*

Além da limitação técnica da máquina, a dificuldade em alinhar o corte advém também da dificuldade em identificar as linhas de cana.

*“Tem que ir seguindo sempre a linha de fora porque não dá pra enxergar muito bem as ruas assim”.*

*“É mais complicado cortar duas linhas abacaxi assim. Eu não gosto, é ruim. Não dá pra ver porque você fica dentro da rua aqui e se ela tiver um pouquinho torta, você não vê pra lá, né? E a máquina não é aberta pra colher as duas ruas”.*

*“Eu tenho que ficar olhando direto na rua se não eu perco ela. E colher cana abacaxi e deitada... Tô fazendo um milagrinho aqui. É mais difícil alinhar o corte de base, não posso sair muito fora aqui se não, já não pega, fica cana pra trás, né?”.*

Por estas duas razões e visando a qualidade do corte principalmente em cana deitada, frequentemente os operadores optam por colher apenas uma linha de cada vez, mesmo que a linha adjacente seja esmagada pela esteira rodante da máquina:

*“Rua abacaxi é ruim porque se a cana tá muito caída, fica muita ferpa, fica muito tocão no chão. Então se você conseguir pegar de uma só é melhor, porque de duas de uma vez, vai ficando um serviço muito feio”.*

*“Essa 8800 colhe abacaxi se tiver de pé, mas se tiver tudo caído... O dono queria que a gente colhesse, daí falaram ‘não dá!’, aí estamos levando uma rua só. Sempre um pouco pisoteia a outra mas não tem como, se você levar as duas, metade da cana fica pra trás e você tem que voltar repassar, então não adianta!”.*

- Extrator primário

Pelo mesmo motivo que a colheita de duas linhas, como o fluxo de cana em colheita de plantio abacaxi é o dobro, a velocidade do extrator primário tem que ser maior para a limpeza.

- Velocidade de colheita

Da mesma forma, a velocidade da colheita deve ser reduzida:

*“Tem que ir devagar pra colher porque a máquina não é preparada pra duas linhas”.*

*“A gente anda colhendo uma de cada vez, porque a máquina não pega bem as duas. Mas pra colher as duas, tem que ir bem devagar”.*

- **Características do talhão**

Com relação às características do talhão, as três mais importantes para a operação compreendem: a composição do solo, linhas de cana curtas e a declividade.

No que tange a composição do solo, esta influencia na determinação de pressão de corte mais adequada considerando dois tipos principais: areia e terra roxa. Quando o solo é composto em grande parte por areia, ele torna-se mais macio e apresenta mais facilidade em

arrancar a touceira. Já quando o solo é do tipo terra roxa, ele é mais firme, mais duro e facilita o processo de determinação da pressão de corte.

*“Na areia é mais fácil arrancar a soqueira. A terra é fofa e se carcar a máquina no chão, ela não dá pressão mas tá arrancando a soqueira”.*

*“Pra colhedora é terra roxa, né? Mas se for muito dura, tem que trocar as faquinhas duas, três vezes no seu turno porque tem mais pressão”.*

De qualquer forma, o teste inicial de corte e análise é fundamental para a determinação da pressão de corte adequada para cada tipo de solo.

Com relação às linhas de cana curtas, estas quando presentes nos talhões fazem com que os operadores mudem a estratégia de corte a fim de minimizar o pisoteio das touceiras e economizar manobras tanto da própria máquina colhedora quanto do transbordo. Em linhas curtas, o transbordo fica parado, a máquina colhe a linha toda sozinha e só descarrega no final da linha. Depois a máquina volta de ré e colhe a próxima linha.

*“Quando a gente vê que a rua é muito curta, que acha que tá perdendo tempo fazendo manobra, é melhor voltar de ré”.*

Para isso, os operadores acumulam os rebolos no cesto do elevador e para garantir que este não vai entupir, eles podem acionar a esteira até o ponto em que visualizam que os rebolos atingiram a iminência de cair e então desligam-na.

*“Você corta um pouquinho, já olha pra cima do elevador, liga a esteira, vê ‘opa, vai cair’, desliga e corta mais um pouquinho. Porque se você deixar tudo ali ela vai empacotar ali, ela vai embuchar. Mas se for uma rua muito curtinha aí você não liga. Também se for uma cana muito fraca, dá pra você ir longe sem nem ligar a esteira... Mas na maioria das vezes você tem que ligar porque se embuchar, você perdeu seu dia ali”.*

Já a declividade do talhão influencia diretamente o movimento de giro do elevador, pois é ele quem garante o equilíbrio da máquina durante a colheita em terrenos declivosos.

Embora, em teoria, a colheita mecanizada não possa ocorrer terrenos com declividade superior a 12%, na prática observou-se que as situações estudadas (exceto a situação C) alocam as máquinas nesses terrenos e cortam o possível.



*“Tem terreno que é bem inclinado. A maioria tem mais que 12%. 20% é quase brincando e já chegamos a colher em terreno com 30%”. (operador da situação A).*

*“Tem bastante terreno inclinado. A gente corta até onde tem condição, onde não tem perigo de tombar a máquina. Depois vem o manual e termina, mas sobra bem pouco, viu? A maioria dos lugares a gente corta. Escora o elevador no transbordo e pega na mão de Deus, né?”. (operador da situação B).*

*“Tem terreno inclinado, mas eles não gostam de cortar em lugar inclinado pra não forçar a máquina mesmo”. (operador da situação C).*

Cabe observar que nesse tipo de terreno fica a critério dos operadores determinarem até que ponto é possível realizar o corte:

*“Corta até onde dá e o que não dá, para. A gente vai até onde o operador fala: ‘não, tá tranquilo’. Quando ele fala ‘não, aqui complicou, não dá mais, tá meio arriscado’ aí a gente deixa pro manual terminar crua mesmo porque não pode queimar, né?”. (encarregado da situação A).*

*“A gente colhe até o limite da máquina, passou do limite, não colhe mais. Até lugar muito torto, ela nem vira o elevador, não tem força pra puxar, aí você vê o limite da máquina, né? Se ver que não dá pra entrar, não entra. Só se o patrão mandar, mas aí é responsabilidade dele, né? Não minha mais”. (operador da situação A).*

Para a realização da colheita em declividade, os operadores durante as manobras sempre atentam-se para girar o elevador simultaneamente sempre posicionando-o contra a declividade.

*“O que segura o colhedeira em pé num lugar penso assim é o elevador lá atrás. Se você tiver num lugar penso e girar o elevador pro mesmo lado, ela tomba. Automaticamente a hora que eu vou virando pra manobrar, já vou acertando o elevador também... Não pode esquecer dele”.*

Já para a colheita em si, após as manobras os operadores posicionam o elevador encostando-o ao transbordo de modo a manter a máquina estável. Este posicionamento ocorre quando o transbordo fica em um nível abaixo da máquina, considerando a declividade.

*“Terreno muito inclinado, apoia no transbordo, principalmente jogando pra baixo. Jogando pra cima não porque o elevador equilibra ela. Só jogando pra baixo e apoia nele pra não tombar, né?”.*

Assim, durante a colheita em declividade a sincronia entre as duas máquinas tem que ser perfeita a fim de evitar tombamentos da máquina colhedora:

*“Os dois tem que trabalhar atento, não pode um parar, sempre atento. De repente a máquina para e o trator não para, tomba na hora! Tem que estar em sincronia”.*

Considerando a estabilidade das máquinas colhedoras estudadas, segundo os operadores da situação B, as máquinas John Deere 3522 por apresentarem estrutura mais larga, são consideradas mais estáveis para a colheita nas referidas condições:

*“Ela é um pouquinho mais pesada pra equilibrar, mas só que a lateral dela é mais larga, tem mais estabilidade, né? A 3520 é mais estreitinha. Então por um lado é bom que você tem mais estabilidade pra entrar em lugar torto, né?”.*

Por outro lado, as máquinas Case 8800 por apresentarem a suspensão no centro da máquina, foram consideradas mais instáveis pelos operadores da situação A:

*“Essa máquina pende muito porque a suspensão é no meio. Ela não tem estabilidade que nem se fosse na frente, né? A 7000 é na frente e pode entrar em lugar mais inclinado. Essa aqui [8800], em lugar torto, ela vai pendendo...”.*

*“Ah, não pode bobear muito com ela. Se for terreno muito inclinado mesmo, não pode entrar, ela nem obedece, você perde a direção, ela nem obedece”.*

- **Aspectos ambientais**

Com relação aos aspectos ambientais, os dois mais importantes a serem considerados compreendem o trabalho noturno e chuvas.

O principal problema da colheita durante a noite é a visibilidade limitada. Como explorado anteriormente, a identificação das linhas de cana quando deitadas ou quando duplas à noite é dificultada.

*“A visão pra colher à noite é outra. Não é a mesma coisa trabalhar de dia e de noite, mas eu gosto também”.*

*“A visão diminui, você enxerga pouco, só até onde o farol alcança, aí é mais cruel”.*

*“À noite, e numa cana [dupla e deitada] assim, perde muita rua, né?”*

Além disso, a visibilidade reduzida pode favorecer colisões:

*“O extrator secundário ali tá trincado, foi uma bordoadada com o transbordo. O cara deixa o elevador do lado, o transbordista vem e erra o cálculo. Isso acontece muito à noite, né?”.*

Com relação às chuvas, na verdade, a colheita nessas condições só ocorre se o terreno a ser colhido tiver planos de ser reformado.

*“Choveu, para. Aí lava a máquina, se tiver alguma coisa pra mexer, mexe. Aí espera passar a chuva, espera uns dois, três dias de sol, dependendo do terreno, pra voltar a colher. Se for na areia e tiver molhado, a máquina arranca tudo”.*

*“Se por exemplo, é o quinto corte e vai gradear e plantar outra, aí a gente colhe com chuva. Se não, não, porque estraga o terreno”.*

*“Fica liso. A gente anda, mas o trator não anda, patina”.*

#### **5.2.2.1.5. Outras tarefas**

Além da colheita, os operadores desempenham outras tarefas relacionadas com a limpeza das máquinas, manutenção corretiva e preventiva.

Com relação à limpeza, os operadores limpam a máquina diariamente ao final do turno para que o operador do turno seguinte possa dar início à operação e essa limpeza é feita no interior da cabine e nos vidros do lado externo.

*“Quando a gente chega, a gente pega a máquina e já vai trabalhar. Daí no final do turno a gente dá uma limpada nela pro outro que vai entrar. Então na hora do comboio, a gente dá uma geralzinha nela”. (operador da situação B).*

*“Sempre quando vai terminar o turno a gente limpa ela, limpa os vidros, joga uma água por fora”*. (operadora da situação A).

Além da limpeza ao final do turno, durante as pausas na colheita por quebras, abastecimentos, etc. os operadores podem realizar limpezas visando a manutenção da máquina:

*“Toda vez que o operador para, a gente aconselha: ‘a máquina parou, tem que vir aqui e limpar, limpar a esteira, deixar os rodantes limpos pra não comer’. Porque acumula bastante terra então se você trabalhar com terra presa aqui, ela vai comer a roda guia, vai comer a esteira, então você mantém sempre limpo. Tem gente que fala: ‘ah, mas vai limpar e vai sujar de novo’, mas se toda vez você descer limpar, a terra não vai prensar, não vai solidificar, né?”*. (mecânico da situação C).

*“A gente é obrigado a tá limpando sempre lá fora, limpando o elevador, fazendo a manutenção dela”*. (operador da situação B).

Com relação às manutenções corretivas e preventivas, na safra os operadores auxiliam os mecânicos no conserto de suas máquinas, da mesma forma que na entressafra, quando não são alocados em outras atividades diversas da usina como plantio, colheita de mudas, entre outras.

*“A gente ajuda nos consertos e aí aprende bastante coisa”*. (operador da situação C).

*“Até as mulheres ajudam no conserto, sobe, desce da máquina”*. (operadora da situação A).

*“Tem que ajudar a consertar. Tem uns que põe o pézinho no volante e não quer nem saber, né? Mas aqui não, aqui desce arrumar, se não descer, a gente pega uma cana e faz descer!”*. (operador da situação B).

Segundo os operadores, essas tarefas de manutenção e consertos são as que mais exigem fisicamente:

*“Pra gente, quando tudo tá rodando é melhor, menos dor de cabeça, né? E a gente fica lá dentro, confortável, ao invés de ficar no meio da terra arrumando”*.

### 5.2.2.2. Austrália

A descrição da operação no item anterior, que apresenta as ações para o início, durante e o final do corte, de forma geral, também é válida para operação de colheita nas situações D e E estudadas.

*“Quando a gente começa, a gente determina a altura de corte, corta um pouco, dá ré, olha, às vezes ajusta pra cima, pra baixo, tentando copiar o solo... Presta atenção no ruído, na pressão, na carga que tá saindo”.*

*“A gente monitora a pressão, a temperatura do óleo hidráulico, do motor, ajusta a velocidade do extrator se precisar...”.*

Da mesma forma, também existem variabilidades de tipo de solo, posição dos colmos, entre outros.

*“Tem diferentes tipos de solos aqui. Uns mais duros, outros macios, outros é uma mistura dos dois. (...) Também dependendo da cana ela pode ficar deitada”.*

As diferenças observadas que merecem destaque serão apresentadas a seguir.

- **Situação D**

Uma das diferenças refere-se à estratégia de colheita praticada pela equipe da situação D. Ao invés de colher uma linha imediatamente seguinte à outra, como observado em todas as situações no Brasil (como na figura 45 apresentada), a estratégia observada na situação D consiste em dar voltas em torno dos talhões, conforme a figura 47.

*“A gente acha melhor dar voltas, mas tem outros grupos que não fazem isso. Chegamos à conclusão de que é muito mais rápido, por isso que a gente faz assim”.*

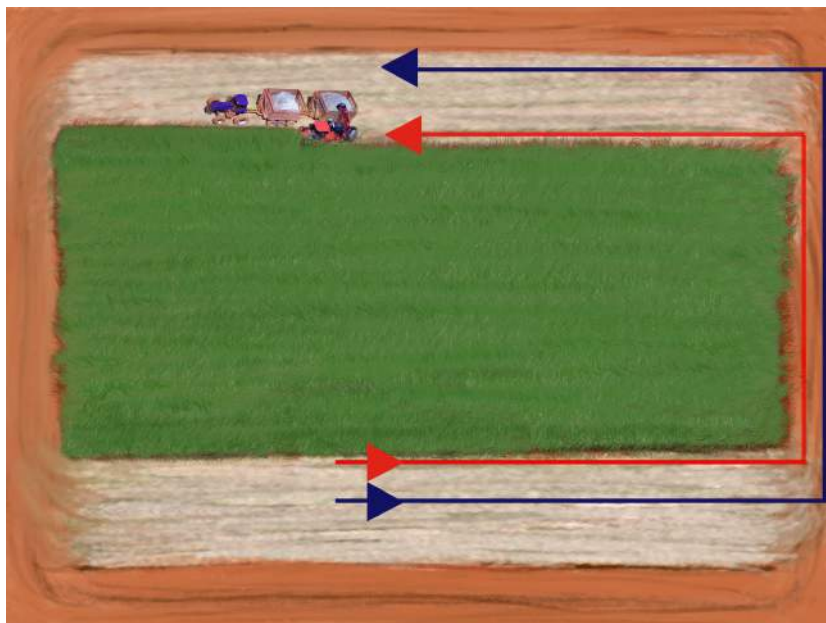


Figura 47. Estratégia de colheita em voltas na situação D (Fonte: elaborado pela autora).

Esta estratégia faz com que algumas operações não sejam necessárias ao final do corte da linha e são elas:

- Realização de manobras,
- Mudança no sentido de rotação do despontador,
- Giro do extrator primário e
- Giro do elevador<sup>3</sup>.

Dependendo do tamanho do talhão, para que a distância percorrida pelas máquinas para o corte da próxima linha não seja muito longa, os operadores dividem o talhão em eitos, colhendo as linhas do meio para abrir passagem:

*“Em um talhão muito grande, a gente abre um caminho no meio dele, dividindo em blocos daí a gente não precisa ir de uma ponta a outra do talhão. Você vai até o meio, colhe dando voltas, depois vai pra outra parte e colhe dando voltas”.*

<sup>3</sup> O giro do elevador é feito ao final do corte da linha até a posição neutra para evitar colisões e ao início da próxima linha, ele retorna à mesma posição para descarga.

Segundo o operador, esta estratégia além de permitir uma colheita mais rápida, economia de manobras e botões acionados, permite empurrar os colmos de cana deitados:

*“O principal motivo é porque é mais rápido. O segundo é porque você não tem que fazer todas essas manobras no final, nem girar extrator toda hora, por exemplo, você deixa de um lado só... Como a gente não tem que manobrar, economiza as esteiras, é bem mais fácil pra máquina. E mais importante, quando você dá voltas assim e a cana tá caída, você consegue empurrar para um lado... Indo assim, você sempre empurra a cana pra um lado só e é bem melhor. A gente tem feito isso nos últimos 2 anos e é bem melhor”.*

Outra diferença observada refere-se à comunicação entre operador e tratorista quando o transbordo completa a sua carga. Devido ao fato de que os transbordos apresentam células de carga, quando as 11 toneladas são atingidas, o tratorista avisa o operador via rádio. A colheita então é interrompida, o segundo trator assume o lugar enquanto o trator cheio desloca-se até a “julieta” para a descarga.

*“Tem células de carga em cada canto dos transbordos e quando atinge 11 toneladas, ele me fala pra parar”.*

As outras diferenças referem-se às condições de colheita: a colheita de cana queimada, apenas durante o dia e em terrenos sem declividade.

A queima prévia, como dito, é uma prática comum pelos produtores da região, devido à melhor qualidade de limpeza obtida. Para o operador, colher cana queimada facilita o trabalho:

*“Eu prefiro cana queimada. Você consegue ver onde você está indo, você não arranca cana com tanta frequência... É mais fácil. E você não usa tanto combustível quanto usa pra cana crua”.*

Como há apenas um turno de trabalho, não há colheita noturna, apenas no início do turno quando este começa antes do amanhecer:

*“A gente não colhe cana à noite. A única hora que a gente colhe no escuro é nas primeiras horas da manhã quando a gente inicia o turno às 4:30, mas fora isso, não”.*

Por fim, a região apresenta terrenos sem declividade e a colheita nessas situações é bastante incomum:

*“A maioria dos lugares é área bem plana. Tem alguns lugares um pouco inclinados e aí a gente equilibra com o elevador”.*

- **Situação E**

A estratégia de colheita praticada pela equipe da situação E também era diferente. Esta consistia de colher uma linha seguida da outra porém sem manobrar os tratores. Esta estratégia não muda as operações realizadas pelo operador da máquina colhedora, apenas modifica as operações do tratorista: no final da linha, o trator espera pela manobra da colhedora, aproxima-se da linha seguinte e continua a colheita de ré. A figura 48 abaixo exemplifica o processo.

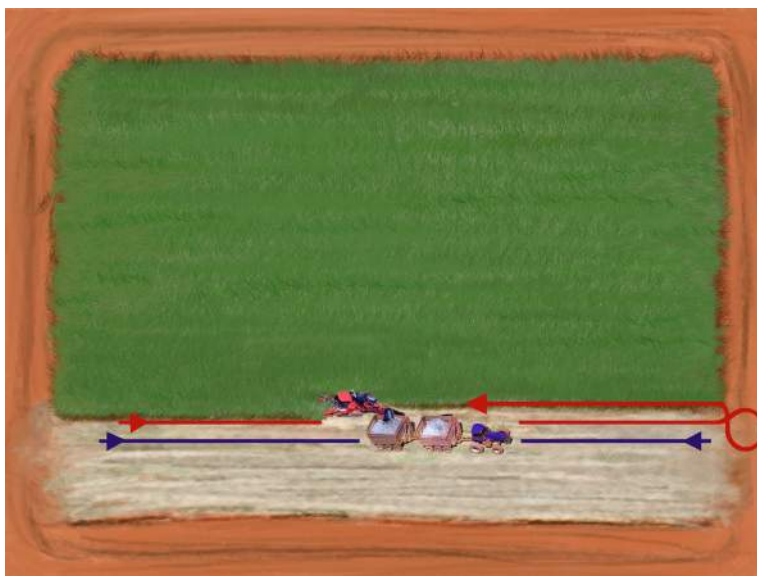


Figura 48. Estratégia de colheita com transbordo em ré na situação E (Fonte: elaborado pela autora).

*“A gente sempre corta assim, de frente e de ré porque leva menos tempo, o trator não tem que manobrar”.* (operador).

*“Você perde muito tempo manobrando cada linha. Desse jeito é bem mais rápido”.* (tratorista).



A fim de facilitar o deslocamento de ré, as rodas dianteiras dos tratores são retiradas, conforme a figura 49.



Figura 49. Tratores sem rodas dianteiras.

*“É mais fácil dar ré sem as rodas dianteiras. Quando você tem um trator e um trailer com rodas dianteiras, é muito difícil andar de ré. E quando você tira as rodas fica mais fácil”.*

*“É estável, mas você não pode separar o trator do transbordo sem estabilizar a frente. É engraçado de ver, mas em todo lugar nessa região é assim que eles fazem. Algumas áreas não gostam, mas a gente gosta”.*

A segunda diferença observada na situação E está relacionada com o número de tratores por colhedora: três. De acordo com a equipe, esse número é necessário, principalmente quando a área de corte está longe da área de enchimento, de modo que a máquina colhedora não precisa esperar por um trator livre.

*“É sempre três tratores. Se forem dois e você estiver longe das caçambas, a máquina tem que parar e esperar”.* (tratorista).

Esse número de tratores também permite a equipe a evitar parar a colhedora mesmo para a troca de tratores. Foi observado que ao final de linha, mesmo se o transbordo não estava completamente cheio, o trator seguinte ocupava o lugar.

*“Eu poderia encher mais mas daí eu estaria cheio no meio da linha e então nós teríamos que parar a máquina pro próximo trator se posicionar, então*

*demora mais. Assim é mais fácil, eu saio e o outro já entra sem fazer a máquina parar”. (tratorista).*

Intimamente relacionado com a preocupação em otimizar o tempo durante a colheita, está a forma de pagamento na situação E, a terceira diferença a ser ressaltada. Como a equipe não é paga por horas trabalhadas, os trabalhadores podem ir pra casa assim que a cota diária estabelecida é alcançada. Por esta razão, também não há horários de pausa para refeições.

*“Nós geralmente comemos durante a colheita, a maioria das vezes. Fazemos isso porque não somos pagos por hora aqui, somos pagos por tonelada, então o quanto antes terminamos, o quanto antes vamos pra casa. Enquanto que no Brasil e outros lugares, eles tem turnos e são pagos por hora, então você para pro almoço, pra fumar... Mas aqui nós temos que encher aquelas caçambas, então nós enchemos ou então se eles continuam mandando mais caçambas, nós vamos até a colhedora precisar de combustível, então paramos, abastecemos, fazemos o que precisa e então voltamos ao trabalho de novo”.*

As outras duas diferenças estão relacionadas com as condições de colheita: da mesma forma que a situação D, a colheita na situação E ocorre durante o dia em áreas planas.

*“Nós fomos pro Brasil três anos atrás e o principal problema que vimos pra colheita mecanizada foi a geografia, os lugares inclinados e as curvas de nível, esse é o maior problema. (...) Aqui é plano, tudo plano, longo, podemos seguir... Foi feita uma média pra safra inteira de 85-90 toneladas por hora. (...) Nós fazemos aqui 800 a 900 toneladas por dia com um turno e lá, eles levam 24 horas pra fazer o mesmo”.*

#### **5.2.2.2.1. Outras tarefas**

Nas situações estudadas, os próprios operadores realizam a manutenção das máquinas, não havendo portanto mecânicos exclusivamente dedicados para esta tarefa.

*“Eu mesmo cuido da manutenção, eu sou o mecânico”.*

Segundo o operador, a maior parte dos problemas e quebras que surgem são consertados pela própria equipe. No caso de problemas hidráulicos e elétricos, eles recorrem a ajuda especializada.

*“Se a máquina quebra, eu saio e tento consertar. Os tratoristas me ajudam também. E aí eu vejo o que é, 9 em cada 10 vezes é só problema de mangueira. Consigo consertar a maioria. Se tem alguma coisa que não consigo fazer, como parte elétrica, hidráulica, aí a gente chama alguém especializado pra consertar”.*

Para resolver os problemas, os operadores dos diferentes grupos também conversam entre si, como mostra a fala do operador da situação D:

*“Depois de operar a máquina por tanto tempo, você conhece bem a máquina. O mecânico pode até saber consertar mas ele não conhece a máquina. Então todos os operadores daqui do vale conhecem a máquina e sabem o que tem de errado. A gente conversa um com o outro. Se eles tem um problema que eu já tive aqui, eu falo o que pode ser feito...”.*

Da mesma forma, durante a entressafra, os operadores são os responsáveis por realizar a manutenção das máquinas.

Na situação D, uma vez que apenas os operadores de máquinas colhedoras permanecem nos grupos durante a entressafra, eles se reúnem para fazer a manutenção. Cabe ressaltar que esta manutenção na entressafra consiste apenas na limpeza da máquina, na inspeção e conserto de problemas pontuais:

*“Depois que termina a safra, a gente leva a máquina de volta, lava ela, e quando você lava, você consegue ver o que tá acontecendo, como está, se tem alguma quebra, alguma coisa que precisa ser consertada, aí a gente começa a manutenção. (...) Se tem alguma coisa desgastada, começando a desgastar, a gente substitui, faz outra...”.*

Já na situação E, como o operador é o dono da máquina, ele também realiza a sua manutenção, bem como a manutenção dos seus tratores:

*“Eu faço a manutenção dos equipamentos (máquina e os tratores) durante os 6 meses de entressafra. Então fico ocupado o ano todo”.*

Segundo o operador, na entressafra são realizadas as grandes manutenções a fim de evitar problemas e quebras durante a safra:

*“Nós tiramos todas as partes e depois montamos de novo. Na entressafra, nós fazemos tudo pra fazer o mínimo possível durante a safra. Eu sei de casos no Brasil que eles tem máquinas extras pra usar quando eles precisam, mas aqui não”.*

### **5.3. Máquinas estudadas**

A seguir, são apresentadas os resultados dos questionários de avaliação das máquinas aplicados com os trabalhadores das situações estudadas. No Brasil, estes trabalhadores compreendem operadores e mecânicos, e na Austrália, apenas os operadores.

#### **5.3.1. Brasil**

##### **5.3.1.1. Avaliação dos operadores**

###### ***Case 8800***

Foram entrevistados e acompanhados seis operadores na operação da máquina Case 8800 na situação A. Os resultados da avaliação destes operadores encontram-se na tabela 9.

Pode-se observar que as características de acesso, espaço interno, conforto térmico, disposição de controles e visores tiveram boas avaliações por parte dos operadores.

Segundo os operadores, o acesso à cabine da máquina está satisfatório, principalmente quando comparado ao modelo 7700, operado por eles anteriormente:

*“As máquinas novas tem essa escada a mais, né? (figura 50) A outra não tinha, então melhorou. Com esse degrau ficou mais fácil, principalmente pra mulher, né?”.*

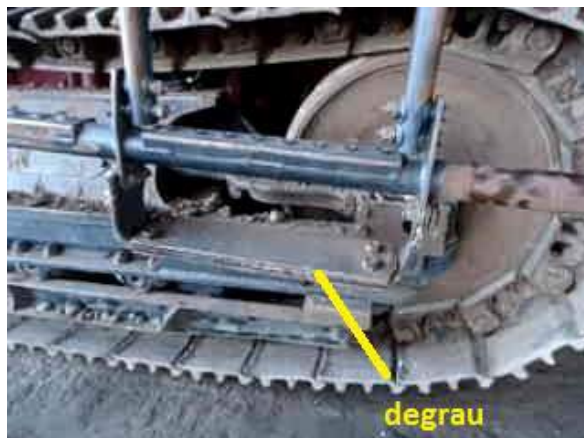


Figura 50. Degrau adicional das máquinas 8800.

Tabela 9. Avaliação dos operadores de máquinas Case 8800.

Características	Avaliação				
	Muito bom	bom	regular	ruim	Muito ruim
Acesso à cabine		6			
Espaço interno	3	3			
Visibilidade corte	1	4	1		
Visibilidade posterior		3	1	2	
Conforto assento	1	4	1		
Conforto acústico		5	1		
Conforto térmico	1	5			
Disposição controles	1	5			
Disposição visores	1	5			

O espaço interno da cabine e o conforto térmico também foram bem avaliados:

*“É bem grande, muito espaçosa. Dá pra dormir dentro!”.*

*“O ar condicionado dela é muito bom”.*

Da mesma forma, a disposição dos controles e visores obtiveram boas avaliações. Segundo os operadores, os botões de uso mais frequente estão em fácil alcance e a tela com as informações de trabalho apresenta tamanho e localização satisfatórios:

*“Você fica numa posição que você controla tudo. Os botões mais frequentes estão todos eles aqui na mão. Só a biruta [extrator primário], que fica um pouco afastada pra virar ela, né? Mas você usa só na hora de manobrar a máquina”.*

*“(...) Melhorou mais. A outra 8800 que eu trabalhei era a telinha pequena, essa é maior. Tudo no touch screen. Quando embucha ela apita, quando baixa óleo ela acusa nível baixo, tudo. Ela tem uma buziniha, né? Quando acontece algum problema ela apita aí você olha e já vê o diagnóstico. Já a 7700 era tudo no relógio”.*

No que tange a visibilidade da altura do corte, um dos operadores qualificou esse aspecto como “regular” devido à grade de proteção existente na frente do para-brisa dessa máquina, conforme a figura 51.



Figura 51. Grade das máquinas 8800.

*“A grade atrapalha. Não sei o que se pode fazer... Mas sem ela a cana quebrava o limpador de para-brisa. Na 7700 ela era mais baixa, aí aumentaram e atrapalha a visibilidade... Fica ruim, bem na frente ali”.*

Além disso, durante a colheita, palhas de cana acabam ficando presas à grade (figura 52).



Figura 52. Grade das máquinas 8800 retendo palha.

*“A grade segura tudo essa palha aí ó, piora pra ver. E depois tem que descer tirar”.*

Entretanto, para outros operadores, a grade não representa um problema, inclusive é uma proteção:

*“Pra mim, essa grade não atrapalha, você acostumou, pronto”.*

*“Eu acho até boa, porque como você vai limpar o vidro do lado de fora, você tem segurança nela... Então pra mim tá bom”.*

As qualificações “regular” e “ruim” com relação à visibilidade da parte posterior estão relacionadas principalmente com o fato de que o modelo 8800 tem o radiador mais proeminente em um lado do que no outro, o que de dentro da cabine, bloqueia a visão posterior do lado direito do operador (figura 53). Isso representa um problema principalmente na colheita durante à noite.

*“Do lado direito, se você girar a biruta [extrator primário] você não vê ela à noite. Do lado esquerdo você vê mais ou menos. Agora do direito não, você só vê a pontinha dela, e ela sendo preta, no escuro, você quase não vê. A outra era branca, né? Mas não é pela cor, é porque esse radiador tá mais pro lado direito do que pro esquerdo da máquina, então ele tapa mais de um lado. (...) De dia você vê, mas de noite, você tem que ficar procurando. Inclusive a gente colocou um farolzinho desse lado, daí a hora que você vai virar, clareia e dá pra ver um pouco ela”.*



Figura 53. Posição do radiador.

Além disso, um dos operadores mencionou a diminuição no tamanho dos retrovisores em relação ao modelo anterior, 7700:

*“Esse retrovisor é pior que da 7700. Aquele era mais largo um pouco e esse é estreitinho, eu não gostei dele”.*

Com relação ao conforto do assento, um dos operadores qualificou como “regular” e isso foi atribuído às dimensões do encosto (tanto em termos de largura quanto de altura), bem como à atenuação da vibração.

*“O banco é um banco muito curtinho e pouco aqui no ombro. Teria que ser um banco pra você encostar nele... Se você encostar nesse aqui, você encosta no vidro. A 7700 tem um banco alto, um encosto alto e esse aqui não. Ele é estreito e também podia ser mais largo”.*

*“Tem uma suspensão no banco, sabe? Mas tinha que ter uma na cabine também”.*

Por outro lado, para outra operadora o assento está satisfatório:

*“Você regula o banco na altura que você quer, o encosto... Dá pra trabalhar as 8 horas tranquilo”.*

*“Tem um boiãozinho que você regula o peso seu. Amortece bem a vibração”.*



Já com relação ao conforto acústico, segundo um dos operadores, é um aspecto que poderia ser melhorado, pois ainda existe ruído dentro da cabine. Para outro operador, esse aspecto não representa problema:

*“É bem silenciosa. Não uso protetor. Eu ligo o rádio lá e ouço musiquinha tranquilo. A 7700 tem mais ruído”.*

### ***John Deere 3520***

Como dito, foram entrevistados e acompanhados três operadores na operação da máquina John Deere na situação C e os resultados dos questionários de avaliação da máquina 3520 são apresentados na tabela 10.

De acordo com a tabela, pode-se observar que a maioria das características tiveram boas avaliações por parte dos operadores. Questões de acesso, espaço interno, e visibilidade do corte tiveram qualificações “bom” e “muito bom”:

*“O acesso é bom. Até porque é uma coisa que eu acho que não tem como mexer mais”.*

*“O espaço é campeão! Dá até pra dormir!”.*

*“A visibilidade é excelente. Porque ela é mais alta e o pára-brisa dela proporciona mais visão...”.*

O conforto do assento, conforto térmico e disposição de controles e visores também foram bem-avaliados. Com relação ao assento, um dos operadores relatou:

*“É muito bom! Eu fui motorista de caminhão também e se você pegar um caminhão moderno é a mesma coisa da máquina: tem regulagem de ar, tudo, bem confortável o assento dela. (...) Tem gente que reclama da vibração, né? Mas isso é porque se você pegar um operador pequeno, ele vai ter inflar só um pouquinho pros pés alcançar o pedal, então a hora que der um soco ele vai bater seco mesmo. Mas se você trabalhar com ele na altura certa, ele tira bastante o soco”.*

Tabela 10. Avaliação dos operadores de máquinas John Deere 3520

Características	Avaliação				
	Muito bom	bom	regular	ruim	Muito ruim
Acesso à cabine		3			
Espaço interno	1	2			
Visibilidade corte	1	2			
Visibilidade posterior		2	1		
Conforto assento	1	2			
Conforto acústico		1	2		
Conforto térmico		3			
Disposição controles		3			
Disposição visores		3			

Com relação ao conforto térmico, segundo um dos operadores existem várias saídas de ar e vários filtros:

*“Ela tem saí de ar por tudo quanto é lado. (...) Ela tem 3 filtros de ar e é aconselhado limpar diariamente”.*

E com relação à disposição dos controles, diversos ajustes agora são realizados na tela, o que segundo os operadores é bom, principalmente quando comparado ao modelo anterior 3510:

*“Comparando com a 3510 melhorou. Até a parte operacional, pra gente operar melhorou porque agora tem aquela tela igual de celular touch, melhorou muito! É melhor que botão”.*

*“Agora tem bastante botão que tinha ali que saiu dali e foi pra tela, né? Então ficou bem mais fácil pr você mexer. Você tem que ter um poquinho mais de ciência pra você mexer, né? Você tem que abrir os menus dela, você tem que*

*mexer certo. Não é igual botão que tava ali e já mexia nele. Mas ficou bem mais fácil pra você regular”.*

*“Regula bastante coisa na tela. E os botão que a gente usa mais tá na mão, fácil”.*

Da mesma forma, a disposição dos visores foram bem avaliadas:

*“Essa não tem mais os relógios. É tudo na tela, é melhor. E ela tem regulagem, vira, você coloca onde quer”.*

As duas características que obtiveram pelo menos uma avaliação “regular” foram a visibilidade posterior e o conforto acústico.

Segundo um dos operadores, a visibilidade da parte posterior da máquina é um item que poderia ser melhorado. Já com relação ao conforto acústico, dois operadores relataram isolamento de ruído insatisfatório, e um deles atribuiu o problema à trava da janela da cabine (figura 54):



Figura 54. Trava da janela da cabine John Deere 3520

*“Podia melhorar, porque tem ruído lá dentro. Tinha que melhorar pra não precisar usar protetor, porque eu uso”.*

*“O único problema dela é a janela do lado de cá. Tem a porta de um lado e a janela de outro. O problema é essa janela. O sistema de fecho dela eu acho que tinha que melhorar. Porque é uma alavanca, que só encosta e conforme vai trabalhando, as vibradinhas gasta aquilo, porque é de plástico. Então*

*tinha que ser alguma coisa que prendesse e não deixasse mexer. (...) Quando ela é nova não, mas conforme você vai trabalhando, chega um certo tempo, ela não veda mais o que tinha que vedar, aí entra um pouco de ruído. (...) Por causa dessa fechadura que dá problema, a cabine não consegue pressurizar mais porque ar entra pelas frestas da janela”.*

### **John Deere 3522**

As avaliações dos três operadores da máquina John Deere 3522 acompanhados na situação B encontram-se sumarizadas na tabela 11.

Pode-se observar que as características de: acesso, espaço interno, visibilidade do corte, conforto térmico e disposição controles receberam boas avaliações por parte dos operadores. Os comentários são semelhantes aos descritos anteriormente na 3520, já que trata-se basicamente da mesma máquina.

Tabela 11. Avaliação dos operadores de máquinas John Deere 3522

Características	Avaliação				
	Muito bom	bom	regular	ruim	Muito ruim
Acesso à cabine		3			
Espaço interno	1	2			
Visibilidade corte		3			
Visibilidade posterior		2	1		
Conforto assento	1	1	1		
Conforto acústico		1	2		
Conforto térmico	1	2			
Disposição controles	1	2			
Disposição visores	1	1	1		

Entretanto, características como: visibilidade posterior, assento, conforto acústico e disposição dos visores tiveram pelo menos uma avaliação “regular”.

Com relação à visibilidade posterior, a qualificação regular de um dos operadores foi atribuída à falta de iluminação posterior:

*“A visibilidade de dia é bom, de noite que é ruim, porque não tem farol pra trás, né? Só tem dos lados por causa do elevador e pra trás você tem que jogar o elevador pra ir clareando pra você afastar. Porque tem do elevador e dos lados pra clarear o elevador, mas pra trás não. (...) Na outra usina que eu trabalhava colocaram farol junto com a ré, então engatava a ré, ela acendia o farol”.*

No que concerne o conforto do assento, para um dos operadores, este não apresentava atenuação da vibração satisfatória, embora tenha sido bem-avaliado pelos outros:

*“O assento é bom! Tem 5, 6 maneiras de você tá regulando ele... Ele sobe, desce, vai pra frente, pro lado...”.*

*“Tripida muito. Quando ela vem nova não, mas depois que vai dando desgaste, tripida muito”.*

Com relação ao conforto acústico, dois operadores qualificaram como “regular” devido ao isolamento insatisfatório, como descrito na 3520:

*“Eu acho que tem um ruído grande aqui”.*

*“Isola mais ou menos, né? Você ouve bastante barulho de fora”.*

Por fim, a qualificação “regular” da disposição dos visores por parte de um dos operadores foi relacionada à comparação com a Case 8800, operada anteriormente por ele:

*“Que nem, o da Case é melhor porque é só um visor e é tudo ali, é bem melhor”.*

### 5.3.1.2. Avaliação dos mecânicos

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos através da aplicação dos questionários com os mecânicos responsáveis pela manutenção das máquinas em cada uma das situações estudadas.

- A escolha da compra das máquinas

Segundo os mecânicos da situação A, a escolha da compra das máquinas Case 8800 já vem de uma prática comum da usina desde o início do corte mecanizado na empresa, conforme a fala de um dos mecânicos:

*“A usina aqui sempre preferiu Case. Na outra unidade tem John Deere. O dono veio conservar com a gente na oficina, veio perguntar. Nós aqui prefere Case, né? Mas a gente nunca trabalhou com outra”.*

Na situação B, por sua vez, os dois principais determinantes para a escolha das máquinas 3522 foram: o fato de ter que ser para duas linhas de cana (conforme a prática de plantio da usina) bem como a questão da manutenção:

*“Ela é bem mais cara, uns 900 mil. Foi escolhida por causa da manutenção dela. Você pode até pegar um produto que tem menos custo pra comprar, mas se vai gerar mais custo depois... na época que é pra você tá trabalhando, você tá mexendo nela? E também quando foi comprado, a Case não tinha 2 linhas”.*

Já na situação C, a escolha da compra das máquinas John Deere 3520 levou em conta a opinião dos mecânicos e operadores, conforme explica o mecânico entrevistado:

*“A usina quis que o fornecedor comprasse as máquinas. Ela obriga a comprar, porque ela não quer ter problema com máquina, (...) ela quer dar o dinheiro e pegar colhida e pronto. Então ela que obrigou a comprar, agora já de ser a 3520 foi proposta nossa. O patrão falou assim: ‘qual máquina que é melhor pra trabalhar que você quer?’ e eu falei: ‘olha, se você quer trabalhar, compra John Deere, se você quer rendimento bom e quebra um pouquinho mais, compra Case’. Porque a Case é melhor pra colher! Não tem igual! Não existe máquina pra colher cana igual a Case, só que ela quebra*

*mais (...) e pra fornecedor o que ele quer? Produção! E não gasto com quebras”.*

- Opinião sobre as máquinas com as quais já trabalhou

Os mecânicos entrevistados na situação A apenas trabalharam com máquinas Case (linhas 7000 e 8000), dessa forma, não puderam discutir esse ponto com propriedade:

*“A gente queria deixar uma John Deere da outra unidade pra trabalhar junto aqui pra comparar, né? O rendimento de uma pra outra, a manutenção... Mas ele [um dos donos da usina] não quis porque ‘depois mistura peça’ ele falou. Mas uma é vermelha, outra é verde, então...”.*

Já o mecânico da situação B, conforme mostrado na tabela 6, tem experiência com diversas máquinas (Engeagro, Case, John Deere, Santal) e segundo ele, os problemas variam de acordo com cada máquina:

*“Tem máquina que dá problema de parte hidráulica, parte elétrica, tem outras que dá problema de chassis, então depende da máquina. A Case por exemplo, dava problema com o chassis dela. A estrutura dela é acoplada com o tanque hidráulico então trinca muito, tem que ficar soldando. A John Deere é mais mecânica, manutenção básica de mangueira, vazamentos, etc. mas mais preventiva. Engeagro foi o princípio de tudo, né? É a mãe de todas elas, em cima dela que foi feito melhorias e chegou no que tá hoje, né?”.*

O mecânico da situação C também compartilhou da mesma opinião:

*“Máquina uma é diferente da outra. Uma é melhor pra colher, a outra não dá tanta quebra... Eu achava a Case a melhor máquina pra colher, não sei se é o sistema de rolos, alimentação, mas pra colher, fazer o serviço, ela faz melhor que as outras. Só que tem a quebra e a manutenção”.*

- Opinião sobre as máquinas com que trabalham atualmente

No que tange às máquinas com as quais trabalhavam no momento da pesquisa, todos os mecânicos entrevistados disseram gostar e estar satisfeitos com as máquinas, entretanto, cada um deles apontou problemas que ainda precisam ser melhorados e que serão apresentados no item 5.5.

- Percepção sobre as modificações realizadas pelas fabricantes

Quando questionados sobre as percepções acerca da evolução do projeto das máquinas ao longo do tempo e se as fabricantes incorporaram as modificações, os mecânicos relataram perceber algumas modificações antes praticadas incorporadas nas máquinas de gerações seguintes:

*“Reforço do chassis deles [John Deere] onde trincava, onde dava muita quebra, a gente foi reforçando no dia-a-dia, na reforma, daí eles iam lá, tiravam foto e levava pra fábrica aí o pessoal da engenharia via se realmente era necessário aquele reforço ali, se a chapa que a gente colocou não era muito, ou era menos, pra poder reforçar naquele lugar. E as máquinas que foram vindo daquele tempo pra cá, já vieram reforçada, modificada”.* (mecânico da situação B).

*“Tem bastante coisa que a fábrica faz que a gente não precisa fazer mais, só que tem coisa que eles pecam ainda”.* (mecânico da situação C).

Eles relataram ainda que as modificações realizadas continuamente são acompanhadas pelos representantes das fabricantes:

*“O pessoal da Case tá sempre aqui acompanhando, viu? Eles sempre acompanham alguma coisa que a gente modifica na máquina pra melhorar, eles sempre acompanham”.* (mecânico da situação A).

*“Bastante coisa eles vão pegando do que a gente vai bolando no campo”.* (encarregado da situação A).

*“O pessoal da John Deere vem ver as modificações que fazemos. Vem, tira foto e manda até pra fábrica se precisar. (...) Então na verdade, o campo é o laboratório deles, né? Eles vem aqui ver o dia-a-dia nosso pra depois lá na frente mudar. (...) Tem bastante reforço que foi feito, que deu resultado, eles tiram foto e levam pra engenharia deles lá”.* (mecânico da situação B).

*“Eles vem ver as máquinas, vieram esses dias mesmo”* (mecânico da situação C).



## 5.3.2. Austrália

### 5.3.2.1. Avaliação dos operadores

#### *John Deere 3510*

Um operador foi entrevistado e acompanhado durante a operação da máquina 3510 da situação D. Os resultados da avaliação deste operador encontram-se na tabela 12.

Todas as características foram bem avaliadas pelo operador, exceto o conforto acústico, devido à ineficiência no isolamento do ruído:

*“Essa máquina é bem barulhenta. É uma máquina mais velha”.*

Tabela 12. Avaliação do operador da máquina John Deere 3510.

Características	Avaliação				
	Muito bom	bom	regular	ruim	Muito ruim
Acesso à cabine		1			
Espaço interno	1				
Visibilidade corte		1			
Visibilidade posterior		1			
Conforto assento		1			
Conforto acústico			1		
Conforto térmico		1			
Disposição controles		1			
Disposição visores		1			

### ***Cameco CH 2500***

Da mesma forma, um operador foi entrevistado e acompanhado durante a operação da Cameco CH 2500 na situação E. Os resultados dessa avaliação são sumarizados na tabela 13.

As características como visibilidade do corte, visibilidade da parte posterior, conforto do assento, conforto térmico e layout de controles e visores foram bem avaliados pelo operador.

Entretanto, é importante salientar que a visibilidade do corte recebeu uma boa avaliação devido à modificação feita previamente pela equipe de elevar a cabine de controle:

*“Tá bom agora que a cabine tá elevada”.*

O acesso à cabine e o espaço interno foram avaliados como “regular”. De acordo com o operador, a porta da máquina abre no sentido oposto, a máquina não tem uma plataforma ao redor da cabine e é mais complicado de subir nela:

*“As John Deere novas tem só uma porta, que nem essa, mas abre diferente. E elas tem uma plataforma lá fora... Essa é um pouco difícil de subir”.*

Tabela 13. Avaliação do operador da máquina Cameco CH2500.

<b>Características</b>	<b>Avaliação</b>				
	<b>Muito bom</b>	<b>bom</b>	<b>regular</b>	<b>ruim</b>	<b>Muito ruim</b>
<b>Acesso à cabine</b>			1		
<b>Espaço interno</b>			1		
<b>Visibilidade corte</b>		1			
<b>Visibilidade posterior</b>		1			
<b>Conforto assento</b>		1			
<b>Conforto acústico</b>				1	
<b>Conforto térmico</b>		1			
<b>Disposição controles</b>		1			
<b>Disposição visores</b>		1			

Com relação ao espaço interno, o operador afirmou que este é bom embora comporte apenas uma pessoa:

*“Pra uma pessoa está bom. As novas são maiores”.*

O conforto acústico foi a única característica avaliada como “ruim” e como a situação anteriormente descrita, isto é devido ao isolamento acústico ineficiente:

*“É bem barulhenta. Elas poderiam ser mais silenciosas, mas até as novas são um pouco barulhentas”.*

#### **5.4. Modificações no artefato**

Nesta sessão são apresentadas as modificações realizadas no artefato. Primeiramente, as modificações feitas no Brasil são elencadas e em seguida, as modificações nas máquinas das situações da Austrália. No caso do Brasil, ainda é descrito o processo de elaboração das modificações feitas pela equipe de trabalho (operadores e mecânicos).

A partir dos resultados obtidos, as modificações realizadas nas máquinas colhedoras puderam ser divididas em três categorias:

- Estruturais,
- Funcionais e
- Operacionais.

As mudanças estruturais são aquelas relacionadas com os reforços na estrutura de determinadas partes da máquina. As funcionais compreendem as modificações que consistem de melhorias no projeto das máquinas propriamente dito. As operacionais também estão relacionadas com melhorias no projeto, porém visando especificamente a operação.

### 5.4.1. Brasil

#### *Modificações estruturais*

As modificações estruturais, como dito, consistem de reforços ou até substituições de determinadas partes da máquina visando melhorar sua estrutura.

Algumas dessas modificações são realizadas na máquina recém-adquirida e outras, somente após o término da garantia dada pela fabricante. A garantia, cujo período em horas trabalhadas varia de acordo com cada fabricante, restringe as modificações que a equipe pode fazer, entretanto algumas delas são permitidas. Assim, quando a máquina é adquirida, ela é primeiramente submetida à essas modificações para então ser colocada em campo.

*“A gente não pode tá fazendo mudança na máquina nova por causa dos termos da garantia, né? Então a gente deixa rolar, desenvolver uma safra aí, depois que passa as tantas mil horas de garantia que eles dão, aí a gente pode tá mexendo”.*

*“Mas quando ela vem original ela não vai direto pro campo, a gente prepara ela primeiro. Algumas coisas eles deixam mexer”.*

As modificações estruturais realizadas na máquina após sua aquisição pela usina/empresa/fornecedor são as soldagem das partes que sofrem desgaste com eletrodo revestido, procedimento chamado pelas equipes de “enchimento”. As partes que sofrem esse processo são: divisores de linha, rolos levantador e transportadores, rolos picadores e corte de base.

- o Divisores de linha

Os divisores de linha, as saias flutuantes e as sapatas (figura 55) são revestidos com solda para aumentar a espessura e, portanto, sua resistência durante o uso da máquina.

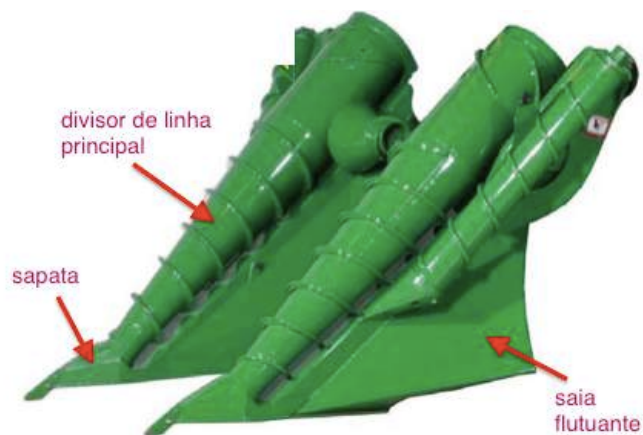


Figura 55. Divisores de linha.

A figura 56 abaixo mostra os revestimentos de solda realizados no divisores de linha principais da 3520 (A) e da 3522 (B).

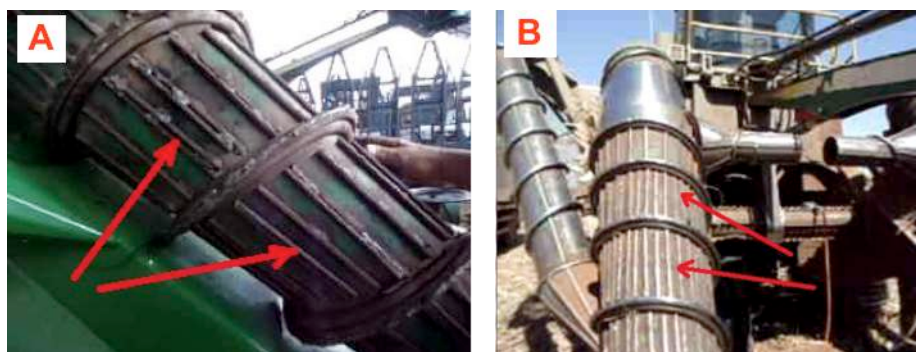


Figura 56. Revestimento nos divisores de linha John Deere.

*“Aqui nos pirulitos [divisores] ele vem liso, o original dele é liso. Então a gente reveste porque se não, come tudo. Soldamos esse cordão aqui que é pra não gastar. Com eletrodo duro ele aguenta a safra. Aí na parada [entressafra], a gente enche de novo”.*

Nas duas situações estudadas, os divisores laterais das máquinas John Deere não eram revestidos (figura 57).



Figura 57. Divisores laterais

*“Esses a gente não mexe. Ele não gasta muito e outra: esse é barato. O principal custa 9 mil reais. Esse você compra por 1 mil... Além disso, é fácil de fazer esse. Ele é um cano, você faz, você pega um cano dessa mesma grossura, deita uma barra de ferro e põe aí no lugar. Agora aquele é cônico, você não consegue fazer, tem que comprar”.*

O mesmo procedimento é realizado nos divisores da Case 8800, porém em todos eles (figura 58).



Figura 58. Revestimento nos divisores de linha Case 8800.

*“É pra não dar desgaste nos pirulitos. Se não encher de solda, fura e aí tem que trocar a peça”.*

Com relação às saias flutuantes, elas são revestidas com solda (figura 59) por dentro (A) e por fora (B), conforme verificado na 8800.

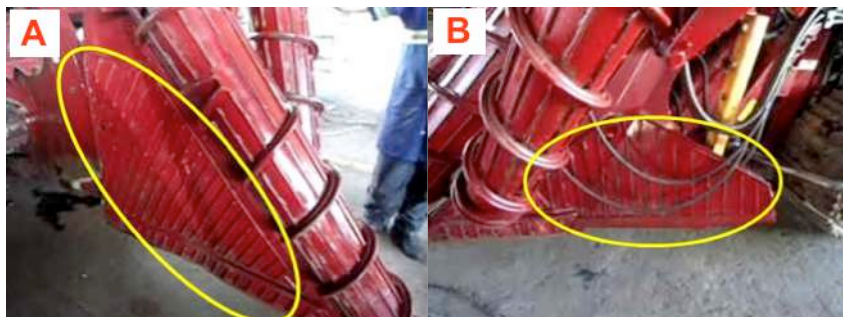


Figura 59. Revestimento da saia flutuante Case 8800.

A figura 60 mostra a solda da saia flutuante realizada em uma das 3520 estudada.



Figura 60. Revestimento da saia flutuante John Deere 3520.

Com relação ao revestimento das sapatas dos divisores de linha, este é realizado na parte superior (figura 61A) e também inferior (figura 61B), conforme observado na 3520.



Figura 61. Revestimento das sapatas John Deere 3520.

*“A sapata também vem lisa, a gente que enche. E embaixo também é enchido pra não gastar, se não, não aguenta a safra, porque embaixo vai raspando no solo direto”.*

O mesmo procedimento foi verificado na sapata da 8800, que tem conformação diferente da John Deere (figura 62).



Figura 62. Revestimento da sapata Case 8800.

*“A gente chama de tatuzinho, chapéu de bruxa. Tem que reforçar pra não dar desgaste e também porque ajuda a puxar cana. Se não colocar essa solda, em um mês de trabalho, ela fica fina que nem papel!”.*

#### o Rolos levantador e transportadores

Os rolos levantador e transportadores são revestidos com cordões de solda ao longo dos seus segmentos (figura 63).



Figura 63. Revestimento dos rolos transportadores



*“Tem que encher todos os rolos. Porque eles vem com uma solda mínima! Aí a gente reforça a solda com eletrodo duro pra não gastar, se não tem que trocar os rolos”.*

Este procedimento visa principalmente o aumento da durabilidade, mas também a eficiência dos rolos, conforme relatado por um dos mecânicos:

*“Aqui tem 1mm. Se a gente aumentar ele pra 1,5mm ou 2mm, tem mais pega e não dá desgaste, né?”.*

#### o Rolos picadores

Os reforços nos rolos picadores são os mesmos realizados nos rolos anteriormente mencionados: um cordão de solda é inserido sobre os segmentos dos dois rolos picadores onde são inseridas as facas (figura 64).



Figura 64. Revestimento dos rolos picadores

*“A gente também enche com eletrodo duro pra não gastar, porque se não, gasta e fica complicado pra trocar”.*

Além dos reforços, a equipe de manutenção pode optar também por substituir as borrachas lançadoras por outras de espessura maior (figura 65).



Figura 65. Borrachas lançadoras substituídas.

*“A hora que o facão pica, essa borracha joga a cana pra frente pra ela cair dentro do bojo. Só que ela também não aguenta muito, aí a gente pega outra borracha com mais lonagem. Porque a que vem não aguenta nada! Trabalha 20 dias, 1 mês e já era. Pode ver, ela só tem 3 tramas e a que a gente tem aqui tem 6 tramas”.*

o Corte de base

O reforço no corte de base é feito nos discos de corte, especialmente na parte chamada “pé de galinha” evidenciada na figura 66. São quatro “pés de galinha” acoplados à “canela” de cada corte de base.

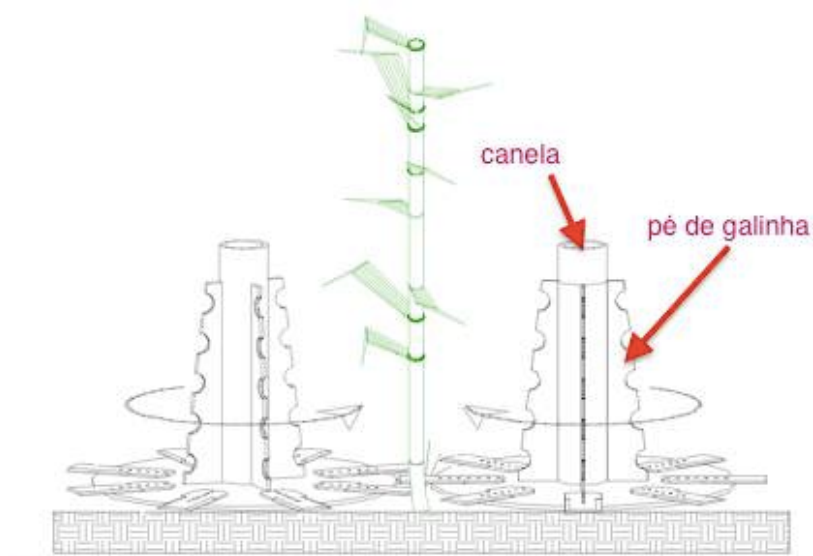


Figura 66. Corte de base (Fonte: adaptado de BRAUNBECK e MAGALHÃES, 2002).

Os “pés de galinha” direcionam os colmos de cana para dentro da máquina e são revestidos com solda ou até mesmo trocados por outros maiores e mais espessos. A figura 67 mostra o pé de galinha com eletrodo revestido e a figura 68, o pé galinha fabricado inteiramente pela equipe de manutenção.



Figura 67. Corte de base - "pé de galinha" revestido.

*“O pé de galinha serve pra puxar a cana. Ele vem com a original da máquina, mas vem com chapa mais fina, não vem com revestimento. Aí a gente enche de solda pra não gastar, né? Se não, com a terra, em uma semana você tem que tirar e jogar fora. (...) Então a gente faz isso, vai pra campo e aí só faz manutenção se quebrar”.*



Figura 68. Corte de base - "pé de galinha" fabricado.

*“Nós fizemos esse aqui e agora vamos encher com eletrodo duro pra não gastar. (...) Foi tudo feito aqui, tudo adaptação nossa. (...) O pé de galinha*

*você faz no sistema seu. Você corta as barras de ferro e faz. A gente tirou tudo que era original e colocou chapa mais reforçada, mais grossa e mudamos as furação”.*

Essas modificações no “pé de galinha” são essenciais para uma colheita eficiente, conforme evidenciado na fala de um mecânico:

*“Com o pé de galinha maior a máquina engole mais cana e gasta menos. (...) Porque se não, ele gasta e começa a embuchar muito então você coloca mais grosso e maior e acabou o problema. É que nem aquela história de você comer macarrão de colher, né? Você tenta enrolar e não consegue. É a mesma coisa da máquina, se a canela dela tiver lisa, ela começa a não pegar a cana”.*

Outra modificação importante é a colocação dos chamados “tijolos” nos discos de corte das máquinas 3522 especificamente, que são pequenos blocos de metal soldados aos discos para auxiliar o fluxo de cana para o interior da máquina (figura 69).



Figura 69. "Tijolo"

*“Esses são os tijolos. Tem gente que fala tijolinho, outros falam taquinho... Na verdade, o disco vem com esse material aqui [figura – original] só que ele é baixo e chega um tempo que ele dá desgaste. Aí a máquina duas linhas não consegue mais puxar cana pra dentro. Então a gente faz isso aí”.*

*“A 3522 trabalha com duas linhas, então é um disco pra cada uma, diferente da 3520 que corta no meio, com dois discos pra uma linha só. Então coloca os*

*tijolos na 3522 pra ajudar a puxar cana. Porque a cana bate nele e o disco não puxa”.*

Após essas modificações iniciais, a máquina é então colocada em campo para a colheita.

*“O principal é isso aí que é feito quando ela chega. Só durante o trabalho dela que aí vai reforçando, trocando, vendo onde quebrou, e porque...”.*

Após o término do período de garantia fornecido pela fabricante, a equipe de manutenção pode então realizar outras modificações. Algumas dessas modificações são feitas durante a safra (conforme o surgimento de problemas com o uso da máquina), e outras durante o período de entressafra (quando as modificações não são urgentes e/ou são mais complexas). Diversos reforços são realizados na estrutura das máquinas estudadas e sua necessidade varia de acordo com a máquina e as condições de uso. É importante ressaltar que essas modificações excluem as trocas e reparos diários, como troca de facas do corte de base e dos rolos picadores, troca de mangueiras estouradas, etc. Os principais reforços compreendem partes como: extrator primário, chassi, bandeja do divisor de linha e elevador.

#### o Extrator primário

Nos três modelos de máquinas estudados, foi verificado que as equipes de manutenção fazem reparos e quando necessário trocam o anel do extrator primário de suas máquinas (figura 70).

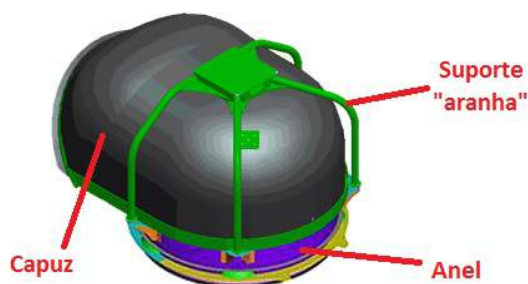


Figura 70. Partes do extrator primário.

A figura 71 a seguir mostra a trinca no anel de uma das máquinas 8800 desmontada.



Figura 71. Trinca no anel.

*“Esse anel desgasta. A chapa é fininha, né? Toda máquina dá problema nesse anel. Porque a chapa é muito fina e a própria palha vai gastando ela”.*

Neste caso, a solução é soldar outra chapa de reforço sobre a original (figura 72).



Figura 72. Solda do anel.

*“Ele tá soldando agora o anel. A original dela tem 1/4 e essa que estamos colocando em cima tem 5/8. Então tá jogando uma chapa contra a outra pra ver se consegue tirar o problema da trinca, né?”.*

Quando o desgaste no anel é muito significativo, a equipe deve então fabricar outro e realizar a sua substituição.

*“Aquele anel teve que jogar fora. Não tem como aproveitar. Ele afinou demais e se for colocar outra chapa ali, não vai conseguir pegar solda, então a gente fez outro”.*

Nas 3520 e 3522, as equipes relataram o mesmo problema de trincas e desgastes no anel, dividido em duas partes: superior e inferior (figura 73).

*“Esse anel tá reformado já (figura 73). Foi trocado o anel inferior e o superior. O superior troca no meio da safra, ele gasta e chega a furar, nem o original aguenta. O de baixo aguenta mais”.*



Figura 73. Anel superior e inferior

As aletas também são modificadas. Elas são posicionadas internamente ao anel do extrator primário das máquinas John Deere 3520 e 3522 (figura 74).

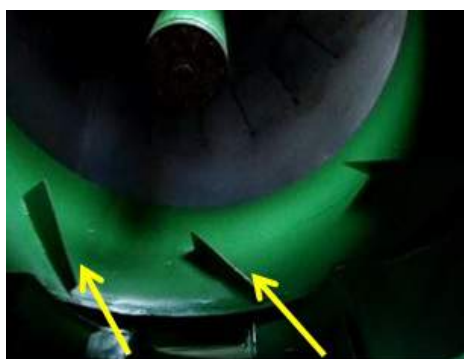


Figura 74. Aletas.

*“Essas aletas gasta na safra e tem que colocar outra. Elas faz o redemoinho pra jogar a palha fora. Se não tiver ela, não limpa a cana. Então se você chegar numa máquina e não tiver, ou tiver entupida com terra, suja, ela não vai limpar”.*

Nas duas situações em que essas máquinas foram estudadas, foi observado que as equipes fazem reparos, reforços e trocas dessas aletas, pois ocorre desgaste no ponto de junção da aleta com o anel. A figura 75A mostra o operador apontado o ponto de desgaste e a figura 75B, uma aleta original que foi substituída.

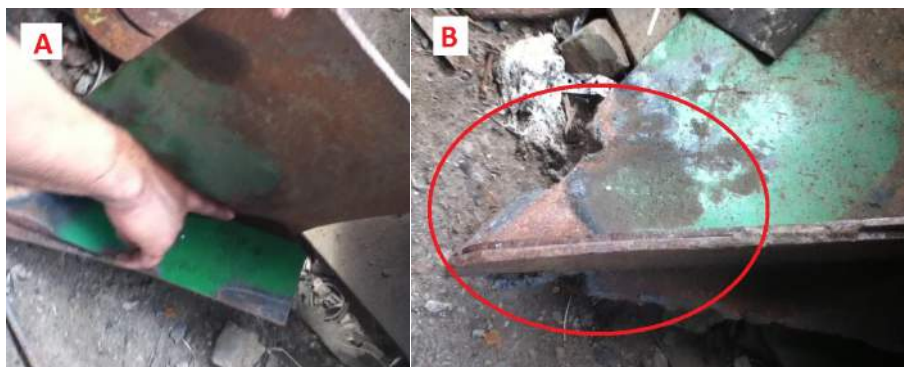


Figure 75. Desgaste de aletas.

*“Essa é uma aleta velha (figura B), com a chapa original. É muito fina. E ela come no lado de dentro, bem na solda com o anel, porque conforme ela dá o giro, a terra come nos cantos”.*

Para substituir as aletas, a equipe de manutenção fabrica aletas novas no mesmo tamanho e formato das originais porém com material mais grosso (figura 76) e reforçam a solda no anel com eletrodo revestido.



Figura 76. Aleta fabricada.

*“Essa chapa é um pouquinho mais grossa que a original. A original é 3/16 e a que nós colocamos é 5/16, fizemos mais grossa pra ela aguentar a safra, porque a safra passada, tivemos que colocar outra chapa em cima da original. Essa eu que fiz (figura 70). Tirei o modelo e foi feita aqui”.*



*“Aí o que fizemos? Trocamos a pá, colocamos uma mais grossa e revesti com eletrodo de revestimento pro lado de dentro pra não comer mais”.*

o Chassis

Os reforços no chassis são realizados conforme a equipe de manutenção detecta trincas e quebras em determinadas partes da máquina.

*“Parte de estrutura da máquina, a gente tem muito problema com isso. Nós não tivemos tanto porque só trabalhamos em lugar bom, em lugar plano, mas se você começar a cortar cana com ela em lugar meio penoso, lugar de erosão, essas coisas, ela trinca tudo o chassis. Essas partes aqui (figura 77A) onde dá emenda, ela trinca tudo. A parte de baixo do chassis aqui também (figura 77B). Aí você tem que reforçar tudo depois.”.*



Figura 77. Reforços no chassis John Deere.

A figura 78 mostra um reforço colocado na máquina 3520 após a constatação de trincas nessa região.

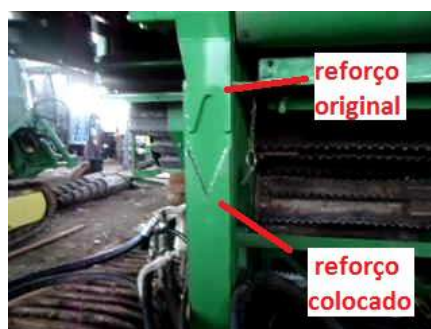


Figura 78. Reforços na estrutura John Deere 3520.

*“Esse reforço mesmo foi nós que colocamos. Nós colocamos mais grosso, mais forte pra não trincar isso aqui, porque trinca. Igual essa máquina aqui, ele vem original até aqui só. Então, não, a gente desenha ele e leva ele até lá embaixo. Então é coisa que nós temos que mudar pra melhor”.*

Nas máquinas 3522 foi encontrado o mesmo procedimento, conforme a figura abaixo.



Figura 79. Reforços na estrutura John Deere 3522.

A equipe também colocou, nas máquinas 3522, reforços na face interna da estrutura supracitada, conforme a figura 80.



Figura 80. Reforços na estrutura John Deere 3522.

*“Isso aqui é reforço. E pode ver que mesmo reforçado, ela trincou embaixo. Porque todo o peso do elevador recai nessa estrutura aí. Então o que a gente tá fazendo agora? A gente solda lá e traz o reforço até aqui embaixo”.*

Além disso, reforços foram feitos na parte anterior das máquinas 3522, como evidenciado na figura 81.

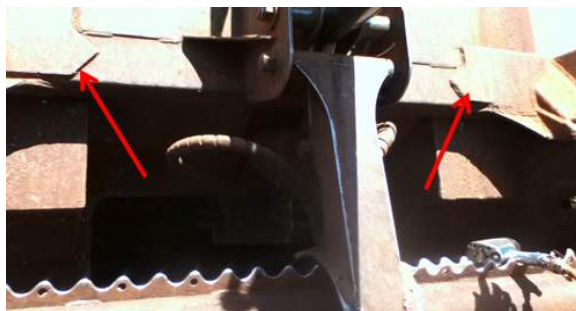


Figura 81. Reforços na estrutura anterior John Deere 3522.

*“Tudo isso aqui é reforço que trincou a máquina porque ela não aguentou o serviço. Reforço aqui na frente, reforço aqui... Porque ela trincou tudo porque ela não aguentou... É muito lugar ruim, lugar penso, torto, lugar que nem esse aqui, de terra muito dura, então tem que ficar reforçando ela”.*

As máquinas 8800 também apresentaram problemas de trincas de estruturas e vários reforços foram encontrados, principalmente porque o chassi dessa máquina é feito de material de espessura mais fina.

*“O chassis da Case trinca muito, mas porque o da Case é chapa 3/16 e da John Deere é 5/16, então trinca mesmo... Tem a chapa muito fraca, muito fina, tá vendo?”.*

*“A gente reforça o chassis. Trinca, né? Aí fica tudo remendado (figura 82). Tudo o que não é vermelho, é remendo. A gente mede, corta e solda do mesmo tamanho, formato, a mesma coisa. Às vezes, tem que trocar a lateral inteira!”.*



Figura 82. Reforços no chassi Case 8800

- o Bandeja do divisor de linha

As bandejas dos divisores de linha recebem reforços nos seus pontos fracos. A bandeja da John Deere 3520 e 3522 é reforçada nos dois pontos apontados na figura 83 com buchas.



Figure 83. Reforços na estrutura da bandeja John Deere.

*“As bandejas vem fininhas aqui. Aí a gente tira e coloca uma bucha dentro desse cano aqui, solda ele aqui e coloca as buchas nas pontas. (...) É pra varar a safra”.*

*“A gente manda torneiar e fazer. Ela gasta. Aqui dentro vai um pino que gasta tudo por dentro, então você perde muito... Ele quebra porque é muito esforço, peso que vai em cima dele”.*

A bandeja da Case 8800 tem conformação diferente, porém também é reforçada em dois pontos com chapas nas suas laterais, conforme a figura 84.



Figura 84. Reforços na estrutura da bandeja Case 8800

*“Esse é o reforço que a gente colocou na parte de baixo da bandeja. Ela original é mais estreita aí a gente colocou uma chapinha de 1/4 dos lados dela. (...) Reforça só a parte de baixo porque é onde quebra, é o ponto mais fraco dela. Aí com as chapas, em vez torcer, ela trabalha firme”.*

o Elevador

O elevador é outra parte das máquinas que recebe vários reforços em sua estrutura.

Na máquina 3520, a equipe de manutenção substituiu as travessas do elevador por outras de material mais grosso (figura 85), devido às trincas que surgiram durante o uso.



Figura 85. Reforços no elevador John Deere.

*“Eu acho que o elevador é muito fraco. Até a gente andou reforçando ele. Nós cortamos tudo as travessas fora, porque trinca muito. Ela trinca, ela vem muito fininha, com 1/8. Então ela trinca, nós arrancamos e colocamos tudo 3/16, pode ver que é uma chapa mais grossa. Aí ela aguenta mais, porque a original dura 1 ano, algumas nós trocamos no meio da safra, porque começa a trincar e quebra tudo”.* (fala de um mecânico)

Foi observado que as trincas no elevador também ocorreram próximo ao extrator secundário, conforme a figura 86.



Figura 86. Trincas no extrator secundário John Deere.

*“Isso aqui são trincas. Esse conserto foi feito na safra, agora vamos fazer com solda mig, vamos fazer o reforço por fora. O que faz isso aqui é andar em estrada de terra. Máquina não foi feita pra andar em estrada de terra. Você anda na estrada de terra com a esteira e isso aqui vibra demais! (...) Terreno muito duro. Se você coloca ela na palha, que é macia, não quebra, mas na estrada de terra é parafuso que cai, tampa que perde, você tem que ir atrás catando peça! (risos)”.*

Na máquina 3522 as travessas também foram substituídas (figura 87):



Figura 87. Travessas do elevador John Deere.

*“Elas vem bem mais fina. Aí coloca um material mais grosso, mais reforçado. Porque com o peso da cana ela vai trincando tudo né? Aí acaba dando problema na safra. A gente vai trocar todas elas. A original é muito fraquinha. Trinca e começa a travar o elevador, perder cana, joga muita cana pro chão e quando a usina faz a perca a gente é cobrado, né?”.*

*“As travessas que vem deve ser 1/8, aí a gente coloca viga U laminada. E depois que mexe, não tem dor de cabeça não”.*

Além das travessas, foi observado que nas máquinas 3522 são colocados reforços laterais na porção distal do elevador, conforme a figura 88.



Figura 88. Reforços na porção distal do elevador John Deere.

Sobre esse reforço lateral, a equipe coloca então a chapa protetora, também mais grossa que a original, conforme a figura 89 abaixo.



Figura 89. Chapa protetora do elevador John Deere.

*“A chapa vem grudada na estrutura mesmo e a chapa que vem é muito fina. Aí ficava muito ruim, afetava muito o elevador, então fizemos isso e colocamos chapa mais grossa. Pra colocar ela você precisa de 4 pessoas, pra colocar a original só precisa de 2 porque é mais fina. Essa é bem mais pesada”.*

Nas máquinas 3520 e 3522 também foi observado que as equipes colocam reforços no batente do elevador. Isto porque com os impactos constantes do batente durante o giro do elevador, o batente cedia e a estrutura entortava. Assim, foram colocados reforços do outro lado do batente (figura 90) para que este pudesse resistir às batidas constantes.



Figura 90. Reforços no batente do elevador.

*“Isso aqui bate porque é o fim do percurso do pistão. Ali embaixo tem um pistão que faz o giro do elevador. (...) Também trabalhar em lugar muito inclinado, isso aqui encosta lá, o transbordo força, puxa muito... O original vem só com esses dois aqui dessa lado e por ficar recebendo muito soco, afundava, essa lado chegou a afundar pra dentro. Aí foi feito mais esses reforços do outro lado pra essa parte não tá afundando mais. E não faz sentido, né? Quando bate a força vai desse lado, por isso que afundava”.*

Quando questionados sobre todos esses reforços, as equipes explicam:

*“Nessas 3522 foi aumentado 1600kg. O chefe deu carta branca e eu fiz o que achava melhor. Teve gente que falou ‘vai dar problema’, mas não interferiu em nada. (...) Até porque é mais cana que passa aqui. Você pega o elevador, o engenheiro bola ele com um peso, mas só que não dá pra calcular a quantidade de peso de cana que tá passando nele. Eles tem a numeração deles lá e acham que tem que seguir isso, mas não é, nós que tá aqui no campo que tem a noção do que precisa”. (mecânico)*

*“O elevador com o reforços aumenta, aumenta pra caramba o peso, mas não tem jeito! Se você não fizer isso... Você tem que ganhar em hora trabalhada e*



*você ficar soldando elevador, quer dizer, é máquina que tá parada. (...) E o consumo não aumenta, é insignificativo”.*

Na máquina 8800, o reforço colocado no elevador era baseado no reforço original existente apenas na porção inferior do elevador (figura 91).



Figura 91. Reforços no elevador Case 8800.

*“A gente coloca aquele X com chapinha de 1/4 só pra não abrir a caixa do elevador, se não, abre. Então esse é o reforço que a gente coloca nela, porque ela original só vem com esse aqui de baixo”.*

### ***Modificações funcionais***

As modificações funcionais, como dito, consistem de melhorias no projeto das máquinas e não apenas reforços de estrutura e substituição de partes por outras mais resistentes. Elas consistem de soluções para resolver problemas específicos e preencher as lacunas deixadas pelo processo de projeto.

Para fins didáticos, optou-se pela separação por modelo de máquina estudado devido à especificidade dessas modificações.

- **Case 8800**

Nas máquinas Case 8800 da situação A, foram observadas as seguintes modificações:

- ✓ Comando vicker

- Problema: comando vicker de difícil acesso para manutenção.

*“O comando vicker, cada um tem uma função, você comanda no joystick lá na cabine e tem a função aqui, por exemplo: despontador, pirulito, suspensão, elevador, biruta, etc. Ele fica em pé aqui e é uma dor de cabeça pra mexer nele... Olha o espaço que o mecânico tem pra chegar nele?”.*

- Solução: mudança na posição do comando, de vertical para horizontal, com a colocação de uma base de sustentação, conforme a figura 92.

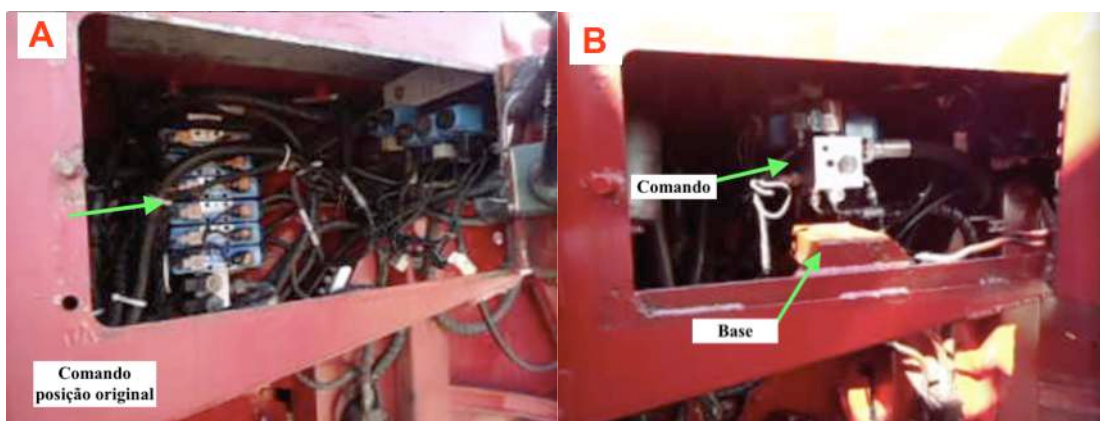


Figura 92. Comando vicker original (A) e modificado (B).

*“Olha a facilidade pra mexer. Colocamos uma viga de base, furamos, soldamos e pronto. O comando só foi deitado. Então as mangueiras, tá tudo visível, tudo fácil pra mexer. Diminui tempo, né? Conseguir detectar mais fácil onde tá o vazamento e a reposição das peças é mais rápida também”.*

- Observação: devido ao espaço ocupado pela nova posição do comando, a bateria, que ficava no mesmo compartimento, foi deslocada para o lado (figura 93).

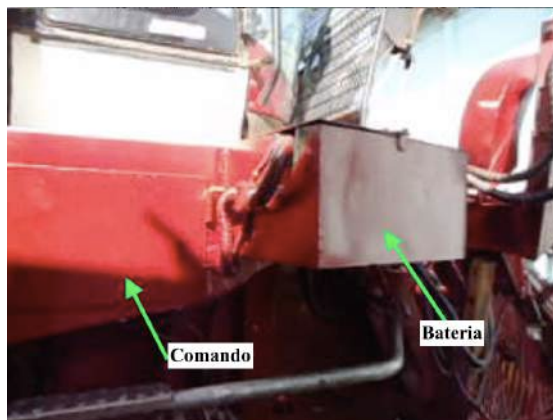


Figura 93. Nova localização da bateria Case 8800.

*“A bateria original vai aqui dentro, mas aí colocamos pra fora porque não cabe mais. E ela fica alinhada com a máquina, no mesmo padrão”.*

✓ Degrau de acesso

- Problema: degrau inicial de acesso à cabine não é de material resistente.

*“Essa escadinha melhorou, porque não tinha antes. Mas às vezes ela arrebenta a parte de baixo, porque ela é uma borracha, né? Aí a gente arranca. E fica sem! Porque ela vai pegando cana, aí ela vai caindo”.*

- Solução: substituição da parte de borracha por correntes.



Figura 94. Correntes no degrau de acesso.

*“A gente soldou essas correntes”.*

✓ Nova saia flutuante

- Problema: no final do movimento de inclinação do divisor de linha, a saia trava o divisor e se danifica.

*“O pirulito faz 45 grau né? Se ela for quadrada, a hora que der 45 graus vai travar o pirulito”.*

*“Ela arrebenta a corrente, ela pega na esteira e ela entorta muito. Ela quadrada, se o operador der ré na máquina vai entortar ela e ela custa 500 cada uma”.*

- Solução: a equipe criou um novo formato de saia flutuante, conforme a figura 95.



Figura 95. Novo formato da saia flutuante Case 8800.

*“Ela é quadrada. E tem que ser uma meia lua pra acompanhar o movimento do pirulito. Ela é móvel e daí nós fizemos o molde, cortamos a chapa e soldamos aí. É adaptação pra não ter dor de cabeça”.*

*“Ela agora é fixa. Essa tá aí faz dois anos e nem precisou mexer”.*

✓ Rolo tombador

- Problema: os motores responsáveis pela rotação dos rolos tombadores (figura 96) quebram frequentemente.

*“A original vem com dois motores aí dentro e mangueiras. Função quase não tinha. Era peso a mais e gasto de óleo à toa. Vazava muito óleo, mangueira não aguentava”.*



Figura 96. Rolos tombadores Case 8800.

- Solução: a equipe retirou os motores. Segundo a equipe essa retirada não interfere na função dos rolos e ainda proporciona economia de combustível e prevenção de quebras.

*“Foi tirado os dois e eles trabalham sem motor agora. Eles giram normal, a hora que a cana passa, ela faz o rolo girar. Tem máquina aí que tem 7 anos e tá sem. Ele continua articulando, vai pra frente e pra trás normal, ele só não gira. Tem usina que até tira ele e coloca uma barra de ferro, só pra empurrar a cana”.*

✓ Nível de óleo hidráulico

- Problema: problema na boia do sensor de vazamento do tanque de óleo hidráulico.

*“Essa boia da Case, quando dá problema nela, vaza 200 litros, 150 litros de óleo. Ela demora de 15 a 30 segundos pra mandar o sinal, quando ela manda, então perde muito. Cada litro de óleo custa 7 reais. Nós perdemos esse ano, com todas as máquinas, 50 mil litros por causa de vazamento. Então só aí dá 350 mil reais que era o dinheiro que ia gastar pra reformar todas as máquinas”.*

- Solução: foi feito um novo tanque com capacidade para 40 litros de óleo, com a boia e o sensor da máquina John Deere 3520 dentro dele. Este pequeno tanque é conectado ao tanque original (figura 97).



Figura 97. Tanque adicional de óleo hidráulico Case 8800.

*“Copiamos esse tanque do pessoal que usa a John Deere. Fizemos só nessa máquina e depois vamos fazer em todas as outras. É um tanque de 40 litros, mas na verdade vai trabalhar só com 20. Então no caso, vai perder mais ou menos 12 a 15 litros, em vez de perder 100, né? E esse sensor que tá nela é da 3520. O da Case não dá certo, não”.*

✓ Guias da esteira

- Problema: os guias da esteira tem a função de manter a esteira em posição durante a locomoção da máquina. A máquina original não tem os guias e ao longo do trabalho com a máquina, a esteira sai da posição.

*“Ela original, vem com duas chapas lateral e esse parafuso aqui. E você vai trabalhando e perde. Come, entorta as abas, os parafusos não seguram mais...”*



Figura 98. Esteira original Case 8800.

- Solução: a equipe colocou 4 guias de cada lado em cada truck, conforme a figura 99:

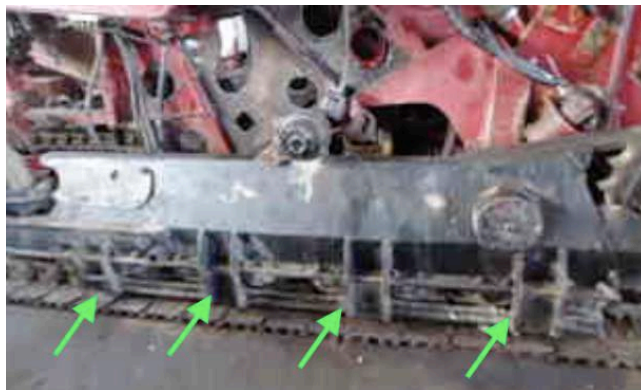


Figura 99. Guias adicionais Case 8800.

*“Colocamos quatro batedores de cada lado, 16 em cada máquina. O dessa máquina foi feito fora e o cara cobrou 8 mil reais pra fazer. Agora a gente mesmo que vai fazer em todas”.*

✓ Correntes no cesto do elevador

- Problema: durante a colheita de cana “fraca”, rebolos de cana podem voar para fora do cesto.

*“Se tiver colhendo cana meio fraca, o operador anda meio ligeiro e voa pedaço de cana”.*

- Solução: foram soldadas correntes fechando o espaço entre extrator e cesto (figura 100).

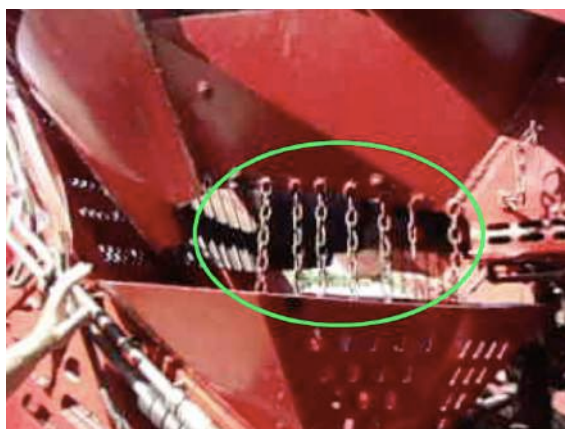


Figura 100. Correntes no anel do extrator primário.

*“Pra não voar os pedaços por aqui, colocamos essas correntes, aí a cana bate nelas e fica pra dentro”.*

✓ Chapa de proteção dos rolos

- **Problema:** a chapa original de proteção dos rolos picadores não é muito resistente e quebra dependendo do solo a ser colhido.

*“Uma coisa que melhorou foi aquela chapa, no molhado você pode trabalhar tranquilo porque não gruda. Só que é o seguinte: se você vai trabalhar em lugar de pedra, a primeira pedra que bater ali, arrebenta tudo. Quando a máquina vem nova a gente deixa até estourar, mas aguenta pouco”.*

- **Solução:** a equipe de manutenção troca a chapa de proteção dos rolos por uma proteção de borracha, também chamada de “pela-porco” (figura 101). Entretanto, essa troca exige a limpeza constante da borracha (principalmente em situações mais úmidas).



Figura 101. Borracha de proteção Case 8800.

*“E o que a gente faz? Coloca o borrachão e acabou o problema. Só que não pode esquecer que sempre que for trabalhar no molhado, cada 2, 3 transbordos, tem que descer limpar”.*

*“Com a chapa não gruda nada. Porque ela faz uma curva certinho. Ela é oval e o facão já passa limpando ela, né? Só que pegou uma pedra ali, um abraço! Então tem que tirar e colocar o pela-porco”.*



*“O borrachão da Case tem que ficar limpando toda hora, o da John Deere não porque ele fica em pé, então por mais que você corte em terra vermelha, molhada, ela cai. Um soquinho que a máquina dá, ela cai, mas porque ele fica na posição mais de pé. Nas outras não, o que passa ali vai grudando e pra você limpar você tem que entrar por baixo e cutucar. Se não a terra começa a subir, subir, aí a cana começa a voltar. (...) Porque esse rolo picador tem que trabalhar livre pra jogar a cana pra cá, só que se você começa a prender ele, ele começa a picar e a cana começa a voltar”.*

✓ Mesa do elevador

- **Problema:** a mesa do elevador, peça sobre a qual o elevador repousa, havia o problema na trava elástica de um dos pinos do elevador, levando a problemas na sua movimentação.

*“Essa trava elástica não vale nada da original. A trava começa a engolir e aí o pino desce pra baixo. (...) Não chega a cair o elevador porque tem outro pino embaixo que segura, mas se ele cair no meio do pistão, entorta o pistão, aí não deixa virar o elevador... Aí são 3, 4 horas de serviço pro mecânico fazer o pino voltar pra cima”.*

- **Solução:** a equipe de manutenção posiciona uma arruela para reforçar a trava elástica (figura 102).



Figura 102. Reforço na mesa do elevador Case 8800.

*“Precisou colocar essa arruela aqui pra não engolir o pino, se não ele começa a descer. Então colocando essa arruela, ele não tem onde descer, mas a gente tá querendo mudar isso”.*

✓ Cabo de aço para o elevador

- Problema: queda do elevador.

*“Quebra o pistão ou quebra a corrente e o elevador vem pro chão. Porque na máquina original só vem uma cinta, que não aguenta. E tem esse varão também que não aguenta”.*

*“O da Case não é cabo de aço, é uma cinta. E quebra muito, não aguenta e cai o elevador. Um cinta fininha segurar um negócio desse tamanho? Cai e cai bonito! Cai no chão mesmo! Ainda que quando cai no chão, beleza, o duro é quando cai no transbordo, em um cara que tá embaixo...”.*

- Solução: foi colocado um cabo de aço que liga a máquina a um pino no elevador para sustenta-lo, conforme a figura 103.

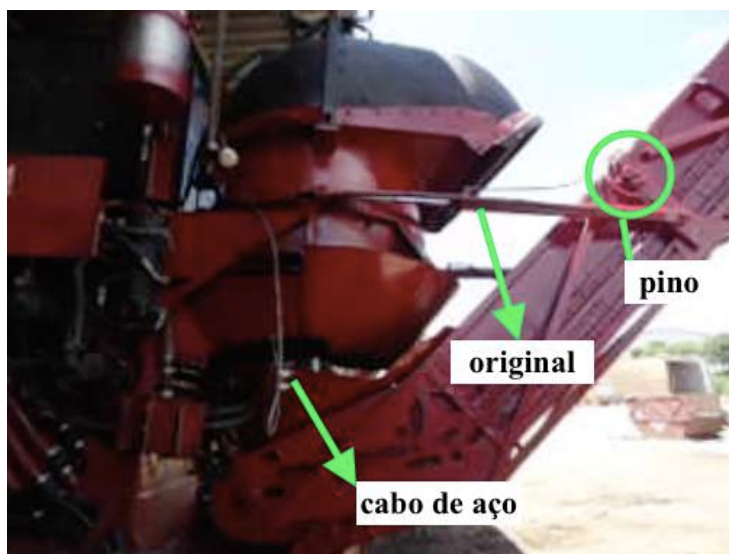


Figura 103. Cabo de aço para contenção do elevador Case 8800.

A figura 104 mostra o cabo e o pino onde ele é encaixado:



Figura 104. Pino e encaixe do cabo de aço.

*“A gente fez aquele pino no elevador de cada lado e aí o cabo encaixa lá. Aí pra trabalhar, você ergue o elevador e deixa encaixado dos dois lados. Quando precisa abaixar o elevador pra fazer manutenção, você tira só um lado e abaixa ele. Pra trabalhar, ergue e enrosca de novo”.*

✓ Rolos levantador e transportadores

- Problema: dificuldade em trocar os rolos quando seus rolamentos quebram ou desgastam.

*“A Case o principal problema é rolo alimentador dela. Não é que os rolos são o problema, é que se você for trocar os rolos da Case, é 4 horas de serviço e da John Deere é 10 minutos. Porque? Porque o da John Deere, o mancal dela é externo, você consegue sacar ele por fora e fazer a substituição. Agora o da Case é mancal interno, tem que tirar o rolo por dentro pra você fazer a troca, e pra você tirar o rolo de cima, por exemplo, você tem que tirar 2 rolos de baixo pra chegar nele. Então é complicado. Da John Deere, você tira o qual você quiser, facinho. A Case, se der um problema no rolamento de cima você tem que tirar os rolos de baixo pra chegar em cima, se não você não consegue fazer o serviço”.* (mecânico da situação C).

- Solução: a equipe confecciona e coloca tampas em todos os rolos que apresentam rolamentos, no caso, 10 rolos de 13. Essas tampas servem para vedar os rolamentos e prevenir a entrada de terra e poeira e, conseqüentemente, seu desgaste. Nessas tampas ainda, a equipe faz um furo para possibilitar o engraxamento dos rolos (figura 105).



Figura 105. Tampa de vedação dos rolos Case 8800.

*“O rolamento ali ele vem aberto na parte de rolo e o que nós fazemos? Como tem o acoplamento ali do rolamento, fizemos uma tampa pra por ali com uma engraxadeira pra aguentar mais o rolamento, porque fica bastante graxa acumulada ali porque a tampa não deixa sair e não entra terra e a duração do rolamento é maior. (...) Conforme vai estragando rolamento, a gente vai colocando a tampa e o graxeiro e enche de graxa que dura mais. Então o rolamento fica trabalhando direto e sempre cheio de graxa, não entra terra, não tem desgaste, a durabilidade é maior... Vara a safra tranquilo”.*

*“Antigamente chovia, parava. Hoje, chove e continua rodando a mesma coisa, com barro e tudo. Porque o barro pegava no rolamento e estourava”.*

*“A gente tira a blindagem dele, faz de ferro, funde com parafuso e é preso com pressão. Não sai”.*

*“Então coloca a tampa porque? Pra não entrar terra e não estragar o rolamento porque pra trocar depois é um problema”.*

✓ Rolamento do divisor de linha

- Problema: quebra frequente do eixo do rolamento do divisor de linha. A figura 106A mostra a posição do rolamento que fica interno ao divisor de linha principal e a foto 106B mostra o ponto fraco do eixo bem como o rolamento que quebra.

*“Esse é o eixo e o rolamento que vai dentro do pirulito e quebra bastante. Já chegou a pegar máquina degolando esse eixo. E esse rolamento também é uma coisa que nós estamos tentando adaptar faz tempo. Se achasse um cara que adaptasse isso na Case, ganhava dinheiro. Até hoje ninguém conseguiu”.*

*“Estoura esse rolamento e cada vez que vai mexer aqui, perde duas horas de máquina!”.*



Figura 106. Rolamento dos divisores de linha Case 8800.

- Solução: durante a visita na entressafra, foi observado que a equipe de manutenção estava tentando trabalhar em uma solução.

*“Estamos tentando! Estamos tentando fechar ele e encher de graxa dentro e vedar pra não sair, pra largar aqui”.*

*“A gente tentou colocar uma bucha de nylon por dentro e por fora, mas o problema tá no rolamento, se fosse um rolamento com espessura maior, acho que até aguentava mais a carga, mas ele não aguenta o peso do pirulito”.*

A equipe inclusive providenciou um rolamento da John Deere a título de comparação para a realização da modificação (figura 107).



Figura 107. Rolamento John Deere para referência.

*“Tá vendo? Por isso que o da John Deere vara a safra inteira. Olha a diferença. O da John Deere não tem eixo pra baixo, então já não quebra. Ele é cônico, sentado numa base... O daqui dura 1 mês! Às vezes vai 15 dias. O rolamento custa 200 reais, aí você soma a hora do mecânico, mais a hora parada. São 35 toneladas por hora, são 16 reais a tonelada, soma pra você ver. Não é só 200 do rolamento. E todas elas quebram! Todas as máquinas!”*

- **John Deere 3520**

Nas máquinas 3520 da situação C, foram observadas as seguintes modificações:

- ✓ Embreagem do rolo picador
- Problema: dificuldade de virar a embreagem (ou “volante”) dos rolos picadores para trocar as facas, devido à grande força necessária e ao aquecimento dessa peça.
 

*“Por ser conjugado o corte de base com o facão, esse volante você não vira na mão nem a pau! Pra você virar na mão, primeiramente é muito quente, quando tá trabalhando muito e outra que é muita força”*.
- Solução: a equipe soldou uma porca no centro da embreagem onde engatam uma chave e assim viram os rolos picadores para trocar as facas (figura 108).



Figura 108. Porca na embreagem dos rolos picadores.

*“A gente colocou uma porca soldada pra tá virando na chave, que ajuda a tá aliviando o peso, porque com a mão, você não consegue virar”.*

Além disso, a equipe fez furos na tampa dessa embreagem devido à necessidade de refrigeração dessa área que é vedada com uma borracha. A figura 109 mostra a tampa da embreagem original e a tampa recém furada.



Figura 109. Tampa da embreagem original e furada.

*“Essa tampa eu furei por causa da ventilação. Ela é fechada com borracha. Ela é furada pra entrada de ar por causa do retentor, se não, aquece o retentor e vaza óleo. Porque é borracha, né? E com o superaquecimento a borracha não aguenta, então ele vaza óleo. Esse aí é projeto meu, nem a usina faz”.*

✓ Fechadura da porta do radiador

- Problema: quebra constante da fechadura da porta do radiador.

*“Quebra muito essa fechadura. Porque você abre ela e levanta a tampa pra lá pra você bater ar no radiador, entendeu? Aí a hora que você voltar, bate a fechadura e quebra. E é cara! É fraca porque é de alumínio. Aí tem que trocar sempre. Cheguei a trocar 5, 6 em um ano. Bateu, quebrou”.*

- Solução: substituição da fechadura original por uma da máquina Cameco, de ferro (figura 110).



Figura 110. Fechadura da porta do radiador trocada.

*“Eu coloquei a da Cameco. Liguei numa firma em Piracicaba e eles conseguiram pra mim. Tá vendo? É um gancho e de ferro. Bem melhor!”.*

✓ Cesto do elevador

- Problema: os rebolos caem no espaço entre o final do rolo picador e o cesto do elevador, por este ser circular.

*“O bojo vem só até aqui, pega só o meio aqui e os cantos não, então a cana cai. Fazia um montinho ali”.*

- Solução: duas chapas foram soldadas nas laterais de modo a preencher os espaços deixados pelo cesto (figura 111).





Figura 111. Chapas laterais.

*“Com as chapinhas, elas fecham os cantos e aí não cai mais. Fizemos no meio da safra. Tinha chovido aí colocamos e deu certo e aí colocamos na outra máquina também”.*

✓ Parafusos das pás do extrator primário

- Problema: desgaste dos parafusos das pás do extrator primário.

*“Aqui vai 16 parafusos. As pás do exaustor vão neles e o que acontece? A sujeira que pega come tudo a cabeça dos parafusos. A cada 2 trocas que você tem que fazer, você tem que trocar todos os parafusos. (...) Eu gastei acho que uns 400 parafusos em cada máquina. É 16 cada vez que troca, em 1 semana você troca 1 jogo, então é complicado. Aí coloca 50, 60 centavos cada parafuso, vezes 400... Então todo custo que você tem, tem que analisar e ver onde tá indo”.*

- Solução: a equipe estava considerando a possibilidade de colocação de algo semelhante ao chamado vortex da Case.

*“Não colocamos o vortex ainda. O fornecedor veio oferecer pra nós, mas ainda não colocamos, mas vamos colocar. O vortex original vem da Case, né? O fornecedor vai trazer uma amostra pra gente testar. É um plástico cônico, é bom porque a palha bate nele e desvia e também protege os parafusos. Com o vortex você não troca parafuso, você usa eles a safra inteira”.*

- ✓ Mesa do elevador
- Problema: desgaste na mesa do elevador, devido à fricção constante das partes para o giro do elevador juntamente com terra e poeira da colheita. O ponto de desgaste é mostrado na figura 112A e na figura 112B, uma das partes corroídas.

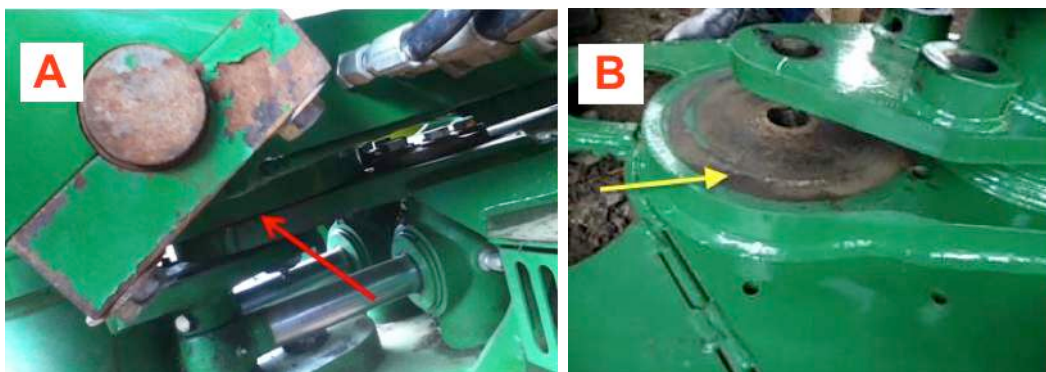


Figura 112. Ponto de desgaste da mesa do elevador John Deere.

*“Ela gasta nesse centro aqui (figura 112A). Come essas partes porque é duas peças em contato uma com a outra”.*

*“Cai terra e onde a terra cai, come. Vai virando elevador, vai comendo. Tá vendo essa aqui como que comeu? (figura 112B) Então ela vai pra arrumar agora, ficar certinho pra eu montar de volta”.*

*“A parte de cima dá pra fazer aqui, mas a parte de baixo (figura 112B) é apertado e você não consegue entrar com a lixadeira. Então você tem que mandar pra alguém que tenha uma máquina pra torneiar peça naquele espaço ali”.*

- Solução: realização de furos na mesa do elevador para injetar graxa e minimizar o desgaste sofrido pelas partes. Como mostra a figura 113A, foram feitos 4 furos, dois de cada lado. A graxa anteriormente era injetada pelo furo central, conforme a figura 113B, e após a modificação, ela é injetada nos furos laterais e saem pelos furos superiores.



Figura 113. Furos para engraxar a mesa do elevador.

“Nós furamos a mesa ali pra colocar os graxeiros que não tinha, né? Adaptamos os graxeiros dos dois lados pra poder entrar graxa na mesa e não comer. Furamos aqui e furamos aqui em cima (figura 113A) e a hora que injetar graxa aqui, vai engraxar a mesa inteira aqui em cima”.

“Porque aqui em cima vai uma arruela, um anelzão quase igual esse aqui e a graxa era injetada no pino aqui e muitas vezes a graxa não passa pra toda a mesa, né? (figura 113B) Aí aqui trabalhou a seco, ferro com ferro e comeu. Aí tivemos essa ideia de furar e adaptar o graxeiro. Passamos a broca, furamos daqui pra lá e depois põe um graxeiro e a hora que injetar graxa, vai lubrificar mesmo”.

✓ Proteção de mangueiras

- Problema: as mangueiras que saem para o motor de roda sofrem atrito contra a borda do tanque por onde saem e se danificam, pois a proteção de borracha original não é suficiente.

“Essas mangueiras aqui tinha que mudar. Vem uma borracha de proteção na borda, mas olha como é, não protege. A mangueira trabalha esfregando aqui na quina então come a mangueira, corta elas. E são de alta pressão, com 6 mil psi, se furar uma delas, em segundos você joga 100 litros de óleo fora”.

- Solução: a primeira solução da equipe foi envolver as mangueiras com um pedaço de borracha e prender com cintas de plástico (figura 114).



Figura 114. Borracha de proteção envolvendo as mangueiras.

*“Nós cortamos um manchão de pneu de caminhão, enfiamos aí e prendemos pra não cortar a mangueira. Colocamos essa proteção porque se não já tinha furado a mangueira, né? Mas agora nós vamos bolar um esquema pra tirar esse borrachão daí, porque a máquina não pode ficar tudo com gambiarra, né? Acho que vamos soldar uma chapa”.*

Um tempo após a visita, a equipe retirou a borracha e soldou uma chapa ao redor da saída para eliminar os cantos vivos (figura 115).



Figura 115. Modificação na saída das mangueiras.

*“Eu já mudei e tirei o borrachão porque fura mesmo. Eu tirei o canto vivo e coloquei uma chapa, porque é lisa e não tem perigo de ficar furando”.*

✓ Troca de pistão da suspensão

- Problema: as mangueiras do pistão da suspensão estouravam, pois entravam em atrito com a esteira durante o deslocamento da máquina.

*“Saía três mangueiras do cano do pistão. Aí ficava um monte de mangueira pra baixo e encostando uma na outra, né? Furava. Cada vez que você mexe aí é 50, 60 litros de óleo”.*

- Solução: troca do pistão por outro com apenas uma mangueira saindo dele, as outras mangueiras foram colocadas para cima em um novo trajeto (figura 116).

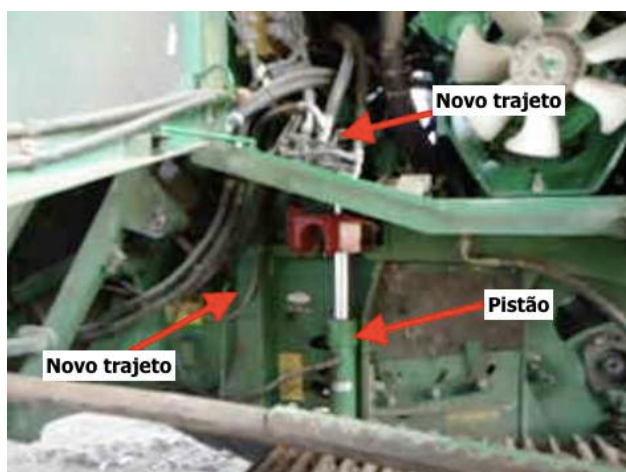


Figura 116. Novo pistão de suspensão.

*“Agora sai só uma mangueira e jogamos as outras tudo pra cima”.*

✓ Guias da esteira

- Problema: os guias (também chamados de “batedores”) tem a função de manter a esteira em posição durante a locomoção da máquina (figura 117A). As máquinas vem de fábrica com dois guias inferiores, conforme a figura 117B.

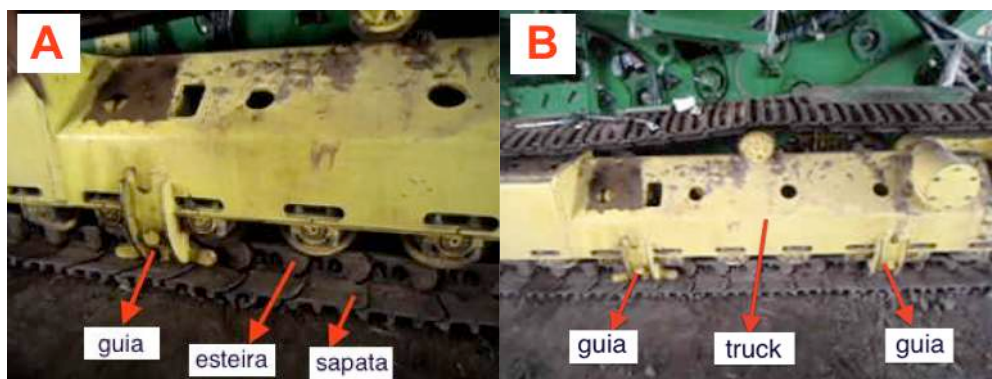


Figura 117. Guia da esteira (A) e guias originais John Deere (B).

Entretanto, durante o uso, esses guias sofrem desgastes, como observado na figura 118. Além disso, segundo as equipes (tanto da situação C quanto da B), havia movimentação da esteira.



Figura 118. Guia desgastado.

*“Guia é essa peça aqui pra esteira não correr fora. Como tem só 2, tá vendo que aquele lá já gastou?”.*

- Solução: as equipes das situações B e C fizeram modificações nos guias da esteira presentes no truck. Os guias são deslocados para que um terceiro seja colocado no meio (figura 119) e um guia superior também é adicionado.



Figura 119. guias adicionais John Deere.

*“No começo saía muito a esteira fora. Aí tivemos a ideia de tá colocando 3 embaixo e 1 em cima. A esteira pode tá gasta, pode tá ruim que a máquina não joga mais a esteira fora”.*

*“Se tem mais guias ele não gasta muito, força menos. Então a gente põe um mais pra cá, põe o outro mais pra lá e coloca um no meio. E coloca um superior também. Tanto pro lado de dentro como pro lado de fora nas duas esteiras”.*

*“Tivemos que projetar o superior também porque a esteira vem alinhadinha, só que com o desgaste dela, ela dança aqui na frente e atinge o cilindro aqui e corta o cilindro. Então a gente colocou o superior pra poder alinhar a esteira em cima, porque daí ela não dança e não atinge o cilindro”.*

- **John Deere 3522**

Nas máquinas 3522 da situação B, por sua vez, foram observadas as seguintes modificações:

- ✓ Embreagem do rolo picador
- Problema: assim como já descrito na 3520, existe dificuldade de virar a embreagem dos rolos picadores para trocar as facas.

*“Ele é tipo um volante de inércia, né? Isso aqui aquece e vai pra mais de 70 graus. Aquece muito. Dia de verão então, queima a mão se tentar. Fora que por ser pressão conjugada, é muito pesado, você não consegue virar na mão. O disco de corte de base você consegue virar, mas aqui não”.*

- Solução: o mesmo procedimento foi adotado: solda de uma porca para acoplar uma chave e conseguir virar manualmente a embreagem (figura 120).



Figura 120. Porca na embreagem dos rolos picadores.

*“A gente colocou essa porca que é uma porca de roda de caminhão e aí encaixa uma chave”.*

✓ Proteção de mangueiras

- Problema: da mesma forma que na 3520, a equipe da situação B também relatou problema de danos nas mangueiras que saem da parte inferior do tanque de óleo hidráulico (figura 121).



Figura 121. Ponto de atrito das mangueiras.



*“Vem com uma borrachinha de nada que nem dura nada, aí furas as mangueiras”.*

- Solução: a equipe projetou e fabricou uma saída para as mangueiras com bordas sem cantos vivos (figura 122), chamada de “gavetinha”.

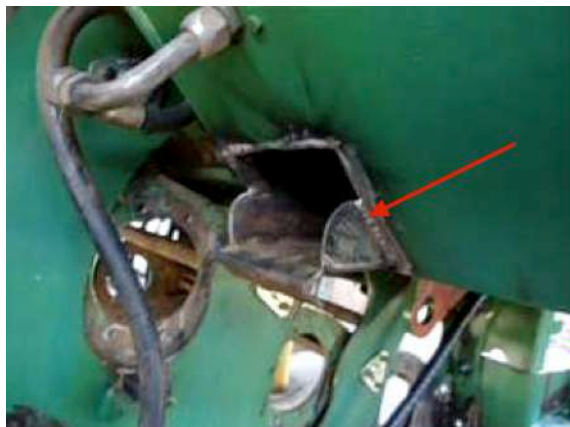


Figura 122. "Gavetinha".

*“Essa foi uma modificação recente que fizemos. A gente fez tipo uma gavetinha. Aí fica bem acabado. A gente enrolou uma borracha, mas não adiantou aí fizemos isso”.*

✓ Trajeto de mangueiras

- Problema: duas das quatro mangueiras do pistão da suspensão estouravam, pois entravam em atrito com a esteira durante o deslocamento da máquina (figura 123).



Figura 123. Trajeto original das mangueiras.

*“Elas entravam por aqui e como a esteira rodante passa por aqui, o que acontecia? Na hora das manobras, o truck ia pra lá e pegava as mangueiras, daí comia as mangueiras. (...) Olha onde pegava: elas desciam aqui”.*

- **Solução:** mudar o trajeto das duas mangueiras, conforme a figura 124.

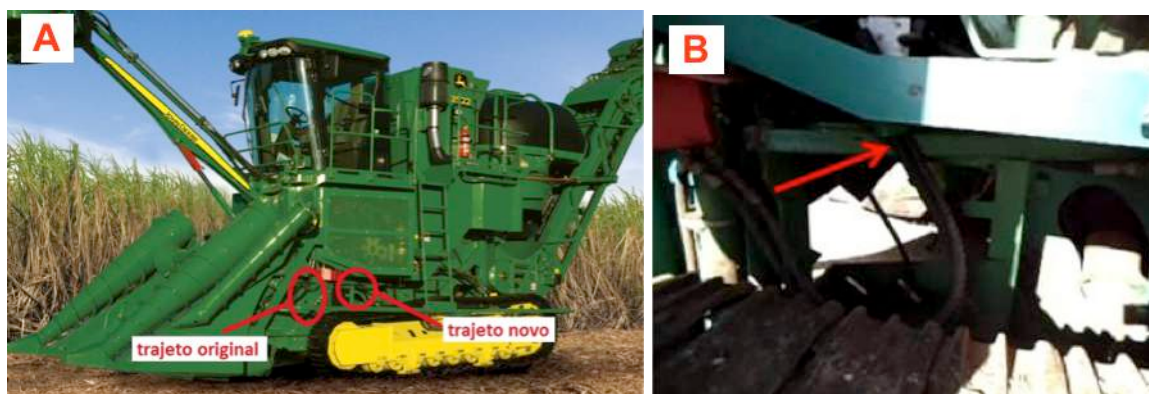


Figura 124. Trajeto novo das mangueiras.

*“A gente mudou duas delas pra trás. É só fazer um furo na lata aqui e puxar as mangueiras pra cima (figura 124B). Na verdade, elas gastam um pouco, passa barro, pedrisco que gruda, mas essas a gente colocou ano passado e tá até hoje aí”.*

*“Tem um projeto novo de um fornecedor de peças que mudou a haste do pistão e não vai mais mangueira aqui pra baixo, só que aumenta o custo, né? Aí a gente nem fez”.*

✓ Mesa do elevador

- **Problema:** quebra da mesa do elevador.
- **Solução:** foi observado que a equipe fez reforço na mesa do elevador substituindo uma chapa e colocando um espaçador reforçado (figura 125).



Figura 125. Reforço na mesa do elevador John Deere.

*“A mesa foi modificada. Foi feito um reforço nela: mudamos essa chapa e esse tubo. Aí foi feita essa franja, embuchado e soldado esse espaçador maior no meio. (...) Porque quebrava. Embaixo era um ferrinho chato, dessa mesma espessura mas só que com 3 polegadas e um calço bem pequenininho no centro. Conforme o desgaste da mesa, ela rompia a solda. Tinha que soldar praticamente todo dia! Dá trabalho! Todo dia tinha que deitar debaixo dessa bendita! Aí fizemos essa modificação”.*

✓ Fechadura da porta do radiador

- Problema: como descrito na 3520, a fechadura da porta do radiador quebra frequentemente.

*“Foi modificada. Porque por descuido da pessoa, às vezes deixa ela solta, aí a hora que vai fechar, faz o efeito de guilhotina nela aí quebra. O material da fechadura é um negocinho assim de alumínio, aí ela cai pra lá na hora que o cara tá fazendo manutenção. A hora que volta a porta, bate em cima e quebra”.*

- Solução: troca da fechadura por outro material, conforme a figura 126.



Figura 126. Nova fechadura da porta do radiador.

- ✓ Trava adicional da porta do motor
- Problema: a trava original não era suficiente para manter a porta fechada.
 

*“Dependendo da cana que você pega, ela abre a fechadura, abre a porta sozinha enquanto tá colhendo”.*
- Solução: colocação de uma trava adicional (figura 127).



Figura 127. Trava adicional da porta do radiador.

*“Adaptamos isso, que é uma trava a mais, né? Pra porta não abrir”.*

- ✓ Tampa do tanque combustível
- Problema: perdas de tampa do tanque de óleo diesel, por esquecimentos.
 

*“Andamos perdendo umas tampas do tanque diesel, é por ali que abastece. O cara coloca ali do lado e esquece, né? Aí sai colhendo e ela cai. Custa 500 reais essa tampa”.*

- Solução: colocação de uma corrente ligando a tampa à estrutura da máquina (figura 128).

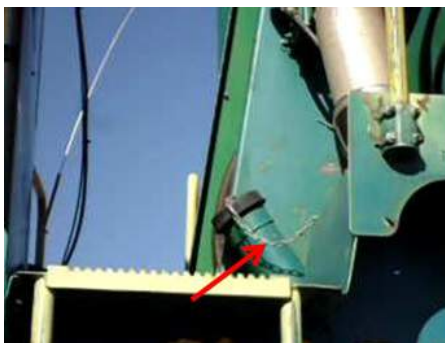


Figura 128. Corrente para a tampa do tanque combustível.

*“Colocamos essa corrente nela, agora não perde mais”.*

✓ Chapa defletora do rolo picador

- Problema: as chapas defletoras originais (que separam rolo picador do motor) não são muito resistentes.

*“Essa chapa fica atrás dos dois facão picador, ela protege parte de motor, radiador, essas coisas. E ela deu desgaste, furou e começou a passar cana pro motor”.*

- Solução: substituição da chapa por outra de material mais grosso (figura 129).



Figura 129. Chapa defletora mais resistente.

*“Ela original é de um material mais fino, aí a gente coloca esse mais grosso. Era chapa 3/16 e passou pra 8mm. Dobrou praticamente, né? (...) Quando chega nova a gente não mexe, mas depois sim, pra prevenir a safra, né? Se não, é serviço a mais... Pra você remendar depois dá trabalho, desmontar toda a latoria da frente”.*

✓ Nível de óleo da caixa 4 furos

- **Problema:** dificuldade de visualizar o nível do óleo da caixa 4 furos, de acionamento das bombas, devido à sua localização no fundo, atrás de todas as bombas e mangueiras.

*“Esse nível de óleo fica lá atrás, você não enxerga ele. É muito escuro”.*

*“A própria caloria da caixa lá acaba tampando de terra, ou às vezes o óleo mesmo ele ferve aqui por causa da caloria lá e escurece a mangueira. Aí os caras vai e limpa, os comboistas usam aquele faroletinho pra enxergar... Na usina chegaram a perder uma caixa dessa por causa de nível de óleo. Você não consegue ver, né?”.*

- **Solução:** mudança na localização do nível de óleo, conforme a figura 130.



Figura 130. Nova posição do nível de óleo.

*“A gente pegou e trouxe o nível aqui pra frente. Aí fica fácil de ver”.*

- ✓ Nível de óleo hidráulico
- Problema: sensor de perda de óleo hidráulico dentro do tanque abaixo do nível, o que provoca a perda de muitos litros de óleo até que o sensor detecte e soe o alarme na cabine (figura 131).



Figura 131. Nível de óleo e posição do sensor original.

*“Veja bem onde tá o nível de óleo. Agora olha onde tá o sensor! Tá pra baixo do nível. Então quando chegar até aqui pra ele acusar, eu já perdi 100 litros de óleo! Porque se você medir o tanque aqui vai dar quase 1 metro por uns 50 cm, então se baixar um tanto assim, é 40, 60 litros”.*

*“Se estourar uma mangueira e a gente não ver, o tratorista não ver, perde muito óleo até o sensor apitar pra gente escutar”.*

- Solução: colocação de um pequeno tanque de óleo adicional interligado ao tanque original, com a colocação de um sensor dentro desse tanque (figura 132).



Figura 132. Tanque adicional conectado ao tanque original.

*“Fizemos essa adaptação. Colocamos essa caixa de óleo aqui em cima. E ali vai só 20 litros de óleo, no máximo, e geralmente a gente enche até metade só, e quando chega ali no vermelho, no mínimo, ela apita. Aí só perde 4 ou 5 litros de óleo só”.*

✓ Capuz do extrator primário

- Problema: o capuz (ou capa, chapéu) não apresenta muita resistência.

*“A capa tem material mais fino e vem revestido por dentro, mas o revestimento que vem de fábrica não aguenta fazer a safra. E só com o preço do revestimento a gente compra 2 capuz”.*

- Solução: substituição da peça por uma de fabricação da Case (figura 133).



Figura 133. Capuz Case na máquina John Deere.

*“Mudamos. Colocamos a capa da Case. O material da Case é um plástico grosso. (...) É do mesmo tamanho, tem que mudar pouca coisa, cortar a pontinha do alojamento lá, do anel. E ele é um pouco mais baixo, mas o serviço de eficiência de limpeza é o mesmo. E dura mais”.*

✓ Parafusos das pás do extrator primário

- Problema: o mesmo problema já descrito na 3520 com o desgaste dos parafusos no extrator primário foi relatado pela equipe.
- Solução: colocação de uma peça semelhante ao vortex da Case (figura 134).





Figura 134. Peça semelhante ao vortex.

*“Colocamos um cumbuquinha, tipo o vortex da Case, que ajuda a preservar os parafusos. Ele também ajuda a limpar mais a cana. O da Case é um grandão branco e conseguimos esse parecido com fornecedor de peça”.*

- Observação: entretanto, a equipe não estava satisfeita com o vortex e estava elaborando outra solução para o problema, devido ao desgaste mais rápido das pás.

*“Estamos projetando ainda uma modificação. Porque o vortex é o seguinte: ele ajuda na distribuição da aeração, né? Ajuda na limpeza. Mas na mesma hora, ele prejudica as pás, porque ele lança o produto pra fora e come só as pontas das pás. A durabilidade das pás fica menor. Ele espalha pra ponta, acaba usando mais as pontas das pás e a gente perde em hora, né? A gente tá vendo se projeta só uma tampa pra proteger só o parafuso, sem ser cônica, porque daí a terra vai bater ali e o serviço da hélice vai ser o mesmo”.*

### ***Modificações operacionais***

As modificações operacionais, como dito, também estão relacionadas com melhorias no projeto. No entanto, essa categoria foi criada para ressaltar aquelas modificações que visam especificamente as operações de colheita e de manutenção das máquinas. Tais modificações também foram separadas por modelo de máquina estudado.

- **Case 8800**

Nas máquinas 8800 da situação A foram observadas as seguintes modificações:

- ✓ Farol de iluminação posterior

- Problema: falta de visibilidade do extrator primário do lado direito do operador devido ao posicionamento do radiador.

*“Ela tem essa caixa que fica o radiador. Então atrapalha pra ver a biruta. Do lado esquerdo você vê bem, mas do direito não. E de noite com a escuridão, você não enxerga nada. (...) A gente não vê a palha. E tem que ver pra não jogar muito no transbordo, porque ele bate no transbordo e fica tudo cheio de palha”.*

- Solução: colocação de um farol para iluminação, conforme a figura 135.



Figura 135. Farol para iluminação.

*“Nessa máquina o rapaz colocou uma lanterninha pra clarear a ponta da biruta. A usina comprou pro cara trocar a faquinha, daí ele cortou a extensão e colocou lá”.*

- Observação:

Não foram todas as máquinas que receberam essa farol de iluminação acima mencionado. Assim, a equipe colocou adesivos refletores, um na ponta do extrator primário na tentativa de facilitar a visualização do lado direito (figura 136A) e outro

na aranha do lado oposto, pois é o lado que o operador tem visualização através do retrovisor (figura 136B).



Figura 136. Adesivos refletores no extrator primário.

*“A gente colocou aquela faixa lá pra dar um reflexo de noite. Primeiro colocou na biruta, mas mesmo assim não dá pra ver. Daí a gente colocou na aranha, bem no meio e do lado de lá, porque a hora que você puxa ela que você vê no retrovisor certinho a faixa e sabe que a biruta tá na posição boa. (...) Então tem que ser do lado de lá, porque desse lado não dá pra ver mesmo, né?”.*

✓ Giro do extrator

- Problema:

1 – quebra frequente do motor de acionamento de giro do extrator primário.

*“Tem muita dor de cabeça com quebra desse motor de giro... A mangueira estoura”.*

2 – giro do extrator primário separado do giro do elevador, fazendo com que a cada manobra, o operador acione cada um dos respectivos botões.

*“Toda vez que manobra, tem que girar a biruta. Tem máquina que vira junto com o elevador, né? Essa aqui não. (...) Seria bom se virasse porque é uma coisa a menos pra gente, porque toda hora tem que tá preocupado com*

*aquilo, ali, né? Não pode esquecer, porque se não, você joga palha em cima da cana”.*

- Solução: foram colocados quatro “batoques”, um par de cada lado, de modo que quando o giro do elevador é acionado, gira juntamente o extrator primário (figura 137).



Figura 137. Batoques de giro do extrator primário Case 8800.

*“Nós colocamos dois batoques de cada lado então você vira o elevador, o elevador bate na orelha do batoque e a biruta já vira junto a quantia certinha”.*

- Observação: esta ainda não é a melhor solução, pois a colocação dos “batoques” impede o giro independente do extrator necessário na tarefa de “abrir eito”.

*“Esses batoques tem uma desvantagem, né? Quando você vai abrir eito, você joga a palha tudo em cima da cana. (...) E se pegar uma cana fechada, de madrugada, você tá enrolado”.*

*“Se virasse junto com o elevador e na hora de abrir eito tivesse a opção de virar individual, igual é na John Deere, seria melhor”.*

No entanto, esta solução eliminou a necessidade de colocação dos adesivos refletivos nas máquinas, mencionados no item anterior.

*“Agora não precisa mais dos adesivos porque o extrator vai girar a medida certinha, né?”*

- ✓ Talha para movimentação dos radiadores
- Problema: dificuldade para retirada e manuseio dos radiadores (de água, de óleo e intercooler) para manutenção, devido ao peso e localização destes.

*“Quando quebra na roça, tem que tirar os radiadores de lá de cima da máquina. De 5 metros de altura e por no chão. Que jeito? Na mão”.*

*“Tem três radiadores ali, um em cima do outro. E quando quebra, tem que tirar pra soldar, né? A gente tirava em três, quatro, quantos tiver. Pesa uns 60 kg, mas lá em cima, pesa uns 100kg. É desajeitado e não tem pega”.*

- Solução: foi criada uma talha para movimentação dos radiadores (figura 138).



Figura 138. Talha para movimentação dos radiadores Case 8800.

Essa talha é fixada em um pino soldado no extrator primário (figura 139A) e um gancho na aranha do extrator (figura 139B).



Figura 139. Pino e gancho para acoplar a talha.

A acoplagem dos radiadores na talha é feita através do parafusamento de um suporte removível com gancho (figura 140).



Figura 140. Suporte para manuseio do radiador com a talha.

*“Esse é projeto nosso, que o mecânico que inventou. E com essa talha, dá pra tirar os três radiadores. O esquema que ele fez, tira e coloca tudo”.*

*“Pra colocar, você morre de fazer força. E lá em cima, eles passam rente da caixa, então não tem jeito de colocar a mão pra pegar. Tem que jogar. E pra tirar ele, você tem que tacar uma chave de fenda por baixo, porque é um em cima do outro então tem que fazer uma alavanca pra separar eles pra você conseguir por a mão e pegar. E tudo lá em cima atrapalha pra você subir, filtro de ar, tudo, então você tem que inventar uma coisa pra facilitar. A gente não é engenheiro, mas faz”. (mecânico).*

*“Agora a gente tem que soldar esse pino e o gancho em todas as máquinas”.*

- **John Deere 3520**

Nas máquinas 3520 da situação C foi observada a seguinte modificação:

- ✓ Farol posterior
- Problema: má iluminação na parte posterior inferior da máquina.

*“Não tem farol na traseira dela e o chefe pediu pra colocar porque ele quer que de noite veja como que tá o toco de cana, se tá baixo, se tá alto... Ver*

*como que tá o corte aqui atrás à noite, né? De dia dá pra ver, mas de noite, é complicado”.*

- Solução: colocação de um farol no lugar de uma das lanternas da máquina (figura 141).



Figura 141. Localização do farol.

*“Colocamos o farol aqui embaixo, no lugar dessa lanterna aqui. Tirei uma lanterna e coloquei. Aí ele vem clareando pra trás e o próprio transbordista vê e fala ‘abaixa um pouco a máquina’, pelo rádio ele avisa o operador”.*

- **John Deere 3522**

Nas máquinas 3522 da situação B foram observadas as seguintes modificações:

- ✓ Corote

- Problema: falta de um reservatório para lavar as mãos.

*“Uma coisa que devia vir original e não vem é um corote pra gente tá lavando a mão, porque a gente sempre tá mexendo nela, essas coisas, então tem que lavar a mão”.*

- Solução: colocação de um corote atrás da escada de acesso, com a água do ar condicionado (figura 142).

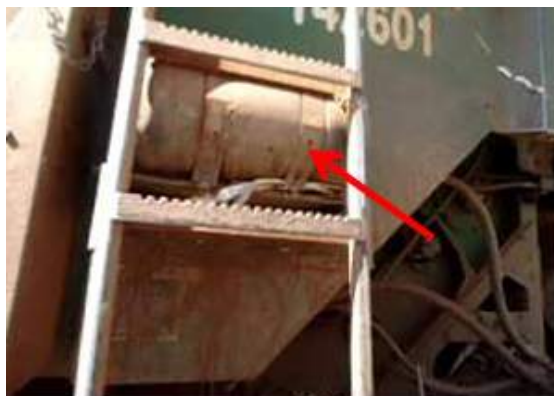


Figura 142. Corote.

*“A gente colocou um corote e a gente não precisa encher porque o mecânico fez uma adaptação direto do ar condicionado. A água que condensa do ar condicionado vem direto pra cá. Porque é uma água perdida, né? Então a gente não perde essa água e não precisa ficar parando pra encher o corote, sempre tá cheio”.*

✓ Tanque combustível

- Problema: necessidade de aumento da autonomia de trabalho.
- Solução: aumento do tanque combustível em aproximadamente 350 litros (figura 143).

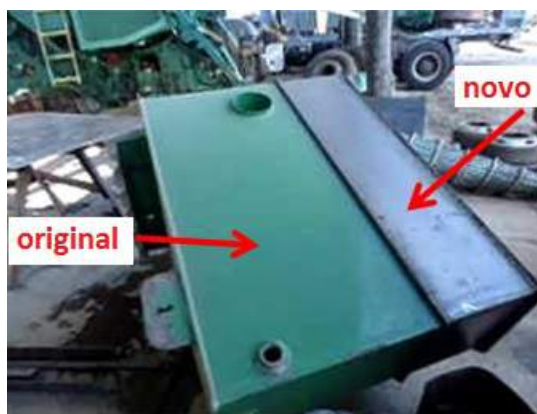


Figura 143. Tanque de combustível John Deere 3522 aumentado.



*“A gente aumentou o tanque. Essa é a parte nova (figura 137). Não foi a gente que fez, foi feita fora, porque se a gente for fazer, a gente não dá conta de tanto serviço. E a gente não tem as ferramentas pra dobrar essa chapa, tá vendo? Então é mais fácil mandar pra fora. Pegou o projeto, as medidas, o desenho e mandou pra fazer”.*

*“Pela medida que a gente fez aí, vai aumentar uns 350 litros. Dá pra aguentar umas 12 horas de serviço sem abastecer. Acho que vai dar uns 900 litros de óleo diesel aí. A gente não pegou o perímetro e fez a altura pra ver, mas vai chegar a quase 900. Aí vai do planejamento, mas dá pra abastecer à tarde e à noite não abastece, você ganha o abastecimento da noite, né? Não precisa tá rodando comboio à noite”.*

Para suportar o peso do novo tanque, a equipe reforçou a estrutura da máquina sobre a qual o tanque é posicionado, conforme evidenciado na figura 144.

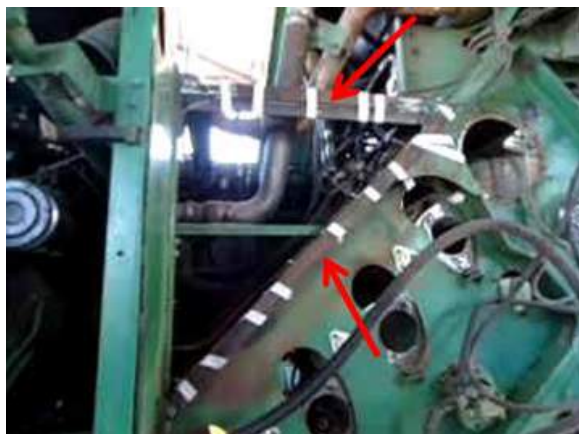


Figura 144. Reforço na estrutura da máquina para o tanque.

*“O tanque vai ali e foi feito esse reforço pra colocar o tanque no lugar, né? Todo o peso do tanque é em cima dessa viga, então soldamos outra chapa por baixo. A gente chama essa parte de cavalo”.*

Além disso, também foi feito reforço na estrutura do próprio tanque (figura 145):



Figura 145. Reforço na estrutura do tanque.

*“Eu aumentei aqui também. A gente chama de sela. Eu aumentei 15cm, aumentei os reforços e aumentei a chapa. Pra aguentar mais e não ter perigo dela abrir, né?”*

#### **5.4.1.1. Processo de elaboração das modificações**

As modificações no projeto das máquinas realizadas pela equipe de manutenção são elaboradas através de um processo conjunto de análise dos problemas entre operadores e mecânicos.

Conforme relatado por todas as equipes entrevistadas, geralmente os operadores percebem um problema, relatam aos mecânicos, que por sua vez, elaboram as soluções, que são validadas por todos.

*“Normalmente eles [operadores] que percebem o problema e chamam a gente. Aí a gente acompanha, anda do lado, anda na máquina... Tá sempre junto. Na safra a gente tá de plantão ali. Aconteceu alguma coisa, eles gritam no rádio e a gente vai lá pra ver. Alguma coisa tá estranha, algum barulho diferente na máquina, eles chamam e aí a gente vê o que é”. (mecânico da situação B).*

*“Tem coisa que a gente também percebia que acontecia muito, que não vencia, você acabava de fazer manutenção em uma, tinha outra parada e*

*assim ia... Tem um pessoal mais antigo aqui, aí fomos trocando ideia um com o outro e fomos modificando”*. (mecânico da situação A).

*“A gente vai conversando ‘ó, tá assim...’. Aí vamos usando a cabeça e eles [mecânicos] vão fazendo pra nós, né?”*. (operador da situação B).

Também pode acontecer dos próprios operadores elaborarem soluções, que da mesma forma, são discutidas e validadas pelos mecânicos:

*“É, eles [operadores] falam ‘tá ruim, vamos mudar’. Eles mesmo falam, eles mesmo pegam a chave e falam ‘e se nós fizermos assim?’. E eu falo: ‘vamos tentar, tem que tentar’”*. (mecânico da situação C).

Um exemplo claro do processo de elaboração das modificações é o da colocação dos “tijolos” nos discos do corte de base nas máquinas John Deere 3522. Conforme os relatos abaixo, o problema foi detectado pelos operadores durante a colheita, a equipe então se reuniu para analisar a causa e durante a discussão conjunta, chegou-se à solução:

*“Na máquina duas linhas, você ia cortar cana com o disco normal e a máquina só embuchando, embuchando... Não era nem embuchando, ela chegava só a empurrar a cana e não puxava pra dentro. (...) A gente quebrava muito a cabeça porque a máquina não cortava cana! Cana forte, mais voltava pra trás do que ia pra frente. (...) Aí a gente ia ver, pensava que tinha rolo parado, perdia tempo abrindo rolo, tirando rolo pra ver o que tava acontecendo com a máquina”*. (operador).

*“Os tijolos, foi o operador que acendeu a luz. Porque colocava disco novo na máquina, ia bem, aí chegava do nada, a máquina não ia, não ia... Às vezes trabalhava com 1 rua só pra não perder rendimento, não ficar parado. Aí o operador chegou e falou assim: ‘rapaz, quando coloca disco novo na máquina, melhora’. Aí eu imaginei que os taquinhos tavam gastos. Aí falei: ‘vou colocar os taquinhos e vamos ver se vai’. Colocamos, ela entrou na rua e parecia máquina nova!”*. (mecânico).

Após implantada a solução, a equipe analisa sua eficácia durante o uso e realiza adaptações, se necessário. Por exemplo, após algum tempo de implantação dos 3 “tijolos” em cada um dos discos das máquinas da situação B, a equipe percebeu que 2 “tijolos” em cada disco eram suficientes:

*“A gente até passou pra dois de cada lado. Eram três, aí um arrancou e a gente viu que os dois que tava fez o serviço normal, aí deixamos só com dois. Até com um ele faz o serviço, mas aí desbalanceia o disco, né? Então tem que colocar um de cada lado pelo fato de balancear também”.*

Cabe ressaltar que as modificações primeiramente são realizadas em uma máquina. Quando a solução é testada, ajustada e validada, a equipe então faz a modificação nas outras máquinas existentes:

*“A gente muda em uma máquina. Primeiro faz o teste. Se o teste dá certo aí a gente faz em todas as outras”.*

Quando são mudanças de grande porte e que envolve um grau elevado de incerteza, a equipe pode optar por fazer tentativas em máquinas velhas disponíveis. Na situação A, por exemplo, com máquinas Case 7700 e 8800, foi observado que a equipe tinha um projeto de transformar a 7700 (uma máquina mais velha) em uma máquina de duas linhas:

*“Vamos abrir uma 7700 pra cortar duas ruas de 1,50m. A hora que abrir, eu aviso você. Vamos cortar essa frente dela e vamos abrir: de 1,10m vai pra 2,20m. Vamos abrir pra 3,4m de largura. Ela vai ser o teste né? Sempre uma de teste. Tem que mudar o eixo, cortar o eixo, alongar o eixo, a suspensão dela já vai ser aqui na frente, a caixa do corte de base vai de 1,10m pra 1,80m, vamos cortar no meio e fundir uma com a outra e trabalhar com dois motores e o disco vai ser de 32 polegadas. Elevador vai ficar igual porque a gente trabalha em lugar bem torto e se aumentar e jogar pra baixo, ele não volta, né? (...) Vamos fazer tudo aqui. É ideia nossa e se Deus quiser, vai dar certo. (...) Não vamos fazer na 8800 porque em time que tá ganhando, não se mexe. Pega uma velha e faz o teste, se deu resultado, você investe. A gente depende de resultado”.*

#### **5.4.2. Austrália**

Considerando as modificações de projeto realizadas pelas duas situações estudadas, D e E, foi observado que essas consistem basicamente de modificações estruturais, de cobertura

com eletrodo revestido das partes que sofrem desgaste. Na situação E, a máquina sofreu uma modificação funcional e duas operacionais, descritas a seguir.

### *Modificações estruturais*

- **John Deere 3510**

Segundo o operador-mecânico, a cobertura de solda (figura 146) é realizada antes de colocar a máquina em campo e é refeita toda entressafra a fim de prevenir quebras e desgastes. As partes da máquina que recebem a cobertura de eletrodo revestido são: discos e canelas do corte de base, rolos divisores principais, sapatas e rolos transportadores.



Figura 146. Revestimento de solda na John Deere 3510.

*“Nós cobrimos com solda os cortes de base, os divisores de linha, os rolos transportadores... Fora isso, nós só usamos uma pá maior no extrator secundário. De resto, a máquina permanece original”.*

- **Cameco CH 2500**

As mesmas coberturas também eram realizadas na máquina da situação E: rolos transportadores, corte de base, rolos divisores principais, sapatas (figura 147).



Figura 147. Revestimento de solda na Cameco CH2500.

*“Tudo que toca o solo na frente, a gente cobre com solda. Rolos, divisores de linha, embaixo dos divisores, corte de base, etc.”.*

### ***Modificações funcionais***

A modificação funcional realizada na máquina Cameco CH2500 da situação E foi no sistema de arrefecimento (radiador).

Originalmente, a máquina tinha um radiador sem o sistema auto-limpante que as novas máquinas apresentam (geralmente acionado automaticamente cada 20 minutos e também acionado a qualquer momento pelo operador). Isso levava à necessidade de paradas constantes para a limpeza a fim de evitar o superaquecimento.

*“Nós mudamos o sistema de ventilação e agora ela não esquenta tanto e você pode cortar por longos períodos sem precisar parar. As novas tem um sistema de arrefecimento auto-limpante, elas tem um ventilador reversível que tira a sujeira e você consegue ir sem parar”.*

### ***Modificações operacionais***

Com relação às modificações operacionais, foram realizadas na máquina Cameco 2500 da situação E duas delas: elevação da cabine de controle e retirada das grades de proteção ao redor da cabine.

- ✓ Elevação da cabine
- Problema: cabine muito baixa que dificultava a visualização da colheita por parte do operador.
- Solução: cabine da máquina foi elevada para permitir melhor visibilidade do corte. A figura 148 mostra a altura original da cabine e a altura depois da modificação.

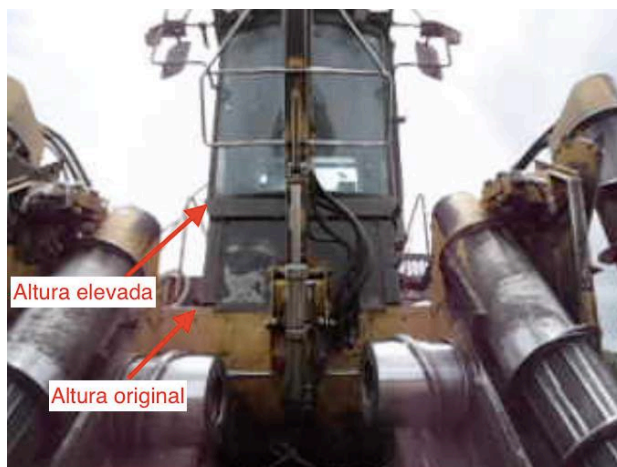


Figura 148. Altura original e modificada da cabine da Cameco CH2500.

Para permitir o acesso, a equipe colocou um degrau a mais (figura 149).



Figura 149. Degrau adicional de acesso à cabine.

*“Nós erguemos a cabine pra poder ver a cana melhor. Essa cabine costumava ficar aqui, nessa plataforma e agora que está mais alta, você*

*consegue ver melhor, ver onde você está indo... As novas John Deere tem uma cabine mais alta, as Case nem tanto”.*

*“A cabine ficava nessa plataforma, aí colocamos essas pernas mais longas aqui e aí colocamos aquele degrau”.*

✓ Retirada das grades de proteção

- Problema: as grades de proteção à frente da cabine dificultavam a visualização da colheita uma vez que estas continham a palha da cana, que acumulava bloqueando o campo de visão do operador (figura 150).



Figura 150. Grade de proteção original.

- Solução: as grades foram retiradas (figura 151).



Figura 151. Máquina sem a grade de proteção.



*“Eu tive que tirar as grades porque a cana ficava acumulada nelas... A palha da cana acumulava, acumulava, acumulava e você não conseguia ver. O lixo bloqueava a sua visão então removi elas, caso contrário, toda hora você tinha que parar e limpar as pilhas de palhas. Sem as grades, a palha cai direto no chão”.*

## **5.5. Necessidade de melhorias**

Através da análise da atividade, da descrição das modificações e dos questionários aplicados com os trabalhadores, foi possível sumarizar os problemas de projeto das máquinas estudadas que ainda carecem de melhorias. Esses problemas são importantes principalmente por se tratarem de questões que envolvem soluções que estão além das possibilidades de intervenção/execução das equipes de manutenção.

A seguir, serão apresentadas os problemas de projeto e necessidade de melhorias em cada uma das máquinas acompanhadas, separadas pelo país de estudo.

### **5.5.1. Brasil**

Nesta sessão, são apresentadas as necessidades de melhorias nos três modelos de máquinas estudados no Brasil. No caso das máquinas John Deere, as necessidades comuns foram agrupadas e apenas as necessidades específicas do modelo 3522 de duas linhas foram tratadas separadamente.

- **Case 8800**

As modificações de projeto necessárias nas máquinas Case 8800 de acordo com os resultados são: chassi, giro do extrator primário, rolos transportadores, rolamento do divisor de linha, posição do radiador e suspensão.

- Chassis

Como já abordado, segundo a equipe de manutenção da situação A, o chassis da máquina 8800 não é constituído de material muito resistente (exigindo soldas e reparos frequentes) e é um aspecto a ser melhorado:

*“Essa chapa tinha que ser no mínimo isso aqui de espessura. É muito fina. Trinca o chassis, porque é muito terreno acidentado que a gente trabalha e se o chassis fosse mais reforçado, dava menos quebra, menos trinca. Olha só a finura da chapa! É mínima! Se fosse um pouco maior, já melhorava, dava menos trinca”.*

Dependendo dos danos sofridos no chassis, o tempo de manutenção das máquinas na entressafra pode, inclusive, ser maior:

*“Quanto tempo demora para uma máquina ficar pronta?”.* (entrevistador)

*“Depende da situação dela, né? Muitas vezes em duas, três semanas consegue liberar, mas muitas vezes tem chassis trincado, solda muito grande, aí demora mais”.* (mecânico).

Um dos mecânicos que trabalha na situação C completou:

*“O chassis é de chapa 3/16 trinca mesmo. Se bobear, você tem que cortar uma parte inteira pra colocar. (...) E outra: a Case tem o tanque hidráulico embutido no chassis da máquina, então trinca muito e se trinca, pra você soldar aqui lá é fogo. Da John Deere é separado, então esses tanques você tira fora”.*

- Giro do extrator primário

Apesar da equipe ter criado o batedor para o giro do extrator primário juntamente com giro do elevador, esta solução ainda apresenta a limitação de não permitir o giro independente do extrator durante a tarefa de “abrir eito”. Assim, este é um aspecto a ser considerado pela fabricante:

*“Se ele virasse junto com o elevador e na hora de abrir o eito, tivesse a opção de girar separado, seria melhor”.*

- Rolos transportadores

A blindagem dos rolos transportadores foi outro ponto de melhoria colocado pela equipe da situação A, pois eles devem fabricar tampas para 10 rolos considerando apenas uma máquina.

*“São 10 tampas em cada máquina e são 13 máquinas. Tem que fazer adiantado”.*

*“Ela sem modificar a parte de rolo transportador, dá muito problema em rolamento, porque não tem vedação, entra terra”.*

*“Vem tudo aberto ali e cada semana, era uma máquina parada por causa de rolos. Bolamos essa tampa com graxeiro pra não entrar terra no rolo. Dizem que as máquinas novas já tá saindo com isso, né?”.*

- Rolamento do divisor de linha

Como descrito anteriormente, há a quebra frequente do rolamento do divisor de linha e a equipe de manutenção da situação A relatou que vem trabalhando em uma solução há muito tempo, porém sem sucesso. Este é um dos pontos apontados por eles como importante a ser considerado pela fabricante:

*“O mais trabalhoso é o rolamento de pirulito, porque aqui embaixo tem aquele chapéu de bruxa [sapata], que pra você tirar, você gasta 1 hora, só pra tirar e mexer, sendo que a manutenção é mais rápida. Demora mais pra chegar no rolamento do que pra mexer nele. E ele quebra muito. É aí que tem que mudar. Já foi falado com os engenheiros da Case que vieram aí, vieram aí conversar com nós e disseram ‘ah, vamos ver’”.*

- Posição do radiador

Como mostrado na avaliação da máquina 8800 pelos operadores, a posição do radiador impede a visualização posterior do lado direito da máquina e segundo eles, este é um ponto a ser considerado nos futuros projetos:

*“Esse radiador tapa a visão desse lado. Podia mudar isso aí. Não sei porque tá mais pra um lado”.*

- Suspensão

Por fim, a localização da suspensão da máquina 8800 é outro ponto crucial de acordo com a equipe. Segundo eles, a suspensão localizada no centro da máquina aumenta a sua instabilidade, o que interfere na operação:

*“A Case o problema dela que até hoje é o que o operador mais sente é a parte de suspensão dela, né? A suspensão no meio... Se você conversar com qualquer operador ele vai falar a mesma coisa pra você: a suspensão dela, porque ela dificulta bastante o serviço da gente. Até a parte de altura de corte de base ela dificulta um pouco. Porque ela calangueia muito. Por ser muito peso, a suspensão dela é no meio da máquina, olha a quantidade de peso que tem pra frente da máquina? Então ela trabalha meio calangueando. Já é mais difícil você calibrar a pressão, manobrar, cortar em lugar penso... Ela balança mais”.*

Além disso, a localização da suspensão representa um problema considerável em situações de colheita em terrenos inclinados como explorado no item 5.2.2.1.4. e na colocação da máquina na prancha de transporte:

*“Aquele radiador lá, com a suspensão no meio, bem no meio da máquina, ela fica gangorrandando. Tem que ver como é gostoso subir na prancha de ré. (...) A prancha da usina não engata na frente e sobe, tem que subir de ré (...) e a hora que ela chega lá em cima ela começa a gangorranar. Eu não subo, nem dentro eu vou”.* (mecânico).

Assim, quando entrevistados, operadores e mecânicos da situação A foram unânimes como um dos pontos a ser modificado pela fabricante:

*“O que precisava mudar nessa máquina é colocar a suspensão na frente. Colocou o pistão lá na frente, tá ótimo!”.*

*“Não tem coisa melhor! É muito mais estável!”.*

*“Com a suspensão na frente, esquece! A duas linhas que veio fazer teste, essa é na frente a suspensão, ela entra e sai da prancha sem problema. (...) Evita até de quebrar chassis da máquina porque torce menos. Essa aí, qualquer coisa tá torcendo. Até pulando o nível!”.*

Um dos mecânicos apontou aproximadamente a diferença de localização da suspensão (figura 152):



Figura 152. Localizações da suspensão Case 8800.

*“Lá atrás, o pistão fica quase em cima do eixo que segura a esteira lá atrás. Se fosse na frente, olha só a diferença?”.*

- **John Deere**

- o 3520 e 3522

As modificações de projeto necessárias nas máquinas John Deere 3520 e 3522 de acordo com os resultados são: reforço de estrutura, pressões do corte de base e do rolo picador, disco de corte lateral, nível do óleo hidráulico e alguns itens da cabine.

- Reforço de estrutura

Segundo as equipes das situações B e C, embora vários reforços antes praticados tenham sido incorporados nas máquinas novas, ainda é necessário que a estrutura da máquina (chassis e elevador) sejam reforçados a fim de ganhar mais robustez considerando as condições de terreno em que trabalham.

*“Bastante reforço que foi feito e que deu resultado, eles tiram foto e levam pra engenharia. (...) E agora as novas tão vindo com reforço. (...) Mas eu que tô na parte de mecânica, que faço o serviço de solda aqui, acho que é a parte de estrutura dela que tem melhorar. Reforçar mais. Parte de chassis, essas*

*coisas... Elevador mesmo, a parte de travessas que foi tudo trocada, colocada mais grossa". (mecânico da situação B).*

*"Parte de estrutura, a gente tem muito problema com isso. Aí é a hora que os engenheiros entram e falam que vai aumentar o peso da máquina. Mas só que não tem o que fazer, você tem que reforçar!". (mecânico da situação C).*

- Pressões de corte de base e do rolo picador

Outro ponto importante mencionado pelas equipes foi a necessidade de separação das pressões entre corte de base e rolo picador. Nas máquinas estudadas, corte de base e rolos picadores eram conjugados e segundo os operadores, deveriam ser separados para melhor colheita e operação:

*"Eu aprendi a trabalhar com Case, mas não gosto de Case. Mas é uma máquina que a parte de engolir cana é espetacular. Passou na garganta dela ali, vai embora! Porque o sistema de corte de base e facão picador dela é separado. Na John Deere não, aqui é conjugado e por exemplo, se você for tirar rua que é engordada, rua gorda, a hora que você pega no corte de base, ele derruba muito a pressão, aí até a cana chega no facão picador o facão picador já patinou, já não entrou em velocidade compatível pra pegar a cana. Então se baixar a pressão, baixa dos dois. Então é uma coisa que a John Deere tinha que fazer, separar e deixar igual da Case, com uma bomba pra cada um. Aí ficava top".*

*"A 3522, por ser duas ruas entra muita cana e a pressão é junta. Então a pressão sobe muito e não consigo deixar numa altura exata com o relógio, então tem que usar a régua".*

Entretanto, segundo informações colhidas com os operadores, as máquinas novas aparentemente já apresentam essa separação:

*"Na minha opinião, o que tinha que fazer, já fizeram, que é separar a pressão dela".*

*"Nas novas são dois relógios separados, cada um com uma pressão. Aí você consegue fazer um corte exato. Igual a Cameco era. Eu não sei porque mudaram".*

- Disco de corte lateral

Como dito anteriormente, o disco de corte lateral das máquinas John Deere, segundo as equipes, precisam ter a opção de ajuste de altura, caso contrário, seu uso não é eficaz.

*“O corte lateral dessa máquina aqui não presta. Pra mim, podia arrancar fora. (...) O da Case aciona pra frente e volta, tem um pistaõzinho. Esse não, esse é fixo. Se o cipó tiver aqui embaixo, ele não chega. Então vai fazer o quê? Não tem serventia pra nada”.*

Na situação B, os operadores não utilizavam os discos de corte lateral e na situação C, a compra de algumas máquinas foi feita sem eles e de outras máquinas, eles foram retirados.

*“Eles [operadores] não gostam. Eles falam ‘ah, se quiser largar desligado, larga desligado’. Mas tem que gente que gosta de brincar, né? Então a gente deixa”.* (mecânico da situação C).

*“Ele é opcional. Essa máquina aqui já nem veio. A outra veio e foi tirado”.* (operador da situação B).

- Nível do óleo hidráulico

Como já apresentado anteriormente, a localização do sensor do tanque de óleo hidráulico nas máquinas John Deere estudadas provoca a perda de muitos litros de óleo. Embora as modificações feitas pelas equipes resolvam o problema, é algo que segundo eles, poderia ser resolvido pela fabricante:

*“Essa máquina furou a mangueira do motor xarlin aqui. Furou e o operador falou: ‘a máquina parou o implemento’. Aí eu falei: ‘como assim?’ ‘ah, tá acusando o nível de óleo hidráulico’ ‘mas então furou a mangueira’. Aí ele desceu olhar e tinha furado. Eu coloquei 160 litros de óleo na máquina. Imagina a dor no coração do patrão? (...) As duas máquinas gastou 400 litros na safra. Eu achei que gastou muito. Gastaria menos se o sensor não fosse assim. Se colocar um sensor que vamos supor, 3 litros ela acusa, ah, não gastava 200 litros! Não gastava, porque ela acusou, para! Ela não gasta tanto, só se estourar uma mangueira de alta pressão. Mas num tanque assim, se vazar, até ela acusar, já foi um monte de óleo”.* (mecânico da situação C).

*“Essa máquina aqui nós não mudamos o tanque de óleo hidráulico ainda, mas vamos fazer. Porque a John Deere é uma ótima máquina, mas pra óleo hidráulico...”*.

- Itens da cabine

Os itens da cabine mencionados pelos operadores como sugestões de melhoria consistem de: um compressor para limpeza interna, um compartimento para armazenar alimentos e água e o fechamento da janela da cabine, já abordado anteriormente como fonte de ruído.

*“Eles falaram que não tem espaço, que é muita coisa, mas precisava colocar um compressor aqui pra gente, pra bater um ar dentro da cabine pra limpar”*.

*“Porque a gente gosta de conforto e aqui é como a casa da gente, né? A gente gosta que fique sempre limpo e perde muito tempo na hora do comboio pra tá limpando aqui dentro. E a gente é obrigado a limpar sempre lá fora e perde tempo. Às vezes a gente fica 3 a 4 dias sem tá limpando aqui dentro”*.

*“Podia ter igual a Case, um frigobarzinho, né? Pra colocar água, lanche...”*.

*“Por causa da fechadura [da janela] que dá problema, a ventuinha não consegue pressurizar mais a cabine, porque ela puxa o ar, mas só que entra ar pelas frestas da janela”*.

o 3522

Considerando especificamente as máquinas 3522, as modificações de projeto necessárias estão relacionadas com os divisores de linha e o copiador de solo.

- Divisores de linha

Os operadores da situação B, que trabalhavam com máquinas 3522 se queixaram da largura entre os divisores de linha, principalmente durante a colheita em cana deitada, como discorrido anteriormente. Segundo eles, se a largura fosse um pouco maior ou mesmo se ela fosse regulável, a colheita nessas condições seria facilitada:



*“Um pouco centímetros mais largo. (...) Ou se pudesse regular a largura deles... Em cana em pé você vai bem, mas cana caída, começa a sair. Então pouquinho coisa que ela fosse mais aberta, era melhor”.*

*“O divisor podia ser mais largo. E não tem como ajustar essa largura, ele é fixo assim. Então podia melhorar”.*

#### - Copiador de solo

Por fim, o copiador de solo é outra necessidade importante para os operadores entrevistados uma vez que ele facilita a operação no que tange a altura do corte de base, como já discutido. Segundo eles, se a fabricante conseguisse colocar o copiador de solo com sucesso na máquina 3522 assim como o fez na 3520, seria de grande auxílio na operação:

*“O que seria bom mesmo é o copiador de solo, se desse certo”.*

*“Não conseguiram colocar. Parece que estão bolando um copiador pra ela. Diz que agora esse sensor vai sair no divisor de linha, mas não sei”.*

*“Seria bom... Parece que inventaram uma 2 linhas com copiador, tá pra vir testar, porque até veio uma vez, mas não ficou bom”.*

#### **5.5.2. Austrália**

Com relação às necessidades de melhoria, operador da situação D apontou a deficiência no disco de corte lateral, da mesma forma que as situações do Brasil B e C. Segundo o operador, o corte lateral deveria ser maior e ter a possibilidade de ajuste de posição, caso contrário, ele não é útil:

*“Esse corte lateral é inútil. É uma coisa que eles poderiam melhorar. Eles precisavam ser o dobro do tamanho, maior. E nessa máquina, eles são fixos. Das máquinas Case, eles são móveis, é melhor. Onde eles estão agora, eles não fazem absolutamente nada! Se eles fizessem os cortes maiores e eles pudessem ir pra baixo, seria melhor”.*

Já para o operador da situação E, as máquinas deveriam ter capacidade de colher até três linhas simultaneamente e de maneira eficiente, mas sabe que este é um desafio.

*“Pra falar a verdade, eu gostaria de ter uma máquina que cortasse três linhas. (...) Quando você tem uma cana boa, você consegue facilmente cortar a quantidade que precisa no dia, mas se você tem uma cana que não é tão produtiva, tipo metade do tamanho dessa, você tem que fazer muito mais, sabe? Então seria bom ter uma máquina que fizesse duas ou três linhas de uma vez. Seria bem melhor porque você pode ir bem devagar e o elevador tá sempre cheio, sempre bastante cana saindo e se você tivesse uma cana ruim, era só ir mais rápido e ainda ter bastante cana. (...) Seria bom, mas ela seria maior, mais pesada, mais poderosa, mais dinheiro, sabe? Eu acho que não vou ver isso”.*

## **5.6. Considerações acerca das situações estudadas**

Os resultados desta pesquisa foram divididos em cinco partes: situações estudadas, descrição da operação, avaliação das máquinas, modificações realizadas e necessidade de melhorias.

- Situações estudadas

Com relação às situações estudadas, alguns aspectos chamam a atenção quando se realiza a comparação entre os dois países.

A primeira delas é diferença de produtividade. Como descrito, a produtividade média das situações no Brasil é de 600 toneladas por dia para máquinas de uma linha e de 900 para as máquinas de duas linhas, e trabalha-se com turnos de 24 horas. Além disso, a colheita ocorre ininterruptamente e os trabalhadores realizam um sistema de revezamento. Na Austrália, por outro lado, existe apenas 1 turno de trabalho de 12 horas e produtividade média de 800 toneladas por dia.

A segunda diferença está relacionada com as formas de organização da produção e organização do trabalho das frentes de colheita. Na Austrália, os produtores são responsáveis

pela colheita e podem inclusive operar a máquina. Existem metas diárias a serem atingidas, podem ser alocados até 3 tratores para uma máquina e existe a prática da queima prévia (se não em todos os talhões, pelo menos naqueles com a cana que oferece mais dificuldade na colheita). Além disso, não há mecânicos nas frentes de corte, sendo os operadores os responsáveis por consertos básicos e questões mais complexas são direcionadas a um mecânico especializado.

Constata-se ainda que os modelos de máquinas em operação na Austrália são antigos e que o processo de mecanização no país se consolidou há muito tempo: há mais de 40 anos, nas duas situações estudadas.

- Descrição da operação

Com relação à descrição da operação, nota-se que a máquina colhedora é uma máquina complexa com diversas funções que devem ser ajustadas pelos operadores de acordo com as características da planta, do terreno e do tipo de solo.

Foram descritas todas as operações realizadas para o corte completo de uma linha de cana (início, durante e final) bem como todas as estratégias e modos operatórios adotados para o corte em situações variadas.

Duas diferenças com relação às variabilidades merecem destaque. A primeira é que no Brasil a colheita ocorre à noite e em terrenos com declividade (principalmente na região estudada, de Piracicaba). A outra diferença é com relação à estratégia de corte adotada: no Brasil é feito o corte linha a linha e na Austrália, a colheita em voltas ou com o transbordo alternando de ré.

No período de entressafra, outras tarefas são designadas aos operadores, principalmente a manutenção das máquinas e preparo destas para a safra seguinte. No Brasil, durante este período, os operadores auxiliam os mecânicos nas oficinas.

- Avaliação das máquinas

Os questionários aplicados com todos os operadores permitiram identificar quais características específicas de cada máquina representavam um problema do ponto de vista de quem opera e quais necessitavam de melhorias.

Os questionários aplicados com os mecânicos das frentes de corte brasileiras evidenciaram o vasto conhecimento acerca dos diferentes modelos de colhedoras que eles detêm. Foi possível evidenciar que eles sabem os pontos fortes e fracos de cada máquina, levando em conta sua experiência na ocupação. Além disso, evidenciou-se que as máquinas são acompanhadas por representantes das fabricantes e que algumas modificações são incorporadas por elas.

- Modificações realizadas

No que tange as modificações realizadas nas máquinas colhedoras, três categorias de foram identificadas: estruturais, funcionais e operacionais.

As modificações estruturais, de reforço na estrutura da máquina, foram observadas em todas as situações estudadas, tanto no Brasil quanto na Austrália. Determinadas partes das máquinas são reforçadas com solda para prevenir o desgaste durante a safra. No Brasil, além dessas soldas, peças e partes são substituídas por outras mais resistentes (como no extrator primário, chassi, elevador).

Com relação às modificações funcionais, diversas delas foram encontradas no Brasil para resolver os mais diversos problemas de projeto das máquinas, que não foram antecipados no processo de projeto.

Já com relação às modificações operacionais, foram seis encontradas no Brasil e duas na Austrália. Estas visavam a melhoria na operação, como melhor iluminação para o trabalho noturno, melhor visibilidade e conveniência do operador.

Um ponto importante a se destacado é como se dá o processo de elaboração dessas modificações nas situações brasileiras: operadores e mecânicos discutem o problema, elaboram, implantam e validam as soluções conjuntamente.

- Necessidade de melhorias

Este tópico abrangeu aqueles problemas de projeto das máquinas identificados através da análise da atividade e dos questionários de avaliação e que não tinham sofrido modificações no uso.

Cada um dos problemas apontados foram descritos e considerados separadamente, de acordo com o modelo de máquina em questão. Nota-se que tais problemas não podiam ser resolvidos pelas equipes.

## 6. Discussão

Nesta sessão é apresentada a discussão dos dados encontrados à luz dos referenciais teóricos adotados. Devido à quantidade de dados, para facilitar o entendimento, a sua discussão será dividida em três blocos, de acordo com as questões de pesquisa apresentadas no início deste trabalho.

- **O primeiro conjunto de questões de pesquisa engloba as gêneses instrumentais: se elas ocorrem, quais são elas e qual a origem desse processo inventivo na operação das máquinas colhedoras.**

Como apresentado no capítulo 2, com o desenvolvimento da atividade, ocorrem processos de gêneses instrumentais e, como um instrumento é uma entidade mista feita de esquemas e artefato, essas gêneses tem duas dimensões: instrumentação e instrumentalização.

Segundo Béguin (2007), por instrumentação entende-se um processo de especificação, enriquecimento ou adaptação das maneiras de fazer e de pensar. Já a instrumentalização envolve a adaptação, re-interpretação e até mesmo transformação dos artefatos.

Para demonstrar as gêneses instrumentais na operação de máquinas colhedoras, fez-se necessário primeiramente apresentar o trabalho prescrito, com base no manual destinado aos operadores para então ser possível confrontar essas prescrições com a atividade.

Conforme Rabardel e Béguin (2005), ambos os processos de gênese instrumental (instrumentação e instrumentalização) estão relacionados com o fazer do sujeito e o que o distingue é a orientação da atividade: um é voltado para o componente esquema do instrumento e o outro é voltado para o componente artefato do instrumento. No entanto, verificou-se uma dificuldade em realizar a separação desses dois processos de gêneses instrumentais. Como se separa o objeto do seu uso? Como fazer essa dicotomia?

O que se pretende argumentar é que os processos de gêneses instrumentais, tanto de máquinas colhedoras quanto de qualquer outro artefato, são indissociáveis, pois a inventividade do operador é integrada na ação. No caso da colheita em declividade, por exemplo, trata-se de uma instrumentação ou de uma instrumentalização de nível 2?

Segundo a teoria de Rabardel e Béguin (2005), este exemplo poderia ser visto como um novo esquema de utilização e também como instrumentalização de nível 2, onde não há transformação física, mas o elevador é enriquecido permanentemente com novas propriedades (ele passa a ser não apenas transportador de rebolos mas também o braço de equilíbrio da máquina). Dessa forma, optou-se por analisar e discutir as gêneses instrumentais de maneira geral.

Como constatado pela análise dos manuais de operação, a colheita em declividade não é formalmente prevista, conforme a passagem: “evite buracos, valas e obstruções que possam fazer a colhedora inclinar-se, especialmente em declives”. Por isso, a visão comum desse processo de catacrese segundo Rabardel (1995), é baseada na ideia de um desvio, uma apropriação indevida dos instrumentos. Entretanto, o autor reforça que é necessário adotar um outro ponto de vista e analisar a catacrese e atribuição de funções em toda sua significância, como o faz a abordagem das gêneses instrumentais.

A colheita em declividade, além de mostrar a inventividade dos operadores, também evidencia o papel da cooperação para o sucesso da instrumentalização de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar. Isto porque o elevador não é só utilizado como contrabalanço durante as manobras mas durante a colheita, ele é posicionado sobre o transbordo. Retomando a fala de um operador: *“Jogando pra baixo, apoia no transbordo pra não tombar”*, *“os dois (...) tem que estar em sincronia”*, fica claro como a relação de cooperação

Para a operação, cada uma das funções da máquina é acionada, ajustada e controlada pelo operador. As variabilidades relacionadas com a cultura, como: idade da cana, tamanho dos rebolos, tipo de solo, são aspectos previstos e incorporados nos itens das máquinas. Assim, de acordo com cada situação, os operadores ajustam as funções para que a colheita seja realizada com a qualidade esperada. Por exemplo: altura do corte de base ajustada para soqueira alta, rotação do extrator ajustada para rebolos mais leves, etc.

Entretanto, como descrito, existem variabilidades que exigem por parte dos operadores mudanças nos esquemas de utilização, que pode-se classificar como instrumentação. Essas variabilidades compreendem, por exemplo: cana muito “forte”, cana deitada, tipo de plantio (“abacaxi” e duas linhas) e linhas curtas.

Segundo Béguin e Rabardel (2000), os esquemas de utilização sofrem dois processos: assimilação e adaptação. A assimilação significa que eles podem ser aplicados a vários tipos diferentes de artefatos e a adaptação, que eles podem mudar quando a situação muda, levando portanto, à diversificação gradual de usos.

Os autores em outro trabalho (RABARDEL e BÉGUIN, 2005) detalham os dois processos. Segundo os autores, uma chave usada como martelo é um exemplo da função assimilativa dos esquemas: o sujeito usa outro artefato (a chave) para associá-lo com o esquema pré-existente de martelar, para isso, tal artefato deve ter propriedades específicas e os esquemas detidos por ele permite reconhece-las na chave.

Esse processo de assimilação pode ser observado quando o despontador é incorporado em um esquema de utilização do rolo tombador. Em cana “forte” e ereta, o campo de visão do operador é completamente bloqueado e para o rolo tombador ser eficaz em tombar os colmos de cana a ponto de permitir a visualização, o despontador acaba não conseguindo retirar as pontas dos colmos. E mesmo que opte-se por retirar as pontas, o despontador trabalharia em uma altura muito elevada e ainda sim não possibilitando a visualização do operador. Por isso, o despontador nessas situações é desligado e utilizado como um braço tombador.

De acordo com Rabardel e Béguin (2005), a assimilação muda o significado do artefato, no caso em questão, de partes do artefato. Entretanto, esse processo frequentemente não pode ser implementado, ou quando é, leva a problemas, por isso, os esquemas de adaptação surgem. Os autores exemplificam a função adaptativa dos esquemas com a caixa de câmbio semiautomática de um caminhão: os esquemas da caixa de câmbio manual detidos pelos sujeitos são atualizados e integrados em novos esquemas para dispor de um instrumento adaptado.

Na operação de máquinas colhedoras, esse processo de adaptação de esquemas de utilização pode ser observado no corte de linhas “abacaxi” e no corte de linhas curtas.

Na situação A, alguns talhões tinham o plantio “abacaxi”, uma espécie de plantio duas linhas porém com espaçamento bem reduzido e a colheita desses talhões era realizada com máquinas Case 8800. Embora essas máquinas fossem projetadas para colheita de apenas uma linha, os operadores desenvolveram novos esquemas de uso do artefato para colher esse tipo



de plantio, ainda que com dificuldades: alinhamento do corte de base, velocidade de colheita, rotação do extrator.

No corte de linhas curtas, a adaptação dos esquemas de utilização da máquina refere-se ao fato da colhedora, projetada para colher com um veículo de transbordo, realizar a colheita sozinha. Os operadores desenvolvem um esquema de colheita de ré e de acúmulo dos rebolos no cesto e até na esteira do elevador, o que permite a economia de manobras das duas máquinas.

Ragazzini (1992 *apud* Rabardel e Béguin, 2005) estudando a realização de exames de ultrassom mostra que os esquemas de exploração de um médico experiente são diferentes daqueles do iniciante, portanto, a instrumentação surge após um período de tempo. Da mesma forma, as adaptações dos esquemas de colheita descritas anteriormente ocorrem com a experiência: alinhar duas linhas em uma máquina de uma linha, acumular rebolos sem provocar entupimentos.

Em se tratando da evolução e transformações no artefato, esta foi verificada nas modificações do tipo funcionais e operacionais.

As modificações funcionais compõem uma categoria de modificações que mostra a continuação do projeto no uso, uma vez que engloba adaptações e melhorias no projeto das máquinas mediante seu uso diário em campo.

Nas situações brasileiras, foram encontradas diversas modificações funcionais: peças com formato diferente (como a saia flutuante do divisor de linha), retirada de motores que quebravam frequentemente e não apresentavam muita utilidade na prática (rolo tombador), sensores de perda de óleo hidráulico mais eficientes, guias nas esteiras, barreira de contenção de rebolos no cesto feita por correntes, cabo de aço para segurança, tampas auto lubrificantes, tampa da embreagem com melhor refrigeração, preenchimento da lacuna deixada pelo formato circular do cesto, mesa do elevador lubrificável, eliminação de cantos vivos para proteção de mangueiras, mudanças no trajeto de mangueiras. Na Austrália, por sua vez, foi encontrada apenas uma modificação funcional nas situações estudadas: no sistema de arrefecimento da Cameco CH2500.

Entretanto, conforme Rabardel (2001), embora as gêneses instrumentais sejam resultados de um projeto insuficientemente elaborado, como evidenciado pelas modificações

funcionais, elas também são a expressão da parte do projeto que é realizada pelo usuário. E isto é evidenciado pelas modificações operacionais.

Como observado, a maioria das modificações realizadas na máquina eram modificações funcionais e estruturais, as quais serão tratadas mais adiante. E as modificações que visavam especialmente a operação foram apenas cinco: três no Brasil e duas na Austrália.

No Brasil, duas dessas modificações estavam relacionadas com a melhoria da visibilidade posterior durante a operação noturna com a colocação de faróis e uma delas relacionada com o giro do extrator primário, eliminando a necessidade de seu acionamento a cada manobra e resolvendo o problema da falta de visibilidade pela localização do radiador. Na Austrália, as duas modificações dessa categoria visavam a melhoria da visibilidade do operador, tanto pela eliminação das grades frontais de proteção quanto pela elevação da cabine de controle.

As outras modificações incluídas nessa categoria de modificações operacionais tratavam-se de aspectos extras, como o corote para maior conveniência do operador e o aumento do tanque combustível na máquina de duas linhas pra reduzir abastecimentos. Esses exemplos encontrados mostram que o desenvolvimento no uso, a continuação do projeto com a atividade, é segundo Rabardel (2001) inerente à atividade humana. Como afirma Kaptelinin e Nardi (2006), a criatividade tecnológica está enraizada em nosso passado primata: mesmo os primatas não-humanos são capazes de “pensar fora da caixa”, desenvolvendo e compartilhando ferramentas simples para transformar suas atividades.

A inteligência da prática descrita por Dejours (2007), conforme considerada anteriormente, implica a ideia de astúcia e essa astúcia introduz então a imaginação criadora e a invenção, ou seja, a adição de qualquer coisa de novo ao que já é conhecido, ao que é objeto de uma rotina e integrado à tradição. Segundo Dejours (2007), a astúcia passa pela familiarização com o processo de trabalho e por um certo “mimetismo” que permite antecipar e intuir os acontecimentos que poderão produzir-se.

Mas qual a origem desse processo inventivo? Como se dá essa inteligência astuciosa? Como surgem todas essas inúmeras modificações observadas nas máquinas colhedoras, particularmente do Brasil? Como os usuários projetam?

Como descrito nos resultados, o processo de elaboração das modificações é realizado por operadores e mecânicos conjuntamente. Um dos dois atores percebe o problema (geralmente o operador) e ambos participam da elaboração das soluções que são efetuadas pelos mecânicos: sua discussão, teste e validação.

Dessa forma, pode-se afirmar que o projeto no uso das máquinas colhedoras, as modificações no artefato dependem, além dos próprios operadores, de um ator específico: o mecânico. É ele quem coloca em prática as ideias levantadas e discutidas em conjunto pela equipe.

Devido ao fato das modificações serem realizadas pelos mecânicos, muitas delas inclusive visavam especificamente a manutenção, como mudança na posição do comando vicker para acesso, soldagem da porca para reduzir a força necessária para troca das facas dos rolos picadores, mudança na posição do nível de óleo da caixa 4 furos para melhor visualização e, principalmente a talha para movimentação de carga (radiadores).

Os mecânicos tem vários anos de profissão e conhecem as diversas máquinas. Como constatado, tem mecânico que trabalhou com 6 máquinas diferentes e outro que trabalhou com 10 máquinas diferentes ao longo de sua profissão.

Em algumas modificações realizadas, pode-se observar que peças de máquinas diferentes são utilizadas para resolver os problemas encontrados. O novo tanque de óleo hidráulico acoplado ao tanque original Case tem o sensor da John Deere porque “*o da Case não dá certo*”. O capuz do extrator primário da John Deere 3522 foi substituído por um da Case, já que eles sabem que o material é mais resistente. Isso mostra que o projeto no uso dessas máquinas se dá através da bricolagem.

A proposta de Louridas (1999), de encarar o projeto como bricolagem fornece base teórica relevante para o presente estudo. O autor, ao dividir o projeto em projeto inconsciente (bricolagem literal) e projeto consciente (bricolagem metafórica), como explorado no capítulo 2, mostra como o projeto é uma atividade distinta porém mais comum do que se pensa, podendo ser praticada por projetistas mas também pelos usuários.

Segundo o autor, o projeto inconsciente (projeto sem projetistas) é direto e responde a problemas de maneira imediata: primeiro, trabalha-se com os materiais do seu ambiente, ou seja, os meios para a construção dos artefatos são retirados do seu redor; segundo, responde-

se imediatamente aos problemas de projeto. Isso significa que ele constrói o que tem que construir, faz um artefato quando precisa e mais ainda: ajusta e conserta seus artefatos no momento que a necessidade aparece (LOURIDAS, 1999).

Para Louridas (1999), o projetista inconsciente pratica bricolagem na medida em que ele trabalha com o que se tem disponível, com elementos que não são feitos por ele mesmo. Ele deve determinar quais das suas ferramentas e materiais disponíveis são úteis para seus propósitos e para isso, ele procura no seu inventário, no seu repertório e escolhe entre as possíveis respostas.

Assim, pode-se afirmar que os mecânicos são projetistas inconscientes, como colocado por Louridas. Por conhecerem as diferentes máquinas, eles detêm um repertório que é a fonte de alimento para a bricolagem e solução para os problemas.

As entrevistas com os mecânicos forneceram informações importantes para evidenciar o repertório detido por eles, como pode ser observado nas verbalizações: *“Tem máquina que dá problema de parte hidráulica, parte elétrica, tem outras que dá problema de chassis”, “máquina uma é diferente da outra. Uma é melhor pra colher, a outra não dá tanta quebra”*.

As modificações elaboradas também mostram essa questão, como a substituição da fechadura da John Deere 3520 por uma de uma máquina antiga, Cameco, com a qual o mecânico trabalhou anteriormente e sabia que era mais resistente. Esse mecânico procurou quem poderia fornecer tal fechadura: *“Liguei numa firma em Piracicaba e eles conseguiram pra mim. (...) É um gancho e de ferro. Bem melhor!”*.

A bricolagem também ficou clara na situação A, em que foi observado que a equipe providenciou um rolamento da John Deere a título de comparação para tentar replicar e resolver o problema que eles enfrentavam no rolamento do divisor de linha da Case.

Segundo Louridas (1999), por não tentar decompor o problema e sim reorganizar os seus materiais para criar a estrutura do artefato desejado, os projetistas inconscientes, mesmo não tendo qualificações em projeto, alcançam resultados admiráveis. Por isso, para o autor, ser um bom projetista significa ser capaz de ver coisas de maneiras diferentes, determinar seus significados, organizá-los em um todo estruturado e reorganiza-los dependendo do resultado. Conforme a fala de um mecânico: *“A gente não é engenheiro, mas faz”*.

Conforme aponta Kaptelinin (2003), a perspectiva colocada pela abordagem das gêneses instrumentais, implica que os usuários são projetistas, desenvolvendo e modificando o artefato. Entretanto, não se explica como os usuários fazem isso. Em outras palavras, não se explicita qual a gênese das gêneses instrumentais.

No caso das máquinas colhedoras, constata-se que essa evolução do artefato, o projeto no uso, se dá não apenas pelo desenvolvimento da atividade (conforme proposto por Béguin 2003) mas também pela sua junção ao repertório que os mecânicos, projetistas inconscientes, detém (conforme Louridas 1999). Estes dois atores possuem representações e competências distintas que, quando se associam, permitem a criação de novas competências.

Assim, o projeto no uso tem origem na atividade, na ação de operar a máquina e também no repertório desenvolvido pelos mecânicos mediante a sua experiência em conhecer profundamente, montar e desmontar as mais diversas máquinas. Encontramos aqui a cooperação e a complementação de competências como contribuintes das gêneses instrumentais.

A falta do mecânico nas frentes de corte australianas, inclusive pode ser um dos principais motivos para apenas três modificações (uma funcional e duas operacionais) terem sido encontradas nas máquinas estudadas.

Há que se considerar ainda que, conforme Dejours (2007), a inteligência astuciosa (a méti) tem dois lados: ao mesmo tempo que é uma inovação, é também uma falta à prescrição, uma excursão fora da tradição e fora da norma. Assim, segundo o autor, exercer a bricolagem, fazer os ensaios e tentativas é fazer em segredo, ao abrigo dos olhares exteriores e dos controles.

No entanto, se são permitidas as condições para que essa astúcia seja colocada em prática, se espaços são criados formalmente dentro de uma organização, os trabalhadores podem então exercê-la em toda sua amplitude.

Constata-se que a forma como é organizada a colheita de cana-de-açúcar no Brasil (demandando a figura do mecânico) é o que permite a criação de espaços sociais para as trocas entre os atores e de condições para o projeto no uso. Durante a safra, operadores e mecânicos trabalham juntos no campo e durante a entressafra, trabalham juntos nas oficinas, trocando todas as suas experiências e conhecimentos distintos, sobre a máquina desmontada e

com diversos equipamentos disponíveis. Logo, cria-se condições favoráveis para que os trabalhadores criem, elaborem e desenvolvam modificações.

Portanto, a resposta para o questionamento de como os usuários projetam, ou seja, a gênese das gêneses instrumentais está: na atividade em si, no repertório que possibilita a bricolagem e nos espaços sociais de interação entre os sujeitos.

A seguir, as comparações entre as situações estudadas nos dois países serão aprofundadas.

- **O segundo conjunto de questões refere-se às similaridades e diferenças na operação das máquinas colhedoras de cana-de-açúcar entre o Brasil e o país de origem, a Austrália.**

De acordo com os resultados encontrados, as três diferenças principais entre os dois países em questão são: as modificações no artefato, a organização do trabalho e as estratégias de corte.

Com relação às modificações no artefato, como abordado anteriormente, foram observadas apenas uma modificação funcional e duas operacionais. E estas consistiam de soluções simples: deixar o sistema de arrefecimento da Cameco 1998 igual aos das máquinas modernas, retirar a grade que atrapalhava e elevar a cabine baixa.

Uma primeira explicação para tal fato é a ausência de mecânicos nas frentes de corte australianas. Como observado, os operadores são encarregados dos consertos básicos e questões mais complexas são designadas à um prestador de serviço especializado. No Brasil, os próprios operadores são também responsáveis por auxiliar no conserto e manutenção das máquinas, inclusive, essa é a principal fonte de acidentes de trabalho nesta ocupação, como mostra o estudo de Rodrigues (2014). No entanto, existe um mecânico em cada frente de corte e é presença desse ator, com sua experiência, conhecimento, e seu repertório, como discutido anteriormente, que é crucial para a elaboração e implantação das melhorias de projeto.

Assim, o fato dos mecânicos não estarem presentes nas frentes de corte australianas pode ser uma das explicações mais relevantes para as poucas modificações encontradas nas máquinas deste país em questão, como explorado anteriormente. Isso fica claro

principalmente com a discrepância de modificações funcionais (melhorias no projeto) entre as situações dos dois países.

Uma segunda explicação possível reside na responsabilidade legal que essas modificações implicam. Conforme a informação contida no manual do operador de uma das máquinas estudadas: “*quaisquer modificações arbitrárias efetuadas nesta máquina isentarão o fabricante de toda a responsabilidade por quaisquer ferimentos ou danos delas resultantes*”. Assim, pode ser que devido às diferenças legais entre os dois países, os australianos apresentem certa relutância em modificar as máquinas.

A outra explicação reside no fato de que a máquina foi originada na Austrália e, portanto, adequada às condições de uso australianas. E isso é evidenciado pela discrepância de modificações estruturais (reforços na estrutura) que mostram claramente as diferenças de condições de uso entre os dois países.

Cabe ressaltar que as modificações estruturais de preparo da máquina após sua aquisição (e que são repetidas durante a entressafra) são fundamentalmente as mesmas no Brasil e na Austrália, com o revestimento de solda em peças que sofrem desgaste: divisores de linha, rolos transportadores, rolos picadores e corte de base. Estas modificações visam aumentar a durabilidade das partes e inclusive melhorar a colheita, como as modificações observadas no corte de base (“pé de galinha” e “tijolo” são essenciais).

No entanto, foi observado que exceto essas modificações de preparo, nenhuma outra modificação estrutural foi realizada nas máquinas das situações australianas. No Brasil, foram observadas inúmeras modificações que consistiam de reforços na estrutura das máquinas ou mesmo substituição de partes por outras mais resistentes. Como evidenciado, diversos reforços são feitos no extrator primário, chassis, divisores de linha, elevador.

Os reforços na estrutura da máquina, especialmente chassis, estão relacionados com os terrenos em que as máquinas das situações brasileiras estudadas trabalham, com acidentes pedológicos e principalmente com declividade. De acordo com o levantamento realizado pelo Instituto de Economia Agrícola (2015), na safra 2013-2014 o índice de mecanização no Estado de São Paulo teve média de 84,8%, com algumas regiões ultrapassando essa média estadual. A região de Piracicaba, no entanto, ficou abaixo da média (com 72,7%) e como

apontado pelo estudo, apresenta dificuldades para aumentar esse índice devido à presença de pequenos fornecedores e também pela declividade do solo dessa região.

Como observado, a colheita em terrenos com declividade é muito rara na Austrália, país de origem da máquina colhedora, porém muito comum no Brasil, especialmente em Piracicaba. Conforme o relato dos operadores, *“é muito terreno acidentado que a gente trabalha”*, *“a máquina não aguenta o serviço, é muito lugar ruim, trinca”*. Isso é corroborado inclusive, por um dos operadores australianos que teve a oportunidade de observar a colheita brasileira: *“Nós fomos pro Brasil (...) e o principal problema que vimos pra colheita mecanizada foi a geografia, os lugares inclinados e as curvas de nível, esse é o maior problema. (...) Aqui é plano, tudo plano”*.

Mesmo as máquinas John Deere, consideradas mais robustas pelas equipes, não apresentam robustez suficiente para a colheita na região em questão. E, como observado, os reforços na estrutura são necessários pois significam colheita sem interrupções para consertos, conforme as verbalizações: *“Parte de estrutura, a gente tem muito problema com isso. Ai é a hora que os engenheiros entram e falam que vai aumentar o peso da máquina. Mas só que não tem o que fazer, você tem que reforçar!”*, *“você tem que ganhar em hora trabalhada”*.

Chama-se atenção ainda para o fato de que em uma das situações australianas, a máquina em operação era um modelo de 1998. Nas situações brasileiras, o único modelo de máquina mais antigo observado foi uma Case 7700, já em desuso, servindo como máquina reserva. Logo, nota-se que mesmo com máquinas novas e com tecnologia moderna, as situações brasileiras enfrentam problemas para o uso dessas máquinas, ao passo que na Austrália, uma máquina de 1998 ainda está em perfeito estado e plena capacidade para o trabalho.

Dessa forma, pode-se afirmar que as modificações estruturais são o resultado da inadequação da tecnologia para as condições de uso brasileiras.

Segundo Wisner (1995), uma tecnologia adquirida não pode ser usada a menos que seja entendida em profundidade, levando em conta as realidades específicas do país. Em outro trabalho, o autor afirma que para o sucesso na transferência de tecnologia é necessário o



entendimento das condições geográficas, demográficas, sociais, técnicas e econômicas de cada país (WISNER, 2004b).

Além da declividade, outro aspecto que pode ser a fonte de tantas modificações estruturais observadas no Brasil tem relação com a quantidade de horas trabalhadas, horas que as máquinas ficam em operação. Como constatado, na Austrália, existe apenas um turno de trabalho de 12 horas e a safra dura, no máximo, 5 meses. Em uma das situações, a colheita ocorre de segunda a sexta-feira e na outra, o turno pode terminar mais cedo quando a meta é atingida. No Brasil, as mesmas máquinas trabalham 24 horas por dia, durante 8 ou 9 meses de safra. Isso significa que as exigências sobre essas máquinas nas situações brasileiras são muito maiores.

Para Wisner (1992), a passagem de uma tecnologia à outra é difícil e exige transformação considerável do dispositivo. E no caso das máquinas colhedoras de cana-de-açúcar, a diferença nos terrenos e nas horas de operação entre duas situações requerem modificações no artefato. E, essa transformação é conseguida através do projeto no uso, que depende dos operadores e mecânicos, como já discutido anteriormente.

Essa diferença em horas de operação entre os dois países, chama atenção para outro questão: porquê eles tem produtividades tão diferentes?

Nas situações australianas estudadas, as máquinas colhiam pouco mais de 800 toneladas em 12 horas. Nas situações brasileiras A e C, as máquinas colhiam 600 toneladas em 24 horas, mesmo na situação B, com máquinas para duas linhas, a produtividade ficava em torno de 900 toneladas. Como é possível colher mais em apenas metade do tempo?

O primeiro fator explicativo está relacionado com a produtividade da planta em si. No Brasil, segundo o levantamento do CTC (CTC, 2012) a produtividade média de cana-de-açúcar no Brasil é de 74 ton/ha. Já na Austrália, a produtividade média é de 84 ton/ha, conforme o levantamento anual do Australian Sugarcane de 2013 (AUSTRALIAN SUGARCANE, 2013). O segundo fator é a qualidade dos terrenos da Austrália, que oferece condições ótimas para a operação das máquinas colhedoras, como já considerado. Além disso, outros fatores parecem estar relacionados com a organização do trabalho.

A organização do trabalho é a segunda diferença principal entre os dois países. Na Austrália, os responsáveis pela colheita da cana-de-açúcar não são as usinas, mas sim os

produtores. Estes, portanto, compram as máquinas (individual ou coletivamente) ou então contratam um prestador de serviço para fazer a colheita. Dessa forma, como observado na situação E, é comum que os donos das máquinas sejam também os operadores e a relação de cuidado com o artefato é diferenciada.

Além disso, as frentes de corte australianas tem metas diárias a serem atingidas, não importando se o sistema de pagamento é por horas trabalhadas (situação D) ou por tonelada de cana colhida (situação E).

O tempo ocioso da máquina colhedora é também uma preocupação constante nas situações australianas. Como observado, a necessidade de deslocamentos maiores inclusive, é superada colocando um trator a mais para a colheita, trabalhando em quartetos, como na situação E, para eliminar por completo possíveis paradas da máquina por falta de trator. Até o tempo para troca entre os transbordos é levado em consideração e a troca ocorre ao final da linha mesmo se o transbordo ainda não estiver completamente cheio.

Também, a queima prévia antes da colheita pode ser inteiramente praticada, como na situação D, ou praticada esporadicamente, em situações de cana “forte” e emaranhada, como na situação E.

Assim, além dos melhores terrenos e do fato de que a tecnologia ter sido originada e desenvolvida para as situações australianas, essas condições supracitadas também contribuem para a produtividade elevada em comparação com a do Brasil.

Já a terceira principal diferença observada entre os dois países consiste nas estratégias de corte adotadas. Estas estratégias de corte são, na verdade, esquemas de utilização e podem ser a outra explicação para a diferença de produtividade encontrada. No entanto, estudos detalhados precisam ser conduzidos para comparar quais estratégias são, de fato, mais eficientes.

Foi observado que, ao invés de colher linha a linha e manobrar as duas máquinas, como no Brasil, as equipes australianas adotam outras estratégias de corte consideradas por elas mais rápidas e eficientes:

- dar voltas ao redor do talhão, como na situação D, que economiza manobras das duas máquinas e também acionamentos das funções da máquina colhedora;

- alternar o sentido de colheita do transbordo ora de frente e ora de ré, como na situação E, a fim de economizar manobras deste.

Essas estratégias de corte observadas estão relacionadas com a experiência dos operadores e com os terrenos da Austrália.

Conforme apresentado no capítulo 2, com a experiência profissional, são desenvolvidas competências que permitem a evolução das modalidades de organização da ação, de maneiras de fazer, de modos operatórios (WEILL-FASSINA; PASTRÉ, 2007). A Austrália foi líder no processo de mecanização e desde 1979 tem suas frentes de corte 100% mecanizadas (KERR e BLYTH, 1993), até por este motivo os modelos de máquinas observados são modelos antigos. De qualquer forma, é um país com muitos anos de experiência nesta atividade e por isso, os trabalhadores desenvolveram e aprimoraram estratégias de corte que podem ser mais eficientes.

Obviamente, cabe ressaltar novamente que os terrenos preparados e adequados para receber as máquinas permitem que tais estratégias de corte sejam adotadas, ou seja as condições dos terrenos (sem declividade, longos e sem solo acidentado) oferecem maior margem de manobra para adoção de estratégias diferentes.

É importante ressaltar ainda que a operação nos dois países é exatamente igual e na Austrália também existem variabilidades com relação à idade da cana, posição dos colmos, composição do solo, porém não há declividade e não há trabalho noturno. Esta é a explicação para a instrumentalização de segundo nível (equilíbrio da máquina com o elevador) e de terceiro nível (modificações operacionais que visavam a melhoria da visibilidade posterior durante a operação noturna) encontradas no Brasil, como explorado anteriormente.

Através da consideração e da comparação de todos os fatores que englobam o uso da tecnologia no país de origem e sua transferência no país beneficiário, a antropotecnologia, segundo Wisner (1997), é uma abordagem capaz de obter resultados favoráveis no país de destino, tendo em vista as condições que são dele. Como na ergonomia, a antropotecnologia, ao utilizar a AET, previne uma interpretação simplista dos defeitos dos sistemas técnicos importados e permite que espaços sejam criados em vários níveis a fim de resolver as dificuldades observadas (WISNER, 1995).

Como pode-se constatar, a AET é uma ferramenta importante para tratar as questões de transferência de tecnologia. A aplicação da AET nas duas situações foi útil para compreender as condições de uso da máquina colhedora em cada país, as diferenças entre eles e as dificuldades. Foi possível detectar inclusive que o projeto no uso visava também adequar a tecnologia às condições brasileiras.

- **O terceiro conjunto de questões baseia-se no histórico de projeto da máquina colhedora, que sempre teve os usuários à frente desse processo e aborda como o projeto no uso é agora reconhecido e incorporado pelas fabricantes.**

Como discutido anteriormente, as equipes brasileiras realizam diversas modificações no artefato. As modificações funcionais representam a contribuição dos usuários para a melhoria de problemas de projeto, elas preenchem as lacunas deixadas pelos projetistas. As modificações operacionais representam a novidade, indicam a contribuição da atividade para o projeto: pontos da máquina que necessitam de melhor iluminação, partes que devem ter posição modificada, aspectos que interferem na visibilidade dentro da cabine. Já as modificações estruturais refletem a inadequação da tecnologia para as condições de uso do Brasil. Pontos frágeis da máquina, que considerando os terrenos e a duração da operação em uma safra brasileira, necessitam de reforços.

Conforme as entrevistas aplicadas com os mecânicos, representantes das fabricantes vão à campo, registram as modificações, acompanham e algumas delas são sim incorporadas nos novos projetos. Retomando as verbalizações: *“Eles vem aqui ver o dia-a-dia nosso pra depois lá na frente mudar (...) eles tiram foto e levam pra engenharia deles lá”, “tem bastante coisa que a fábrica faz que a gente não precisa fazer mais, só que tem coisa que eles pecam ainda”*.

No entanto, surgem algumas questões: se os engenheiros visitam as frentes de corte com frequência, porquê as equipes ainda fazem inúmeras modificações? Porquê essas modificações não são incorporadas no projeto? Considerando especialmente as modificações estruturais que são realizadas, porquê manter as fragilidades já conhecidas do produto para as condições de uso do Brasil? A máquina colhedora é uma máquina que demanda alto investimento para sua aquisição e a produção do Brasil é muito significativa para não ser considerada a fragilidade desse equipamento. Como já apresentado, na última safra 2013/2014 foram mais 650 milhões de toneladas de cana-de-açúcar produzidas (UNICA,

2014). A integração das modificações estruturais no projeto implicaria custos tão elevados a ponto de não ser feita?

E então, retoma-se a discussão já bem conhecida da ergonomia acerca da diferença entre tarefa e atividade. As máquinas, de origem australiana, foram projetadas para trabalhar em terrenos sem declividade (existe a tolerância máxima de 12%) para operar por 12 horas por dia, durante 5 meses de safra. Entretanto, a realidade brasileira é que trabalha-se 24 horas por dia, durante 9 meses em terrenos diversos, portanto, são necessárias máquinas mais robustas.

Diante da quantidade de modificações observadas, principalmente estruturais constata-se que o projeto no uso não é suficientemente reconhecido e incorporado no processo de projeto. Como elas não são reconhecidas, grande parte dos esforços das equipes é voltada para resolver problemas de projeto e de estrutura das máquinas, ao invés de melhorar o conforto e a operação. Isso é corroborado pelas poucas modificações operacionais realizadas e pelos vários problemas apontados nos questionários de avaliação das máquinas.

Ademais, embora a “bricolagem” praticada pelas equipes de manutenção contribua significativamente para a melhoria do projeto das máquinas, existem problemas que estão além da capacidade de intervenção das equipes.

Conforme Louridas (1999), o projetista inconsciente, que cria estruturas a partir de eventos, trabalha seguindo a tradição: ela limita seus meios, seus problemas e sua forma de abordá-los, impondo sobre ele portanto, um processo de bricolagem. Se o contexto no qual a bricolagem ocorre é estável e a tradição pode funcionar apropriadamente, o projeto inconsciente consegue resultados viáveis, caso contrário, o projeto inconsciente cede lugar ao projeto consciente, o projeto pelos projetistas.

Assim, existem problemas que envolvem soluções a serem incluídas durante o processo de projeto em si e não em campo com a máquina pronta. Por exemplo, as equipes não tem como refazer todo o chassi de uma máquina, também não tem como agir nos mecanismos de acionamento e controle das funções (como fazer o disco de corte lateral da John Deere se movimentar, fazer o extrator primário da Case girar junto ou separadamente ao elevador). Também, a equipe não tem meios de mudar a posição do radiador, a localização da suspensão, a largura dos divisores de linha, incluir um copiador de solo para a máquina de

duas linhas, e itens da cabine (como um compressor para limpeza interna, compartimento para armazenamento de alimentos e bebidas).

Cabe ressaltar que todos esses problemas com relação às máquinas foram identificados com a análise da atividade. Através dela, foi possível verificar como as variabilidades interferem na operação e mostram as limitações de algumas funções das máquinas. Em cana deitada, por exemplo: o disco de corte lateral precisa se movimentar, os divisores de linha da máquina para duas linhas precisam ser mais largos para abranger as duas linhas de cana de maneira eficaz. Em plantio de duas linhas é necessário o GPS porque não é possível a identificação das linhas pelos operadores, principalmente em cana deitada e em operação noturna. Em terrenos que não são perfeitamente preparados, a regulagem da altura do corte com o copiador de solo não é eficiente e na máquina de duas linhas, ele não está disponível. Em terrenos com declividade, há máquinas mais estáveis (por serem mais largas, como a 3522) e outras mais instáveis (como a Case 8800 pela suspensão no meio da máquina).

Os questionários de avaliação das máquinas aplicados com os operadores também foram úteis para identificar os aspectos julgados ruins pelos operadores e as questões relacionadas ao conforto e à operação, que as equipes não tem como agir sobre. Na Case 8800, foram levantadas questões como visibilidade posterior por causa do radiador, visibilidade do corte por causa da grade de proteção, conforto do assento e ruído. Na John Deere 3520, os problemas apontados foram de visibilidade posterior e ruído, pela trava da janela da cabine. Na John Deere 3522, a visibilidade posterior também foi um problema, pelo trabalho noturno, conforto do assento e ruído. Nas máquinas da Austrália, também foi possível identificar as questões: na John Deere 3510, o ruído e na Cameco CH 2500, o espaço interno da cabine, acesso à cabine e ruído.

Como mostrado no capítulo 2, os produtores lideraram o desenvolvimento e as inovações das máquinas colhedoras de cana-de-açúcar ao longo de mais de 100 anos buscando uma máquina universal. Se os usuários sempre estiveram à frente do projeto das máquinas, quando isso mudou? Provavelmente quando o projeto foi incorporado por grandes fabricantes de equipamentos. Entretanto, argumenta-se que a participação dos usuários ainda é crucial para o processo de projeto dessas máquinas, como já foi historicamente.

Dessa forma, constata-se que é necessário incluir o ponto de vista da atividade no processo de projeto, especialmente para adequar essa tecnologia que foi transferida para várias condições diferentes, como discutido no item anterior.

Como verificado nos resultados, algumas modificações feitas pelas fabricantes dão indícios de tal ponto de vista não é satisfatoriamente considerado. Por que colocar uma trava de alumínio na porta se a de ferro do modelo anterior era mais resistente? Por que mudar se isso não era um problema? Por que mudar a localização da suspensão da frente para o centro da máquina, se na frente era mais estável? Por que conjugar corte de base e rolo picador se antes era separado, verificar que era melhor e ter que separar de novo?

E mais do que incluir a atividade no projeto, argumenta-se que os usuários devam fazer parte desse processo. Conforme Béguin (2007), ao interpretar as gêneses instrumentais (principalmente a instrumentalização) como fonte de inventividade dos operadores, novos caminhos de ação sobre a concepção são abertos.

Ao conceituar o instrumento como um composto de artefato e esquema, implica-se que mesmo quando um artefato é muito bem concebido, nenhum instrumento está finalizado quando sai do escritório de projeto, ele só existe quando colocado em uso pelo operador (BÉGUIN, 2008). Isto sugere, portanto, que projetistas e usuários contribuem com a concepção, que o projeto de instrumentos é uma atividade distribuída entre projetistas e usuários (RABARDEL, 2001).

O paradigma de Louridas (1999) de separar o projeto em projeto inconsciente e projeto consciente também corrobora tal ideia. Para o autor, o projeto literal (inconsciente) trabalha com a estrutura que é o artefato finalizado e o projeto metafórico (consciente), a estrutura é o modelo do artefato final. Embora cada um empregue o processo em contextos diferentes, em ambos os casos, os objetivos e a natureza do processo são os mesmos, ambos projetam.

A verbalização de um mecânico evidencia a importância do papel dos usuários no projeto: *“Eles tem a numeração deles lá e acham que tem que seguir isso, mas não é, nós que tá aqui no campo que tem a noção do que precisa”*.

Para articular a inventividade dos operadores e a inventividade dos projetistas, Béguin (2003) propõe uma abordagem dialógica de concepção, baseada na aprendizagem mútua.

Essa aprendizagem é conseguida através das trocas da atividade: se essas trocas são fundamentais para a aprendizagem entre projetistas e se os usuários são projetistas, elas também podem ser estendidas para a aprendizagem entre usuários e projetistas.

Segundo Béguin (2008), os diálogos são o motor da concepção, por isso a ideia é favorecer o processo dialógico. Neste processo, o operador aprende a partir resultado temporário do trabalho do projetista e simetricamente, o projetista é direcionado a conduzir novos aprendizados resultantes das “respostas” dos operadores. Dessa forma, as lógicas e posições heterogêneas dos dois atores são situadas sobre a mesma cena visando um fazer comum e o papel da ergonomia seria o de favorecer esta organização da ação (BÉGUIN, 2008).

Frente aos resultados obtidos, pode-se inferir que tal abordagem dialógica entre usuários e fabricantes já existe e o que não existe, de fato, é a sua operacionalização. E por que esse processo dialógico não é efetivamente operacionalizado? Quando se considera a abordagem da antropotecnologia, questões mais amplas que as tratadas pela ergonomia permitem ser consideradas. E neste tocante, fatores econômicos são a principal explicação para esta não-operacionalização: as fabricantes visam a produção e venda de uma máquina universal para todos os países.

Portanto, no caso das máquinas colhedoras de cana-de-açúcar, constata-se que a articulação efetiva do conhecimento de todos os atores que contribuem para o projeto seja a chave para a solução dos problemas encontrados e para finalmente adequar a tecnologia para as condições brasileiras. E quando se fala em atores envolvidos, engloba-se os responsáveis pelo projeto para o uso (projetistas) e os responsáveis pelo projeto no uso, ou seja: os operadores (com o conhecimento da atividade) e os mecânicos (com repertório que possibilita a redefinição de estruturas).



## **7. Considerações finais**

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais, com as contribuições teóricas e práticas do estudo bem como suas limitações e futuros desdobramentos de pesquisa.

### ***7.1. Contribuições para a teoria***

A contribuição principal do estudo foi a de explicar como os usuários desenvolvem os artefatos, ou seja, a gênese das gêneses instrumentais. O estudo mostrou que o projeto no uso se dá através da articulação entre:

- 1) o desenvolvimento da atividade, que instiga o aperfeiçoamento do artefato mediante seu uso;
- 2) o repertório desenvolvido pelos usuários que permite praticar a bricolagem como forma de projeto e;
- 3) a organização do trabalho, que possibilita a aproximação entre diferentes atores e oferece condições (espaços sociais), meios (equipamentos) e liberdade (autorização formal) para que os usuários coloquem em prática as suas ideias.

O estudo mostrou que o projeto no uso contribui para: resolver problemas de projeto, inserir o ponto de vista da atividade no projeto e para adequar uma tecnologia às condições de uso locais.

O estudo também contribuiu para mostrar a importância da AET para a apreensão das questões que envolvem transferência de tecnologia entre situações distintas e como a abordagem da antropotecnologia, ainda com poucos estudos disponíveis na bibliografia, é relevante para tal finalidade.

## ***7.2. Contribuições para a prática***

O estudo forneceu uma abordagem alternativa às tradicionais e amplamente empregadas na bibliografia para a pesquisa e análise do trabalho em máquinas agrícolas.

Além disso, as informações acerca dos problemas de projeto e as necessidades de melhorias de cada modelo de máquina podem ser utilizadas pelas fabricantes no desenvolvimento de futuros projetos.

Também, espera-se que por objetivar o conhecimento e práticas dos usuários, o estudo estimule a articulação do processo dialógico entre projetistas e usuários.

## ***7.3. Limitações do estudo***

As principais dificuldades encontradas neste estudo foram com relação à autorização para realização da pesquisa de campo nas situações reais de uso. Tanto no Brasil quanto na Austrália, foram poucas as situações que aceitaram participar da pesquisa dentre todas as solicitações realizadas. Acredita-se que dados relevantes poderiam ser obtidos se mais situações da Austrália e outras regiões do Estado de São Paulo (como Ribeirão Preto) com condições diferentes de uso da máquina aceitassem participar da pesquisa.

Não foi possível estudar as situações nos dois países com os mesmos modelos de máquinas, a fim de realizar comparações exatas entre as modificações empregadas pelas equipes. Outra limitação do estudo foi o fato do processo de projeto junto à equipe das fabricantes não poder ser estudado, por questões de tempo e de escopo.

## ***7.4. Sugestões de continuidade da pesquisa***

Estudos futuros podem ser realizados visando entender o processo de projeto de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar com a equipe de projetistas das fabricantes de tais equipamentos.

Também, recomenda-se aprofundar o estudo comparativo acerca das estratégias de colheita entre Brasil e Austrália, as diferenças de produtividade e inclusive, de aspectos relacionados à saúde dos trabalhadores, de modo a produzir o intercâmbio de práticas eficazes entre os dois países.

## 8. Referências bibliográficas

ABRAHÃO, J. I.; PINHO, D. L. M. Teoria e prática ergonômica: seus limites e possibilidades. In: PAZ, M.G.T.; TAMAYO, A. Escola, Saúde e Trabalho: Estudos Psicológicos. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

ABRAHÃO, J. I.; SILVINO, A. M. D.; SARMET, M. M. Ergonomia, cognição e trabalho informatizado. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, v. 21, n. 2, p. 163-171, 2005.

ABRAHÃO, J. I.; SZNELWAR, L. I.; SILVINO, A.; SARMET, M.; PINHO, D. L. M. Introdução à ergonomia: da prática à teoria. São Paulo: Edgard Blücher, 2009.

ALONÇO, A. S.; BALESTRA, A. R. G.; DIAS, V. O.; MEDEIROS, F. A. Levantamento e identificação dos símbolos gráficos utilizados para a caracterização de controles e comando em máquinas agrícolas. *Eng. Agríc.*, v. 26, n. 2, p. 453-460, 2006.

ALONÇO, A. S.; MACHADO, A. L. T.; FERREIRA, M. F. P.; MEDEIROS, F. A. Nível de conhecimento da simbologia gráfica utilizada para caracterizar comandos e controles de máquinas agrícolas. *Ciência Rural*, v. 37, n. 1, p. 126-132, 2007.

ALVES, F. J. C.. Porque morrem os cortadores de cana? *Saúde e Sociedade*, v. 15, n. 3, p. 90-98, 2006.

ALVES, F. J. C. Políticas públicas compensatórias para a mecanização do corte de cana crua – indo direto ao ponto. *RURIS*, v. 3, n. 1, p. 153-178, 2009.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. Anuário estatístico 2012; 2012. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>. Acesso em 24 abr. 2013.

ASSUNÇÃO, A. A.; LIMA, F. P. A. A contribuição da ergonomia para a identificação, redução e eliminação da nocividade do trabalho. In: MENDES, R. (org). Patologia do trabalho. 2 ed. Vol. 2. São Paulo: Atheneu, 2003. p. 1767-1789.

AUSTRALIAN SUGARCANE. Australian Sugarcane Annual 2013; 2013. Disponível em: <<http://www.australiansugarcane.com.au/Back%20issues/175annsug13/175annsug13.pdf>>. Acesso em 08 set. 2015.

- AYBEK, A.; ATIL KAMER, H.; ARSLAN, S. Personal noise exposures of operators of agricultural tractors. *Applied Ergonomics*, v. 41, p. 247-281, 2010.
- BACCARIN, J. G.; ALVES, F. J. C. Etanol da cana-de-açúcar: considerações sobre o meio ambiente e a ocupação agrícola. *Cadernos do Ceam*, v. 8, n. 33, p. 111-148, 2008.
- BARRON, P. J.; OWENDE, P. M. O.; MCDONNELL, K. P.; WARD, S. M. A method for assessment of degradation of task visibility from operator cabins of field machines. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 35, p. 665-673, 2005.
- BARROS, C. J. O lado azedo da cana. 2005. Disponível em: <<http://reporterbrasil.org.br/2005/12/o-lado-azedo-da-cana/>>. Acesso em 22 abr. 2013.
- BEAN, T. L. Noise on the farm can cause hearing loss. The Ohio State University 2008. Disponível em: <[http://ohioline.osu.edu/aex-fact/pdf/AEX\\_590\\_08.pdf](http://ohioline.osu.edu/aex-fact/pdf/AEX_590_08.pdf)>. Acesso em 12 jul 2010.
- BÉGUIN, P. Design as a mutual learning process between users and designers. *Interacting with Computers*, v. 15, p. 709-730, 2003.
- BÉGUIN, P. Taking activity into account during the design process. *@ctivités*, v. 4, n. 2, p. 115-121, 2007.
- BÉGUIN, P. Argumentos para uma abordagem dialógica da inovação. *Laboreal*, v. 4, n. 2, p. 72-82, 2008.
- BÉGUIN, P.; RABARDEL, P. Designing for instrument-mediated activity. *Scandinavian Journal of Information Systems*, v. 12, p. 173-190, 2000.
- BILSKI, B. Exposure to audible and infrasonic noise by modern agricultural tractors operators. *Applied Ergonomics*, v. 44, p. 210-214, 2013.
- BLÜTHNER, R.; SEIDEL, H.; HINZ, B. Laboratory study as basis of the development for a seat testing procedure in horizontal directions. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 38, p. 447-456, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário estatístico da agroenergia 2012. 4 ed. Brasília: MAPA/ACS, 2013. 284 p.

BRAUNBECK, O. A.; MAGALHÃES, P. S. G. Seguimento do perfil do solo no corte e/ou levantamento de produtos agrícolas rasteiros. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 6, n. 1, p. 151-158, 2002.

BRAUNBECK, O. A.; OLIVEIRA, J. T. A.. Colheita de cana-de-açúcar com auxílio mecânico. *Eng. Agríc.*, v. 26, n. 1, p. 300-308, 2006.

BØDKER, S.; IVERSEN, O. S. Staging a professional participatory design practice – moving PD beyond the initial fascination of user involvement. NordiCHI, Denmark, p. 11-18, 2002

BUCCIARELLI, L. L. *Designing engineers*. Massachusetts: MIT press, 1994.

BUCCIARELLI, L. L. Between thought and object in engineering design. *Design Studies*, v. 23, 219-231, 2002.

BUDYNAS, R. G.; NISBETT, J. K. Elementos de máquinas de Shigley – projeto de engenharia mecânica. 8 ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda. 2008.

BURROWS, G.; SHLOMOWITZ, R. The lag in the mechanization of the sugarcane harvest: some comparative perspectives. *Agricultural History*, v. 66, n. 3, p. 61-75, 1992.

CARVALHO FILHO, S. M. Colheita mecanizada: desempenho operacional e econômico em cana sem queima prévia. 2000, 108 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

CASE. Folheto informativo colhedoras de cana série A8000; 2009. Disponível em: <[http://www1.caseih.com/brazil/Products/Colhedoras-e-Colheitadeiras/A8000-eA8800/Documents/Folheto\\_A8000.pdf](http://www1.caseih.com/brazil/Products/Colhedoras-e-Colheitadeiras/A8000-eA8800/Documents/Folheto_A8000.pdf)>. Acesso em 05 jan. 2011.

CASE. Produtos da série de colhedoras de cana; 2015. Disponível em: <<http://www.caseih.com/latam/pt-br/products/colhedoras-e-colheitadeiras/colhedoras-de-cana>>. Acesso em 09 set. 2015.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA – CTC. Censo varietal e de produtividade em 2012; 2012. Disponível em: <<http://www.ctcanavieira.com.br/downloads/Censo2012.pdf>>. Acesso em : 20 jan. 2015.

CLOT, Y. Le problem des catachreses en psychologie du travail: un cadre d'analyse. *Le Travail Humain*, v. 60, n. 1, p.113-129, 1997.

CORLLET, E. N.; CLARK, T. S. The ergonomics of workspaces and machines: a design manual. 2 ed. London: Taylor & Francis, 1995.

DANIELLOU, F. A análise da atividade futura e a concepção de instalações externas. 2002a. In: DUARTE, F. (org.) Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo. Rio de Janeiro: COPPE/RJ Lucerna, 2002. p. 75-83.

DANIELLOU, F. Métodos em ergonomia de concepção. 2002b. In: DUARTE, F. (org.) Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo. Rio de Janeiro: COPPE/RJ Lucerna, 2002. p. 29-33.

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

DEJOURS, C. O fator humano. 5 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

DEPCZYNSKI, J.; FRANKLIN, R. C.; CHALLINOR, K.; WILLIAMS, W.; FRAGAR, L. J. Farm noise emissions during common agricultural activities. *J Agric Saf Health*, v. 11, n. 3, p. 325-334, 2005.

DESMET, W. PLUYMERS, B.; SAS, P.. Vibro-acoustic analysis procedures for the evaluation of the sound insulation characteristics of agricultural machinery cabins. *Journal of Sound and Vibration*, v. 266, p. 407-441, 2003.

DEWANGAN, K. N.; GOGOI, G.; OWARY, C.; GORATE, D. U. Isometric muscle strength of male agricultural workers of India and the design of tractor controls. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 40, p. 484-491, 2010.

DRAKOPOULOS, D.; MANN, D. D. An ergonomic analysis of the controls present in a tractor workstation. *Canadian Biosystems Engineering*, v. 49, n. 2, p. 15-21, 2007.

ERGOWOOD. Ergonomic Checklist for Forest Machines, 2006. Disponível em: <[http://www.enfe.net/comforopen/UK/Tools/ergo\\_checklist.pdf](http://www.enfe.net/comforopen/UK/Tools/ergo_checklist.pdf)>. Acesso em 11 mar. 2013.

FALZON, P. Natureza, objetivos e conhecimentos da ergonomia. In: FALZON, P. (editor) Ergonomia. São Paulo: Edgard Blücher, 2007. p. 3-19.

FLICK, U. Introdução à pesquisa qualitativa. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FOLCHER, V. Appropriating artifacts as instruments: when design-for-use meets design-in-use. *Interacting with Computers*, v. 15, p. 647-663, 2003.

FOLCHER, V.; RABARDEL, P. Homens, artefatos, atividades: perspectiva instrumental. In: FALZON, P. (Editor). *Ergonomia*. São Paulo: Editora Blucher, 2007. p. 207-222.

FONTANA, G.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; FURLANI, C. E. A. Avaliação de características ergonômicas no posto do operador em colhedoras combinadas. *Eng. Agríc.*, v. 24, n. 3, p. 684-694, 2004.

FRANKLIN, R. C.; DEPCZYNSKI, J.; CHALLINOR, K.; WILLIAMS, W.; FRAGAR, L. J. Factors affecting farm noise during common agricultural activities. *J Agric Saf Health*, v. 12, n. 2, p. 117-125, 2006.

GARRIGOU, A.; DANIELLOU, F.; CARBALLEDA, G.; RUAUD, S. Activity analysis in participatory design and analysis of participatory design activity. *International of Industrial Ergonomics*, v. 15, p. 311-327, 1995.

GELLERSTEDT, S. Ergonomic guidelines for forest machines. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 2000 44: 477.

GESLIN, P. Anthropotechnology. In: STANTON, N. et al. (editors). *Handbook of human factors and ergonomics methods*. CRC Press, 2005. p. 87-1 – 87-6.

GREVSTEN, S.; SJOGREN, B. Symptoms and sickleave among forestry machine operators working with pronated hands. *Applied Ergonomics*, v. 27, p. 277-280, 1996.

GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG J.; KERGUELEN, A.. Compreender o trabalho para transformá-lo – a prática da ergonomia. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

HENDRICK, H. W. Macroergonomics: a proposed approach for use with anthropotechnology and ergonomic work analysis in effecting technology transfer. *Le Travail Humain*, v. 60, n. 3, p. 255-272, 1997.

HSIAO, H.; WHITESTONE, J.; BRADTMILLER, B.; WHISLER, R.; ZWIENER, J.; LAFFERTY, C.; KAU, T.-Y.; GROSS, M. Anthropometric criteria for the design of tractor cabs and protection frames. *Ergonomics*, v. 48, n. 4, p. 323-353, 2005.



- HORESTEIN, M. N. Design concepts for engineers. 4 ed. London: Prentice Hall, 2010.
- HOSTENS, I.; PAPAIOANNOU, G.; SPAEPEN, A.; RAMON, H. Buttock and back pressure distribution tests on seats of mobile agricultural machinery. *Applied Ergonomics*, v. 32, p. 347-355, 2001.
- HOSTENS, I.; RAMON, H. Descriptive analysis of combine cabin vibrations and their effect on the human body. *Journal of Sound and Vibration*, v. 266, n. 3, p. 453-464, p. 2003.
- HUBKA, V.; EDER, E. Design science: introductions to the needs, scope and organization of engineering design. London: Springer, 1996.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Mecanização da colheita da cana-de-açúcar atinge 84,8% na safra agrícola 2013/14. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, v. 10, n. 2, p. 1-5, 2015. Disponível em: < <ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/AIA/AIA-12-2015.pdf>>. Acesso em 13 abr. 2015.
- INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION – IEA. The discipline of ergonomics, 2000. Disponível em <[www.iea.cc](http://www.iea.cc)>. Acesso em 12 jul. 2013.
- JOHN DEERE. Colhedoras de cana; 2015. Disponível em: < [https://www.deere.com.br/pt\\_BR/products/equipment/suger\\_cane\\_harvester/suger\\_cane\\_harvester.page?>](https://www.deere.com.br/pt_BR/products/equipment/suger_cane_harvester/suger_cane_harvester.page?>). Acesso em 09 set. 2015.
- KAMINAKA, M. S.; EGLI, E. A. Lever controls on specialized farm equipment: some control/response stereotypes. *Applied Ergonomics*, v. 16, n. 3, p. 193-199, 1985.
- KAPTELININ, V. Learning with artefacts: integrating technologies into activities. *Learning with Computers*, v. 15, p. 831-836, 2003.
- KAPTELININ, V.; NARDI, B. A. Acting with technology – activity theory and interaction design. London: The MIT Press, 2006.
- KEER, B.; BLYTH, K. They're all half crazy – 100 years of mechanical cane harvesting. Brisbane: Canegrowers, 1993.
- KUMAR, A.; MAHAJAN, P.; MOHAN, D.; VARGHESE, M. Tractor vibration severity and driver health: a study from rural India. *Journal of Agricultural Engineering Research.*, v. 40, n. 4, p. 313-328, 2001.

KUMAR, A.; BHASKAR, G.; SINGH, J. K. Assessment of controls layout of Indian tractors. *Applied Ergonomics*, v. 40, p. 91-102, 2009.

LAAT, E. F. Trabalho e risco no corte manual de cana-de-açúcar: a maratona perigosa nos canaviais. 2010, 206p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Metodista de Piracicaba – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Santa Bárbara D'Oeste, 2010.

LIMA, F. P. A. A ergonomia como instrumento de segurança e melhoria das condições de trabalho. In: Anais do I Simpósio Brasileiro sobre Ergonomia e Segurança do Trabalho Florestal e Agrícola (ERGOFLOR), Belo Horizonte/Viçosa: Universidade Federal de Viçosa/FUNDACENTRO, 2000.

LOURIDAS, P. Design as bricolage: anthropology meets design thinking. *Design Studies*, v. 20, n. 6, p. 517-535, 1999.

LUCK, R. Dialogue in participatory design. *Design Studies*, v. 24, p. 523-535, 2003.

MARTINS, R. A. Abordagens quantitativa e qualitativa. In: MIGUEL, P. A. C. (coord.) Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 45-61.

MATTAR, D. M. P.; DALLMEYER, A. U.; SCHLOSSER, J. F.; DORNELLES, M. E. Conformidade de acessos e de saídas de postos de operação em tratores agrícolas segundo norma NBR/ISSO 4252. *Eng. Agríc.*, v. 30, n. 1, p. 74-81, 2010.

MAYTON, A. G.; KITTUSAMY, N. K.; AMBROSE, D. H.; JOBES, C. C.; LEGAULT, M. L. Jarring/jolting exposure and musculoskeletal symptoms among farm equipment operators. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 38, n. 9-10, p. 758-766, 2008.

MEHTA, C. R.; TEWARI, V. K. Seating discomfort for tractor operators – a critical review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 25, p. 661-674, 2000.

MEHTA, C. R.; TIWARI, P. S.; ROKADE, S.; PANDEY, M. M.; PHARADE, S. C.; GITE, L. P.; YADAV, S. B. Leg strength of Indian operators in the operation of tractor pedals. *International Journal of Industrial Ergonomics*, n. 37, p. 283-289, 2007.

MEHTA, C. R.; GITE, L. P.; PHARADE, S. C.; MAJUMDER, J.; PANDEY, M. M. Review of anthropometric considerations for tractor seat design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 38, n. 5-6, p. 546-554, 2008.

MELLOUKI, M.; GAUTHIER, C. Da abordagem por competências e do problema da medida da competência. *EccoS*, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 307-328, 2007.

MENTA. Manual técnico do operador da Colhiflex; 2013. Disponível em: <[http://www.menta.com.br/manuais\\_produtos/colhiflex.pdf](http://www.menta.com.br/manuais_produtos/colhiflex.pdf)>. Acesso em 09 set. 2015.

MINETTE, L. J.; SILVA, E. P.; SOUZA, A. P.; SILVA, K. R. Avaliação dos níveis de ruído, luz e calor em máquinas de colheita florestal. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, n. 6, p. 664-667, 2007.

MONTMOLLIN, M. Ergonomias (1995). In: CASTILLO, J. J.; VILLENA, J. (organizadores). *Ergonomia: conceitos e métodos*. Lisboa: DINALIVRO, 2005. p. 103-111.

MORAES, M. A. F. D. Indicadores do mercado de trabalho do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar do Brasil no período de 1992-2005. *Est. Econ.*, v. 37, n. 4, p. 875-902, 2007.

MORAY, N. 2. Culture, context and performance. In: KAPLAN, M. (editor). *Cultural Ergonomics - Advances in Human Performance and Cognitive Engineering Research*. Vol. 4. Emerald Group Publishing Limited, 2004. p. 31-59.

MORENO, A. Pioneirismo marca os 50 anos da Santal. *JornalCana*, n. 199, julho 2010 p. 90.

MUZAMMIL, M.; SIDDIQUI, S. S.; HASAN, F. Physiological effect of vibrations on tractor drivers under variable ploughing conditions. *J. Occup. Health*, v. 46, p. 403-409, 2004.

NARASIMHAN, G. R.; PENG, Y.; CROWE, T. G.; HAGEL, L.; DOSMAN, J.; PICKETT, W. Operational safety practices as determinants of machinery-related injury on Saskatchewan farms. *Accident Analysis & Prevention*, v. 42, n. 4, p. 1226-1231, 2010.

NARIMOTO, L. R. O trabalho dos operadores de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar: uma abordagem ergonômica. 2012, 183 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

NARIMOTO, L. R.; CAMAROTTO, J. A.; ALVES, F. J. C. Work conditions in mechanical sugarcane harvesting in Brazil: a reflection about work organization practices adopted by the

mills. In: 22nd International Conference on Production Research - ICPR, 2013, Foz do Iguaçu. Anais do 22nd International Conference on Production Research - ICPR, 2013.

NARIMOTO, L. R.; CAMAROTTO, J. A.; ALVES, F. J. C. A cooperação no corte mecanizado de cana-de-açúcar: um estudo multi-caso. In: 17º Congresso Brasileiro de Ergonomia, 2014, São Carlos. Anais do 17º Congresso Brasileiro de Ergonomia. Universidade Federal de São Carlos, 2014.

NARIMOTO, L. R.; CAMAROTTO, J. A.; ALVES, F. J. C. The operation of mechanical sugarcane harvesters and the competence of operators: an ergonomic approach. *African Journal of Agricultural Research*, v. 10, n. 15, p. 1832-1839, 2015.

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

NIETIEDT, G. H.; RIBAS, R. L.; SCHLOSSER, J. F.; FRANTZ, U. G.; CASALI, A. L.; UHRY, D. Distribuição dos comandos de operação em tratores agrícolas nacionais com até 55 kW de potência. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 6, p. 690-695, 2012.

NORTON, R. L. Projeto de máquinas - uma abordagem integrada. 2 ed. São Paulo: Artmed, 2000.

OSTENSVIK, T.; VEIERSTED, K. B.; CUCHET, E.; NILSEN, P.; HANSE, J. J.; CARLZON, C.; WINKEL, J. A search for risk factors of upper extremity disorders among forest machine operators: a comparison between France and Norway. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 38, p. 1017-1027, 2008.

PAHL, F.; BEITZ, W. Engineering design: a systematic approach. 2 ed. London: Springer, 1996.

PATEL, R.; KUMAR, A.; MOHAN, D. Development of an ergonomic evaluation facility for Indian tractors. *Applied Ergonomics*, v. 31, p. 311-316, 2000.

RABARDEL, P. Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains, 1995. Disponível em < <http://ergoserv.psy.univ->

paris8.fr/Site/Groupes/Modele/Articles/Public/ART372105503765426783.PDF>. Acesso em 25 abr. 2013.

RABARDEL, P. Instrument mediated activity in situations, 2001. In: BLANDFORD, A.; VANDERDONCKT, J.; GRAY, P. (eds.): *People and Computers XV - Interactions without frontiers*, p 17-30, Springer-Verlag.

RABARDEL, P.; BÉGUIN, P. Instrument mediated activity: from subject development to anthropocentric design. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, v. 6, n. 5, p. 429-261, 2005.

RABARDEL, P.; WAERN, Y. From artefact to instrument. *Interacting with Computers*, v. 15, p. 641-645, 2003.

RAMOS, P. O futuro da ocupação na agroindústria canavieira do Brasil: uma discussão dos trabalhos disponíveis e um exercício de estimação. *Informações Econômicas*, v. 37, n. 11, p. 69-75, 2007.

REHN, B.; NILSSON, T.; LUNDSTRÖM, R.; HAGBERG, M.; BURSTRÖM, L. Neck pain combined with arm pain among professional drivers of forest machines and the association with whole-body vibration exposure. *Ergonomics*, v. 52, n. 10, p. 1240-1247, 2009.

REVISTA GLOBO RURAL. Corrida nos canaviais - mecanização da colheita acirra disputa no mercado de colhedoras, que movimentará R\$ 1 bilhão ao ano. 2012. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI311903-18283,00-CORRIDA+NOS+CANAIVIAIS.html>>. Acesso em 20 abr. 2013.

RIPOLI, T.C. Considerações sobre colheita mecânica da cana-de-açúcar. *Revista de Mecanização Rural*, v.1, n. 4, p.31-35, 1981.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. Sistema de colheita de colmos. In: RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Barros & Marques, 2004.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C.; CASAGRANDE, D. V.; IDE, B. Y. Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte. 2 ed. Piracicaba: edição dos autores, 2007.

RIPOLI, T. C. C.; VILLANOVA, N. A. A colheita mecanizada da cana-de-açúcar: novos desafios. *STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v.11, n. 1, p. 28-31, 1992.

RODRIGUES, J. D. Fisiologia da cana-de-açúcar; 1995. Disponível em: <<http://www.malavolta.com.br/pdf/1071.pdf>>. Acesso em 25 ago 2011.

RODRIGUES, D. A. Acidentes graves e fatais no trabalho de corte mecanizado de cana-de-açúcar: o olhar através do método MAPA. 2014, 209 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

ROZIN, D.; SCHLOSSER, J. F.; WERNER, V.; PERIN, G. F.; SANTOS, P. M. Conformidade dos comandos de operação de tratores agrícolas nacionais com a norma NBR ISO 4253. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v. 14, n. 9, p. 1014-1019, 2010.

RUBIO, C. An athropotechnological approach: the social and the industrial fabric in technology transfer. *Le Travail Humain*, v. 60, n. 3, p. 313-326, 1997.

SALIS, H. B.; SANTOS, J. A. S.; FIGUEIREDO, A. K.; PALHANO, A. N.; DINIZ, R. L.; PORTICH, P. Apreciação e diagnose ergonômicas no trabalho dos operadores de colheitadeiras de arroz. In: XII Congresso Brasileiro de Ergonomia, 2002, Recife. Anais do XII Congresso Brasileiro de Ergonomia, 2002.

SANDERS, E. B.-N.; BRANDT, E.; BINDER, T. Framework for organizing the tools and techniques of participatory design. In: PDC, 2010, Sydney – Australia.

SANTOS, P. M.; SCHLOSSER, J. F.; ROMANO, L. N.; ROZIN, D.; TURATI, J. C.; WITTER, M. Prioridades de requisitos para projeto de postos de operação de tratores quanto à ergonomia e segurança. *Pesq. agropec. bras.*, v. 43, n. 7, p. 869-877, 2008.

SANTOS FILHO, A. G.; SANTOS, J. E. G. G.; FREITAS, J. F.; MOURAD, R. B. A. Apostila de máquinas agrícolas, 2001. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/mlaura/files/2013/01/Apostila-de-M%C3%A1quinas-Agr%C3%ADcolas.pdf>>. Aceso em 06 jun. 2013.

SÃO PAULO (Estado). Lei n. 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, 20 set. 2002. Disponível em:

<[http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/Repositorio/24/Documentos/Lei%20Estadual\\_11241\\_2002.pdf](http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/Repositorio/24/Documentos/Lei%20Estadual_11241_2002.pdf)>. Acesso em 26 ago. 2011.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio-Ambiente. Protocolo agroambiental do setor sucroenergético paulista: dados consolidados das safras 2007/08 a 2013/14; 2014. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/files/2015/02/Protocolo-Agroambiental-do-Setor-Sucroenergético-Relatório-consolidado-RV.pdf>>. Acesso em 24 mar. 2015.

SCARLETT, A. J.; PRICE, J. S.; STAYNER, R. M. Whole-body vibration: evaluation of emission and exposure levels arising from agricultural tractors. *Journal of Terramechanics*, v. 44, n. 1, p. 65-73, 2007.

SCHLOSSER, J. F.; DEBIASI, H.; PARCIANELLO, G.; RAMBO, L. Antropometria aplicada aos operadores de tratores agrícolas. *Ciência Rural*, v. 32, n. 6, p. 983-988, 2002a.

SCHLOSSER, J. F.; DEBIASI, H.; PARCIANELLO, G.; RAMBO, L. Caracterização dos acidentes com tratores agrícolas. *Ciência Rural*, v. 32, n. 6, p. 977-981, 2002b.

SCHLOSSER, J. F.; DALLMEYER, A.; DEBIASI, H.; MENEGAS, M. T.; NIETIEDT, G. H. Alteração do campo visual em função do uso de cabinas em tratores agrícolas. *Eng. Agríc.*, v. 31, n. 2, p. 359-366, 2011.

SCHUST, M.; BLÜTHNER, R.; SEIDEL, H. Examination of perceptions (intensity, seat comfort, effort) and reaction times (brake and accelerator) during low-frequency vibration in *x*- or *y*-direction and biaxial (*xy*) vibration of driver seats with activated and deactivated suspension. *Journal of Sound and Vibration*, v. 298, n. 3, p. 606-626, 2006.

SCOPINHO, R. A.; EID, F.; VIAN, C. E. F.; SILVA, P. R. C. Novas tecnologias e saúde do trabalhador: a mecanização do corte de cana-de-açúcar. *Cad. Saúde Pública*, v. 15, n. 1, p. 147-161, 1999.

SHAHNAVAZ, H. Role of ergonomics in the transfer of technology to industrially developing countries. *Ergonomics*, v. 43, n. 7, p. 903-907, 2000.

SILVA, M. A.; JERONIMO, E. M.; LÚCIO, A. D'C. Perfilamento e produtividades de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. *Pesq. agropec. bras.*, v. 43, n. 8, p. 979-986, 2008.

SILVA, C. B.; VOLPATO, C. E. S.; ANDRADE, L. A. B.; BARBOSA, J. A. Avaliação ergonômica de uma colhedora de cana-de-açúcar. *Ciênc. agrotec.*, v. 35, n. 1, p. 179-185, 2011.

SÜMER, S. K.; SAY, S. M.; EGE, F.; SABANCI, A.. Noise exposed of the operators of combine harvesters with and without a cab. *Applied Ergonomics*, v. 37, p. 749-756, 2006.

TERSAC, G.; MAGGI, B. O trabalho e a abordagem ergonômica. In: DANIELLOU, F. (coord.) A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 79-104.

TEWARI, V. K.; PRASAD, N. Optimum seat and back-rest parameters for a comfortable tractor seat. *Ergonomics*, v. 43, n. 2, p. 167-186, 2000.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR – UNICA. Balanço 2012 – principais ações e projetos; 2013. Disponível em: <[http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=unica%20balan%C3%A7o%202012&source=web&cd=7&cad=rja&ved=0CGkQFjAG&url=http%3A%2F%2Fwww.unica.com.br%2Fdownload.php%3FidSecao%3D17%26id%3D7073337&ei=rUnLUfqrM8Ki0AGz3oCwBA&usq=AFQjCNHE6\\_9rou6pUeE72wbvnMLDKHES1w&bvm=bv.48340889,d.dmQ](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=unica%20balan%C3%A7o%202012&source=web&cd=7&cad=rja&ved=0CGkQFjAG&url=http%3A%2F%2Fwww.unica.com.br%2Fdownload.php%3FidSecao%3D17%26id%3D7073337&ei=rUnLUfqrM8Ki0AGz3oCwBA&usq=AFQjCNHE6_9rou6pUeE72wbvnMLDKHES1w&bvm=bv.48340889,d.dmQ)>. Acesso em 20 abr. 2013.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR – UNICA. Dados da safra 2013/2014; 2014. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/pdfHPM.php?idioma=1&tipoHistorico=4&idTabela=1610&produto=&safr=2013/2014&safrIni=&safrFim=&estado=RS,SC,PR,SP,RJ,MG,ES,MS,MT,GO,DF,BA,SE,AL,PE,PB,RN,CE,PI,MA,TO,PA,AP,RO,AM,AC,RR>>. Acesso em 10 fev. 2015.

VASCONCELOS, R. C.; LIMA, F. P. A.; CAMAROTTO, J. A.; ABREU, A. C. M. S.; COUTINHO FILHO, A. O. S. Aspectos de complexidade do trabalho de coletores de lixo domiciliar: a gestão da variabilidade do trabalho na rua. *Gest. Prod.*, v. 15, n. 2, p. 407-419, 2008.

VEIGA FILHO, A. A. Mecanização da colheita da cana-de-açúcar no estado de São Paulo: uma fronteira de modernização tecnológica da lavoura. 1998, 144 p. Dissertação (Mestrado



em Política Científica e Tecnológica), Universidade Estadual de Campinas – Instituto de Geociências, Campinas, 1998.

VEIGA FILHO, A. A. Estudo do processo de mecanização do corte na cana-de-açúcar: o caso do Estado de São Paulo, Brasil. *RECITEC*, v. 3, n. 1, p. 74-99, 1999.

VINCK, D. *Everyday engineering: an ethnography of design and innovation*. London: MIT Press, 2003.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.

WEILL-FASSINA, A.; PASTRÉ, P. As competências profissionais e seu desenvolvimento. In: FALZON, P. (editor) *Ergonomia*. São Paulo: Edgard Blücher, 2007. p. 175-191.

WISNER, A. A antropotecnologia. *Estudos Avançados*, v. 6, n. 16, p. 29-34, 1992.

WISNER, A. *A inteligência no trabalho: textos selecionados de ergonomia*. São Paulo: FUNDACENTRO, 1994.

WISNER, A. The Etienne Grandjean Memorial Lecture Situated cognition and action: implications for ergonomic work analysis and anthropotechnology. *Ergonomics*, v. 38, n. 8, p. 1542-1557, 1995.

WISNER, A. Aspects psychologiques de l'anthropotechnologie. *Le Travail Humain*, v. 60, n. 3, p. 229-254, 1997.

WISNER, A. 2004a. Questões epistemológicas em ergonomia e em análise do trabalho. In: DANIELLOU, F. (coord.) *A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos*. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 29-55.

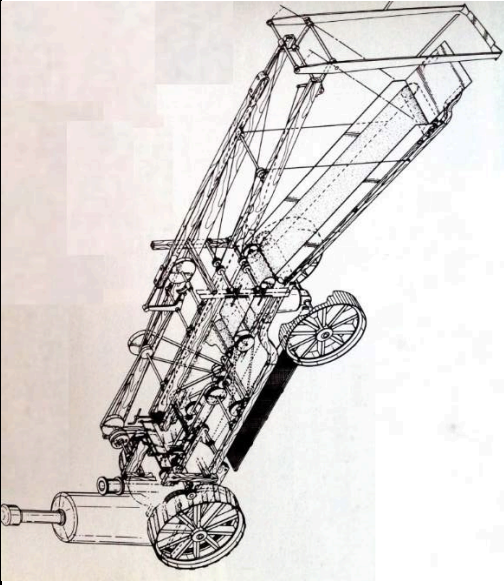

WISNER, A. 2004b. Towards an anthropotechnology. X. A new activity for the United Nations in the service of economic development: specifying requirements for technology transfers in given geographical and anthropological locations. In: *Cultural Ergonomics*. Elsevier, 2004. p. 215-221.

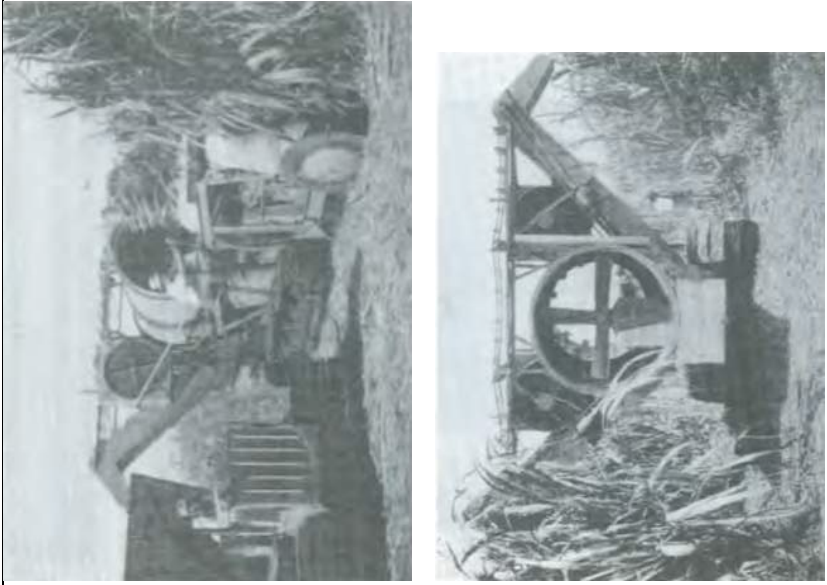
WISNER, A. A metodologia em ergonomia: de ontem a hoje. In: CASTILLO, J. J.; VILLENA, J. (org.) *Ergonomia: conceitos e métodos*. Lisboa: Dinalivro, 2005, p. 367-386.


YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3 edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.


## APÊNDICE A – Tabela com a evolução histórica no projeto de máquinas colhedoras na Austrália



(Elaborado a partir de KERR e BLYTH, 1993).


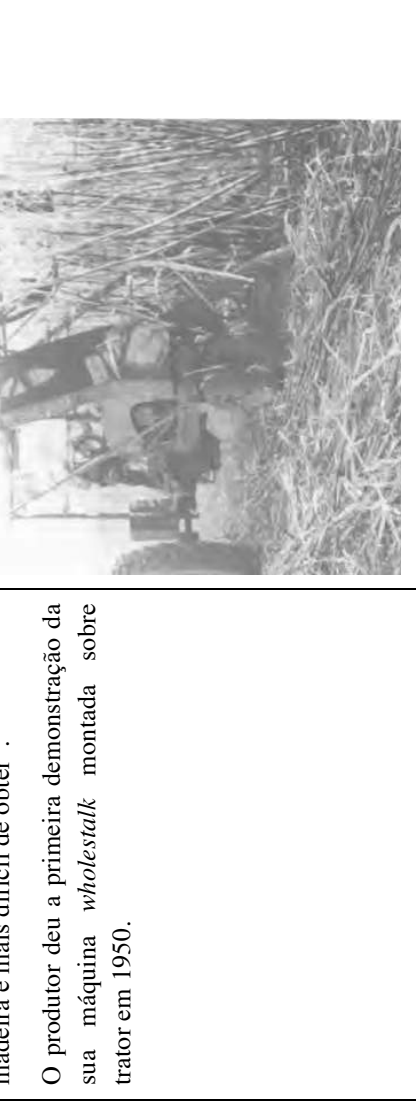
Ano	Inventor	Histórico	Projeto	Princípio
1890	John Rowland Prefeito de Bundaberg	Apontada como a primeira colhedora mecânica construída. Foi descrita como “um utensílio para cortar e despontar cana no campo que pode ser operado por vapor, eletricidade ou outra fonte de energia. A mesma energia pode ser também utilizada para propelir o utensílio no campo”.		“Um monstro de 27 metros de comprimento que podia cortar apenas cana ereta”. O sistema de corte era certamente único, envolvendo um pêndulo de movimento oscilante da ampla lâmina de corte contra a cana. O não funcionamento foi evidenciado pelo fato de que o modelo produzido tinha disco de corte exatamente iguais.
1928	Arthur Clifford Howard Engenheiro Inventor da enxada rotativa.	Howard construiu a primeira <i>wholestalk</i> em 1926. Durante 1927-1928 ele produziu diversos modelos de <i>wholestalk</i> diferentes.		Uma das primeiras máquinas de Howard, de 1928. Usava um trator Ferguson modelo Cork como movimentação.

1929	Flórida	<p>Ralph Sadleir Falkiner Australiano, criador de ovelhas, inventor e empreended or.</p>	<p>Sem se deixar abater pelo fracasso de sua empresa no Queensland no final dos anos 20, Falkiner mudou suas operações para o exterior, produzindo colhedoras com sucesso nos Estados Unidos visando produtores na Flórida e em Cuba.</p> <p>Em 1929 ele produziu a primeira máquina tipo <i>chopper</i> comercialmente fabricada em massa e com sistema de transporte em campo.</p>		<p>Foto de 1930 - Flórida. Máquina Falkiner tipo <i>chopper</i> usava um grande ventilador de sucção pra separar o lixo dos rebolos de cana limpos jogados em uma caixa levada ao lado por um trator de esteira.</p>
------	---------	--	--	---	--



1931	Arthur Clifford Howard e "Jim" Vichie	O gênio mecânico Martim "Jim" Vichie se envolveu nos experimentos de Howard em 1928.		<p>Modelo de 1931. Na foto, falta o dispositivo de carregamento. A colhedora fortemente construída tinha um motor Hudson, rolamentos de esfera, esteiras e dois discos rotativos com dispositivos de auto-afiação.</p> <p>Uma borda serrilhada juntava a cana e pegava colmos caídos. Escovas de aço tiravam a sujeira enquanto facas cortavam os ponteiros e um soprador separava o lixo, ponteiros e sujeira. As pilhas organizadas de cana eram seguradas por uma carregadoras de 2 toneladas.</p> <p>Funcionava em cana crua, mas com metade do ritmo em cana queimada.</p>
1932	Arthur Clifford Howard e "Jim" Vichie	Em 1932 Howard and Vichie construíram a primeira colhedora <i>chopper</i> da Austrália. Eles descobriram que se eles pudessem cortar os colmos em pedaços pequenos, um jato de ar removeria as folhas e lixo. Os testes continuaram em 1933 e 1934 para refinar o projeto.	Sem fotos	<p>Os colmos, depois de terem sido cortados no nível do solo por cortes de base duplos, eram alimentados primeiro em um tambor onde eram cortados e limpos por um ventilador. Os rebolos eram carregados para uma caixa traseira onde eram nivelados por um braço de varredura. Um elevador descarregava-os em um caminhão Chevrolet que transferia a carga para caixas da linha ferroviária.</p>



1940	Larry Moloney	<p>A primeira máquina de Moloney era primitiva, puxada por cavalos e que usava uma lâmina cruzada angulada para cortar os colmos a serem despontados depois manualmente.</p> <p>Como outro inventores, ele poderia ter desistido, mas ao longo de 20 anos ele construiu e vendeu 50 máquinas e foi um dos primeiros exportadores de sucesso na Austrália.</p> <p>Na era do aço, inventores como Moloney foram prejudicados pela escassez de materiais devido à guerra. Ele superou o problema construindo uma máquina de 2.4m de altura com ripas de madeira de 3x2 e 3x1 e braçadeiras.</p>		<p>Um operador controlava o dispositivo de despoite de uma plataforma sobre a estrutura de madeira anexada ao lado direito de trator de rodas Olive Hart-Parr.</p> <p>O corte no nível do solo era um conjunto com lâmina estacionária de 90cm montada em molas a 45 graus. Um ponto era fixado à máquina e outro sem suporte. A mola permitia a faca saltar de obstruções, como pedras. Uma guia em forma de V empurrava a cana em posição para corte.</p> <p>Parte do peso da máquina era suportado por uma roda que ficava no espaço da linha adjacente. Com essa roda e as rodas do trator abrangendo a linha a ser cortada, a faca de base ficava um pouco abaixo do nível do solo.</p> <p>A máquina não era reversível. Depois de cortar uma linha, era dirigida ao longo do campo para cortar a linha de fora do outro lado da quadra.</p>
1940	Irmãos Toft. Filhos de produtores. Cortavam e carregam a própria cana.	<p>A família Toft foi a maior contribuinte para o desenvolvimento da colheita mecanizada na Austrália.</p> <p>Determinado a escapar da tarefa árdua de carregar cana, o filho mais velho Joseph Toft construiu uma carregadora a partir de fragmentos de um Ford T.</p>	Sem fotos.	<p>Nos dois anos seguintes, eles melhoraram a carregadora enquanto também desenvolviam uma <i>wholestalk</i> baseada em um trator de 25 HP. Isso implicava cortar cada armação de aço principal e componentes com uma serra de mão.</p>



1944	<p>Harold e Colin Toft</p> <p>Harold era o gênio inventor e Colin, o mestre das vendas</p>	<p>Os Toft superaram a escassez de serra elétrica e outras ferramentas de engenharia devido à guerra construindo suas próprias ferramentas.</p> <p>Por conseguir cortar cana ereta com sucesso em 1942 e 1943, a máquina Toft original atraiu a atenção da organização dos produtores, que autorizou o gasto de até 1000 libras para acelerar o desenvolvimento.</p>		<p>Harold Toft na máquina de 1944, uma versão melhorada da primeira máquina feita em 1942.</p> <p>A unidade auto-propelida era montada sobre duas rodas traseiras e uma dianteira. Tinha cerca de 4.3m de comprimento com 1.2m de extensão para o mecanismo de desponete e 2.7m de largura para permitir a operação após uma linha de cana cortada. Após o corte de base por dois discos rotativos sobrepostos, os colmos eram carregados por correntes sem fim até uma rampa e para uma plataforma para desponete. Os colmos despontados eram soltos em pacotes de cerca de 4 cwt.</p>
1950	<p>Dixon e Ray Scott.</p> <p>Irmãos, filhos de produtores.</p>	<p>Como a cana era tradicionalmente cortada por homens empunhando facas afiadas, era natural para os primeiros inventores considerar a colocação de uma lâmina em um trator.</p> <p>Uma das primeiras versões da lâmina de corte foi usada por um produtor chamado Tom Norgrove.</p> <p>Entretanto, foram os irmãos Scott que melhoraram essa abordagem da lâmina e corte e construíram uma unidade simples e econômica capaz de cortar cana ereta ou emaranhada.</p>		<p>Foto: uma das primeiras Scott. Havia um local precário para o operador que controlava a inclinação do feixe levantando e abaixando uma alça longa. A cana cortada era então despontada manualmente e carregada ou manualmente ou por carregadora tipo guindaste.</p> <p>Era barata, de fácil manutenção e poderia ser removida em 5 minutos, permitindo que o trator fosse usado para outras tarefas. Isso deu à lâmina de corte Scott apelo aos pequenos produtores. Também era relativamente fácil para aqueles com habilidades de mecânico construir a sua.</p> <p>Uma desvantagem era a necessidade de despontar manualmente após a cana ser</p>



1950	W. Rasmussen Produtor.	<p>O inventor tentou usar madeira extensivamente na produção comercial pois ferro e aço eram “cinco vezes mais caros que madeira e mais difícil de obter”.</p> <p>O produtor deu a primeira demonstração da sua máquina <i>wholestalk</i> montada sobre trator em 1950.</p>		colocada em feixes.
1950	Charles Hodge Cortador de cana e produtor.	<p>Hodge mudou-se para o Queensland em 1920 para cortar cana e comprou sua própria fazenda em 1912. Três anos depois, ele construiu seu primeiro equipamento de cana: uma plantadora.</p> <p>Ele e seu filho começaram a fabricar maquinário agrícola em 1937. Durante os anos 50, a máquina <i>wholestalk</i> de Hodge provou ser uma ferramenta útil para permitir os produtores tirar cana deitada.</p>		<p>A máquina de 1950 era uma versão melhorada da unidade que cortou a cana de Rasmussen em 1949. Ela tinha uma estrutura de madeira com lâminas despontadoras operando em um raio de giro balanceado por um contra peso. Ela cortava e despontava cana ereta e a deixava em fileiras.</p> <p>A máquina Hodge era construída em uma folga alta de um trator de 14 HP Allis Chalmers modelo B. Uma lâmina giratória despontadora era orientada do trator por um cinto. A cana era cortada por duas lâminas de corte sólidas e deixadas no chão paralelo com o sulco para desponte e carregamento manuais. Tentativas de deixar a cana em feixes falharam.</p>






1956	<p>Bill Crichton Fornecedor da Plane Creek</p>	<p>Alegada ser capaz de cortar, despontar e colocar em feixes uma tonelada de cana a cada 5 minutos, a Crichton foi a primeira máquina Australiana projetada para consolidar a cana de três linhas em um feixe contínuo colocado perpendicularmente às linhas.</p> <p>Embora muitas modificações fossem surgir, a Crichton foi destinada a fazer uma contribuição vital para a mecanização.</p> <p>Uma Crichton simples e eficaz era adequada para o terreno sem declividade de Mackay, pequenos produtores e variedades de cana ereta.</p>		<p>A sua capacidade de deixar feixes de cana despontados transversalmente ao sulco no lado oposto da máquina de onde era cortado permitia a operação contínua. Em adição, levava apenas minutos para desprender do engate de três pontos, liberando o trator para outras tarefas.</p> <p>Problemas consistiam na dificuldade em lidar com cana deitada, rigidez insuficiente da estrutura e peso excessivo. Funcionava bem no trator Turner a diesel de Crichton equipado com pneus 13.50 x 28 mas tinha que perder muito peso para ser operada a partir de um sistema hidráulico de um trator Fergie comum.</p>
1957	<p>Jim Simpson Proprietário de ômbus.</p>	<p>Simpson foi um dos inventores atraídos pela “tecnologia espiral” como meio de colher cana deitada.</p> <p>Após 5 anos de experimentos, ele estava pronto para construir em 1957 uma <i>wholestalker</i>.</p>		<p><i>Wholestalker</i> de duas linhas incorporando dois levantadores do tipo roda de aranha rotatórias interligadas e uma grande espiral.</p> <p>A espiral tinha o duplo propósito: direcionar os levantadores e com uma barra de pressão, segurar ereta a cana cortada enquanto o trator passava na soqueira cortada. Duas linhas eram juntadas em uma na traseira do trator.</p>



1959	J. Walter Lucas Engenheiro	<p>Até no final dos anos 50 nem todos os inventores estavam concentrados em colhedoras dirigidas por tratores.</p> <p>Lucas acreditava que a resposta para o problema de trabalho da indústria era simples: substituir o facão por uma peça manual motorizada eliminaria a maior parte do trabalho pesado.</p> <p>O princípio do cortador de mão motorizado havia sido exaustivamente testado no início de 1900 mas era um conceito novo na década de 50.</p> <p>Não se sabe se alguma máquina de Lucas foi vendida.</p>		<p>A ideia era uma lâmina de corte circular tipo serra que permitiria “cortar pelo menos 5 vezes mais cana por dia”.</p> <p>A cortadora operava muito parecido com um cortador de tosa de ovelhas. Uma peça de mão leve era equipada com uma lâmina de corte. A energia era fornecida por um motor de dois tempos Simplex de 1 HP a 3000 rpm. O motor era montado em uma plataforma giratória capaz de girar um círculo completo. Essa placa era montada em um chassis em quatro pequenos pneus.</p> <p>O operador deveria rebocar o carro atrás dele preso ao cinto enquanto cortava a cana usando a peça de mão. A lâmina de corte poderia ser direcionada à cana em um arco de 90 graus.</p>
1956	Massey Ferguson	<p>Introduzida no Queensland em 1956, a máquina <i>chopper</i> Massey Ferguson revolucionou a colheita de cana em todo o mundo.</p> <p>Em uma época em que toda a cana na Austrália era ou colhida manualmente ou por máquinas tipo <i>wholestalk</i>, Massey foi pioneira na aceitação de toda a indústria de um conceito dramaticamente diferente no manuseio de cana. Sua MF 515 se tornou a segunda colhedora tipo <i>chopper</i> mais comercializada do mundo depois do sucesso limitado da Falkner nos EUA em 1931.</p>		<p>Primeira de uma geração de <i>choppers</i> destinadas a dominar a colheita de cana australiana, o protótipo original Massey-Harris MF 515 fez um teste em North Eton. Em 1964 uma versão melhorada da MF 515 (foto) foi firmemente estabelecida nos campos de cana no norte do país, mas o espalhe desigual dos rebolos exigia uma jornada instável para o homem que espalhava os rebolos dentro da caçamba.</p>



1956	Harold e Colin Toft	<p>Em 1956 os irmãos Toft anunciaram a construção de uma carregadora tipo guidaste hidráulica com uma garra rotativa em um trator ou caminhão.</p> <p>A grande vantagem de usar sistema hidráulico em uma carregadora era que uma pessoa poderia controlar todas as funções.</p> <p>A hidráulica era um campo inexplorado para produtores de cana inventores.</p> <p>Eles conseguiram com sucesso conduzir tal projeto sofisticado. E a promessa era fazer o mesmo para as máquinas colhedoras.</p>		<p>Uma pessoa controlava todas as funções e dispensava o homem no chão que normalmente posicionava a garra e outro no caminhão que recebia a cana.</p> <p>Embora fosse cara para muitos produtores, a carregadora era ideal para áreas úmidas, sendo capaz de juntar cana rapidamente de uma área ampla com menos chances de ficar atolada.</p>
1957	Massey Ferguson	<p>Adotando uma abordagem de movimentação de materiais, concluiu-se que a única maneira de colher cana deitada e emaranhada era cortar em pedaços menores e então separar a cana pesada das folhas. Esse processo contínuo eliminaria a manipulação dupla envolvida em pegar a cana do chão após o corte pelas máquinas <i>wholestalk</i>.</p> <p>Durante os primeiros estágios de projeto, um dos responsáveis transportada colmos de cana por avião até Victoria para os testes laboratoriais do mecanismo de corte.</p>		<p>Foto: versão de 1957 da MF 515 <i>chopper</i> com um elevador não-fixo e caçamba original.</p> <p>A máquina anterior foi reconstruída. As mudanças para a de 1957 incluíram um disco de corte de base único, elevador traseiro direito, paredes laterais móveis usando correias transportadoras de borracha e sapatas flutuantes.</p> <p>Essa unidade modificada preencheu sua primeira caçamba com cana picada em outubro de 1957. Um mês depois, a primeira cana deitada foi colhida com sucesso usando sessões de facas montadas em um disco de corte de base comum.</p>

1959	Massey Ferguson	<p>Em 1958, o sistema hidráulico de um trator MF 65 com direção hidráulica foi usado para operar os controles da colhedora. Um dispositivo de reboque de cana semi-automático foi incorporado usando três pontos de ligação.</p> <p>Em 1959, Massey começou a ganhar os corações e mentes de produtores e usineiros pela demonstração em condições muito diferentes.</p> <p>5 novos protótipos, substancialmente os mesmos que da unidade de 1958 só que com um novo despontador foram utilizados para os testes.</p> <p>O novo despontador foi posteriormente desenvolvido usando correntes e as correias transportadores de parede lateral introduzidas em 1958 foram retiradas.</p>		<p>Durante 1959, a proteção do parafuso de cisalhamento foi introduzida no dispositivo picador, um trator de alta depuração foi adotado e o trailer de cana e o projeto da caçamba estabilizados.</p> <p>Um novo tipo de despontador foi montado durante a safra de 1959 na quarta MF 515 durante o teste em várias áreas. Um trabalhador montado na caçamba ficava atento no fluxo de rebolos.</p> <p>Depois disso, as características da nova máquina de 1960 incluíam elevador lateral opcional e um acessório levantador para cana deitada. A capacidade de corte era em torno de 50 toneladas por dia.</p>
1960	Harold e Colin Toft	<p>Em fevereiro de 1960 os irmãos Toft (empresa de nome Toft Bros) disseram ao Mechanical Cane Harvesting Committee (MCHC) que após anos de planejamento, eles estavam certos que poderiam construir uma máquina capaz de cortar tanto cana ereta quanto deitada. Os Toft procuraram fundos para permitir a conclusão de um protótipo <i>wholestalk</i> de duas linhas com traseira revertida que incorporaria uma velocidade variável para pegar cana deitada. O MCHC aprovou o projeto.</p>		<p>Essa máquina <i>wholestalk</i> de duas linhas deixava feixes de cana em ângulo reto com a linha. Era alimentada por um motor IH a diesel.</p> <p>Embora a máquina em si funcionasse bem, durante os testes em grande escala em 1961, o dispositivo de pega se mostrou inadequado para separar e levantar cana deitada.</p>



1960	Ron e Dick Creber Produtores.	<p>Os irmãos Ron e Dick Creber tradicionalmente conservaram a forragem verde das suas culturas. Eles adotaram rapidamente o conceito de cana crua apesar do mínimo e ridículo apoio da indústria.</p> <p>Os Crebers construíram a colhedora para superar dificuldades em conseguir cortadores manuais para cortar sua cana crua.</p> <p>Baseda firmemente no princípio de Falkiner de 30 anos antes, a máquina era operada pelos Creber em North Eton. Foi a primeira <i>chopper</i> de cana crua na Austrália desde Howard em 1932.</p>		<p>Durante os anos 1960 essa máquina distinta era a única colhedora australiana capaz de cortar cana crua ou queimada.</p> <p>Reencarnação da Falkiner, a Creber <i>chopper</i> de 10 toneladas era aclamada ser a maior colhedora de cana. Tinha 6.7m de comprimento, 6.1m de largura e 4.1m de altura.</p> <p>Era construída em torno de um crawler TD6 com alimentação auxiliar fornecida por um motor diesel de 48 HP.</p>
1961	Laurence Mizzi Produtor	<p>Embora não tivesse formação secundária, Laurie Mizzi era um engenheiro auto-didata.</p> <p>Terrenos inclinados e com pedras eram a ruína do corte de cana mecanizado até que o produtor inventor surgiu com um conceito que era pra ganhar uma grande fatia do mercado na década de 60.</p>		<p>Foto: máquina original Mizzi em 1961 carregava colmos inteiros até uma rampa para ser cortados em rebolos por serras circulares. Embora não tenha sido um sucesso comercial, levou ao desenvolvimento da linha popular Don Mizzi.</p> <p>A primeira <i>chopper</i> produziu mais de 1000 toneladas de cana bem limpa mas foi descartada porque era muito inconveniente para ser desenvolvida economicamente em uma unidade prática para o produtor comum.</p> <p>20 anos depois, Laurie Mizzi ainda estava envolvido no desenvolvimento de colhedoras, fornecendo informações úteis</p>

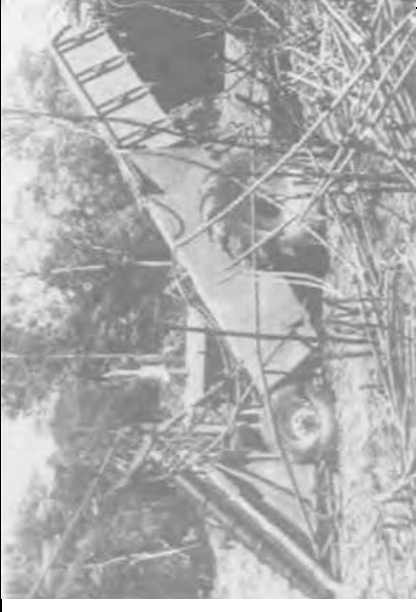
1961	Arthur Cannavan Produtor		<p>Em 1960, um produtor de cana esperto decidiu que a melhor forma de separar cana picada das folhas e ponteiros era simplesmente jogá-los no ar.</p> <p>Arthur Cannavan incorporou seu princípio “jogador” em uma <i>chopper</i> de uma linha simples, compacta e muito manobrável.</p> <p>Cannavan não foi o primeiro a concluir que cortar, limpar e carregar cana em uma operação contínua requeria que os colmos não despontados fossem picados em pedaços menores (rebolos). Seus aproximadores de cana, girando em torno do disco de corte e elevador não eram novos, mas seu dispositivo de picagem e lançamento representaram uma abordagem nova.</p>		para uma nova máquina duas linhas projetada pelo seu filho Paul.	<p>Um elevador de alimentação curto e rolo alimentador arrastavam os feixes de colmos primeiro na unidade de picagem. Eles eram cortados em comprimentos do tamanho do pé por uma faca fixa ao aro de uma roda girando em ângulos reto com a rampa de alimentação. Uma pá lançadora, também ligada ao aro da roda, jogava-os na rampa.</p> <p>A ideia era que pedaços que cana moíveis percorressem uma trajetória precisa dentro da caçamba ao lado da colhedora com o lixo mais leve caindo no processo.</p> <p>Uma lufada de ar direta no final da rampa guia visava remover a maior parte do lixo antes dos rebolos alcançarem a placa defletora controlada hidráulicamente, que os dirigia para a caçamba.</p> <p>Montada na traseira do trator, a colhedora era ligada aos dois braços inferiores dos três pontos de ligação e suportada por duas rodas de borracha.</p>
------	-----------------------------	--	--	--	--	--



1962	Arthur Cannavan	<p>Um problema inicial com o processo de lançamento era que os rebolos eram danificados.</p> <p>Segundo modificações futuras, Cannavan e seus filhos form suficientemente confiantes da praticidade de seu protótipo para pedir para a usina para cortar toda sua cana de 3500 toneladas em 1962.</p>		<p>Em 1962, Cannavan usou sua versão improvisada da sua colhedora lançadora puxada por trator para cortar toda sua cana.</p> <p>O soprador removia matéria estranha considerável, mas sua eficiência foi melhorada durante a safra de 1963: o objetivo era ejetar ponteiros de cana com o ventilador soprador.</p>
1964	Harold e Colin Toft	<p>Enquanto desenvolvia a máquina duas linhas, os Tofts também estavam trabalhando em uma unidade <i>wholestalk</i> de uma linha para anexar a um trator triciclo padrão.</p> <p>O motor foi deslocado para dar mais estabilidade e melhor visibilidade.</p> <p>Uma Toft duas linhas de projeto similar foi lançada em 1964.</p>		<p>A colhedora de duas linhas auto-propelida <i>wholestalk</i> pelos irmãos Toft seguiu o lançamento de sucesso da <i>wholestalk</i> de uma linha em 1963. Ela poderia lidar com cana ereta e deitada. Todos os controles eram operados hidráulicamente.</p> <p>Ao longo dos próximos, os Tofts fabricaram com sucesso uma série de máquinas <i>wholestalk</i>, incluindo a Slim Jim (1965) e a Burdekin Special (1966).</p>
1967	Harold e Colin Toft	<p>Um lançamento de 1967 era uma versão com duplo propósito do modelo J150 de uma linha. Era alegada ser a primeira máquina comercial capaz de cortar tanto colmos inteiros quanto picados.</p>	<p>Sem fotos.</p>	<p>Poderia ser convertida para o modo <i>chopper</i> através da remoção da caçamba de cana e adição de um anexo <i>chopper</i>-esteira transportadora.</p>


1968	Harold e Colin Toft	<p>Em 1968 os Tofts lançaram a sua primeira <i>chopper</i> “up-the-throat”: a CH200. Reconhecendo que o futuro da indústria estava ligado à colheita picada.</p> <p>Em última instância, Toft estava para garantir 90% do mercado mundial para colhedoras <i>chopper</i>. Durante esse período, foram adicionados à gama Toft transportadores para uso dentro do campo.</p>		<p>Desenvolvida em 1968, a CH200 tinha elevador giratório de 180 graus.</p> <p>O lixo era soprado para o chão em uma calha traseira.</p>
1968	Don Mizzi	<p>Desde o lançamento da primeira Don Mizzi em 1961, vários modelos foram lançados: DHM1 em 1963, a DMH2 em 1964, DMH3 em 1965, DMH5 em 1968, DHM6 em 1969.</p> <p>O sucesso da DHM4 e dos modelos seguintes deu à Don Mizzi dominância de mercado por alguns anos.</p> <p>Quando a última DMH saiu da linha de produção em 1974, mais de 1000 tinham sido vendidas na Austrália e outras 600 exportadas.</p>		<p>A foto mostra o protótipo de uma DHM6 auto-propelida, sobre a linha de cana que alcançou o mercado em 1969.</p> <p>Na DHM1, as hastes eram cortadas por um corte de base com controle de profundidade hidráulico e alimentada na traseira da máquina por um transportador com ripas. No topo, eram cortados em rebolos de 30 em por duas facas rotativas opostas. Os rebolos eram transferidos para um elevador que descarregava em uma caçamba puxada por um trator.</p> <p>A DHM2 teve tração aumentada e estabilidade em terrenos acidentados, piso molhado e cana deitada.</p> <p>A DHM4 teve novas características: melhor corte de base, alimentação melhorada, extração por exaustores and transportadores mais fáceis.</p>

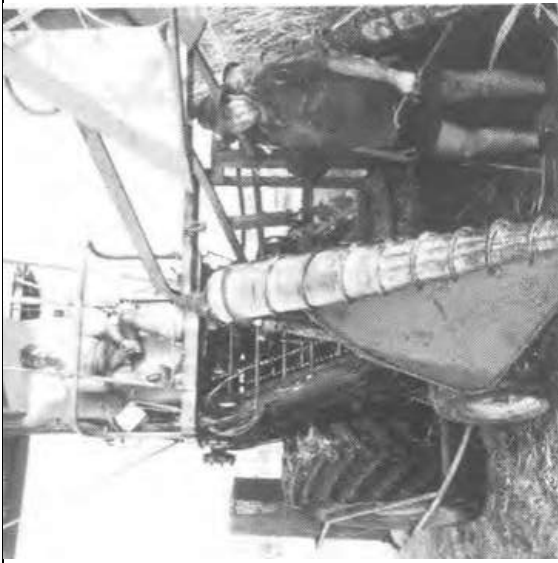




1969	Massey Ferguson	<p>Segundo testes do protótipo Massey SP em 1968, a Cana Commander 201 foi lançada em 1969.</p> <p>Apesar das suas conquistas técnicas, a empresa encontrou dificuldades para manter a continuidade da produção.</p> <p>Mesmo com vendas de exportação, a demanda anual flutuava consideravelmente.</p> <p>Em 1984 Massey Ferguson (Austrália) Ltd. Fechou sua fábrica em Bundaberg e abandonou a fabricação de colhedoras de cana para sua tradicional rival Toft.</p>		<p>A Cana Commander 201 foi lançada em 1969. Essa era a primeira colhedora auto-propelida sobre linhas comercialmente disponível.</p> <p>Com 140 HP, sistemas de limpeza pneumáticos duplos, discos de corte de base duplos, transmissão hidrostática e freios a disco imergidos em óleo, poderia cortar 250 toneladas por dia.</p>
1969	Toft Bros e International Harvester	<p>Em 1968 Toft Bros e International Harvester se uniram. Infelizmente, essa parceria perfeita não durou muito, até 1970.</p> <p>Em 1969, Toft e IH mostraram a <i>chopper</i> International Toft 400, auto-propelida, que tinha alguns problemas.</p> <p>Após testes na Florida, Porto Rico e Peru, o projeto foi abandonado em 1955 depois de custar 8 milhões de dólares. Com auto-propulsão, levantadores em espiral, despontador, corte de base duplo, solidez, habilidade para entregar cana na parte traseira de ambos os lados e limpeza pneumática, a máquina tinha quase todas as características das colhedoras modernas, só que era prematura e nenhuma dessas características era refinada o suficiente para evitar as perdas de 25%.</p>		<p>Combatendo campos pantanosos e uma cana mal queimada no norte em 1970, uma IHC-Toft 400 é mostrada na foto alimentando uma caçamba em um reboque normalmente projetado para carregar duas caçambas.</p> <p>A International Toft 400 era alegada ser a <i>chopper</i> mais manobrável já lançada. Direção articulada e um projeto novo de picador fez dela “uma unidade que vai em qualquer lugar, corta qualquer coisa”. O uso de quatro rodas de tamanho iguais em dois ou quatro rodas motrizes era alegada ser a primeira do mundo.</p> <p>Outra característica era a habilidade de remover a unidade de colheita do motor principal para acesso à manutenção.</p>

1969	Doug Ovenden Produtor	<p>Combinando as melhores características das máquinas <i>chopper</i> e <i>wholestalk</i>, a híbrida construída em 1969 pelo produtor Ovenden em associação com Hourston Engineering era uma abordagem totalmente nova para colher cana emaranhada no norte do país.</p> <p>Ela tinha o mérito de uma <i>chopper</i> enquanto retia a simplicidade do método <i>wholestalk</i>.</p>		<p>Por não haver dispositivo picador na calha, a cana poderia ser alimentada mais rápido e com menos bobinas. Os rolos transportadores ajudavam a remover os últimos pedaços de sujeira dos colmos.</p> <p>Uma pá giratória no despontador jogava os ponteiros. Os colmos despontados eram cortados por um corte de base e alimentados com a ajuda de rolos. Colmos eram ejetados para fora da traseira em um reboque de despejo especial ou em um caminhão de cana montado em um reboque especial.</p> <p>O reboque tinha portas de metal articuladas e rotativas operadas hidráulicamente. As portas do lado da calha de despejo eram abertas para permitir que a cana fosse espalhada pelos rolos. Quando a traseira atingia a porta fechada no lado oposto, os colmos caíam em ângulo reto no caminhão. Após cada camada de cana estar no lugar, a placa controlada hidráulicamente era acionada, automaticamente fechando uma porta e abrindo a outra de modo que a camada seguinte pudesse ser carregada.</p>
------	--------------------------	---	--	---

1972 Hawaii	Harold e Colin Toft	<p>A maior colhedora de cana do mundo, de 40 toneladas, foi construída pelos Tofts em 1972 para lidar com as canas mais pesadas do mundo no Hawaii. Um grupo de quatro empresas havaianas pediu a máquina de cana crua montada sobre esteiras para atender novas demandas ambientais sobre o setor.</p>		<p>Equipada com dois motores a diesel pesados com um total de 800 HP. A máquina gigante cortava a 3.7m nos campos havaianos. Uma característica avançada era sua capacidade de entrar no campo em qualquer ponto e cortar nas linhas ou através delas. Quando necessário, poderia colher campos de até 150 toneladas por acre. Projetos de engenharia avançados incluíam a transferência da cana por elevador rotatório e alto volume de jato de ar. A esteira verdadeira tinha capacidade de armazenamento de 3 toneladas.</p>
1976	Gebr. Claas Maschinenfabrik GMBH Industriais da Alemanha Ocidental	<p>A Claas 1400 para cana crua foi importada de Cuba em 1976. Era a segunda máquina já importada desde a <i>wholestalk J &amp; L</i> dos Estados Unidos em 1957.</p> <p>Os primeiros dois protótipos eram chamados por Fidel Castro de Libertadoras, testados em 1967 em Cuba.</p> <p>Industriais alemães foram incumbidos de re-projetar as Libertadoras aos padrões alemães e vende-la pelo mundo em troca de prioridade de suprimento e descontos.</p>		<p>A empresa alemã adicionou sistemas hidráulico e de direção modernos, mas a maior parte do projeto cubano foi mantido.</p> <p>Com sua ampla garganta ajustável, a demonstração da Claas provou-se inestimável nos campos pesados de cana em pé comum em 1976. Em uma ocasião, ela cortou 700 toneladas de uma cana de 80t/acre em 11 horas. Não havia virtualmente nada que ela não poderia cortar, embora o tamanho dos rebolos frequentemente sofresse.</p> <p>Talvez mais do que qualquer outro evento singular, o desafio da Claas agiu como estímulo para a adoção de colheita de cana crua e cobertura com palha na Austrália.</p>

1986	Paul Mizzi Filho de Laurence Mizzi.	<p>A segunda geração de colhedora projetada por Paul Mizzi criou grande interesse em 1984 pelo lançamento de uma máquina duas linhas.</p> <p>A máquina duas linhas pesava 15.2 toneladas, fazendo dela a colhedora de cana mais pesada da Austrália. Tinha 3.8 m de largura e era alimentada por um motor Caterpillar turbo-charged de 6 cilindros desenvolvendo 250 HP.</p> <p>Por cause dos baixos preços do açúcar e o alto custo da máquina, não foi um sucesso comercial. Entretanto, Paul Mizzi em 1986 foi premiado com o primeiro Prêmio de Engenharia Agrícola apresentado pela instituição de engenheiros.</p>		<p>Foto: primeira versão comercial da Walkers-Mizzi Scorpion duas linhas, projetada por Paul e Laurie Mizzi foi comprada por um produtor local em 1986.</p> <p>A unidade totalmente hidráulica tinha boa capacidade de corte em cana crua, manobrabilidade, flotação, visibilidade e poderia cortar em qualquer direção. Um sistema de controle de pressão permitia o operador monitorar cada circuito na cabine.</p> <p>Dois trens alimentadores direcionavam a cana em um elevador primário de 2.1m de largura onde passava por um soprador de 2.1m de largura. Um elevador secundário de 2.1m de largura carregava os rebolos até um sistema de extração de 13m de largura incorporando novas ideias para eliminar bloqueios.</p>
------	--	--	--	--

1992	Chris Cannavan Filho de Arthur Cannavan.	<p>A segunda geração de projetista de colhedoras, Chris Cannavan, descobriu em 1991-1992 um novo sistema de lançamento quando procurou financiamento para completar sua <i>chopper</i> de duas linhas de alta capacidade e leve.</p> <p>Ele projetou o protótipo após uma vida envolvida no cultivo e colheita de cana. Aos 16 anos, ele começou a dirigir uma <i>chopper</i> projetada e construída por seu pai para cortar a primeira cana picada da usina Inkeman em 1961.</p>		<p>Retratada em 1992, o protótipo leve desenvolvido por Chris encanava um novo princípio de picador-lançador.</p> <p>Chris inventou um princípio completamente diferente baseado na guilhotina de ação pica-lança patenteada ao invés da ação pega-pica do sistema picador. Esse conceito pica-lança levou em si a várias aplicações incluindo uma máquina sobre a linha arrastada por barra de tração, uma unidade auto-propelida carregando sua própria caçamba de 4 toneladas ou uma unidade de duas linhas.</p> <p>Com apenas 2 toneladas de peso em cada roda traseira, e sem elevador, a máquina leve estava totalmente em casa em condições úmidas.</p> <p>Em 1993, Cannavan vendeu sua participação para Gendrolius que negociou um acordo de licenciamento com a Bonel Limited para a produção comercial da máquina.</p>
------	---	---	--	---

1992	Austoft	<p>Em 1968, a Toft, que era na verdade Versatile Toft (devido à participação da empresa canadense) foi adquirida por uma equipe de gestão local sob a direção de Leo Mulkearns. E mais uma vez sob propriedade completamente australiana, foi renomeada Austoft Holdings Pty. Ltd.</p>		<p>Foto: colhedora Austoft 7700 com esteiras.</p> <p>A Austoft 7000 ou a 7700 (versão de esteiras) tinham alta capacidade e podia colher mais de duas toneladas de cana queimada por minuto (até 3.5 toneladas em boas condições) e 1.5 toneladas em cana crua média. Essa Austoft poderia lidar com mais de 50.000 toneladas por ano confortavelmente e a média da indústria é de 12.000 a 24.000 toneladas.</p> <p>Segundo o responsável entrevistado, as grandes mudanças que podem ser feitas estão relacionadas com material, o grau de conforto do operador e controles avançados, e o modo que as máquinas são usadas de modo a maximizar seu desempenho.</p>
1993	Cameco	<p>A Cameco começou a fabricação de máquinas <i>chopper</i> em 1974.</p> <p>Quando a Cameco construída nos Estados Unidos foi importada para a Austrália em 1991, parecia que a roda da mecanização da cana tinha virado um círculo completo.</p> <p>Em uma reviravolta irônica, um membro de uma das maiores famílias de colhedoras da Austrália desempenhou papel central na decisão da Cameco Industries Inc. de penetrar no mercado australiano com uma máquina muito parecida com as produzidas na Austrália.</p>		<p>Importada da Louisiana em 1993, a poderosa Cameco forneceu um forte desafio para a liderança da Austoft no mercado australiano.</p> <p>A Cameco tentava conquistar o mercado australiano em 1993 com uma versão mais poderosa em relação à cavalos de potência para torná-la mais atraente aos australianos.</p> <p>Em 1990 a Austoft tomou medidas legais conta a Cameco nos Estados Unidos por violação de patente.</p>

## **APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido para operadores e mecânicos de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar**

### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Você está sendo convidado para participar da pesquisa **O projeto de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar: contribuições a partir da ergonomia da atividade** como operador de máquina colhedora.

O objetivo da pesquisa é o estudo da atividade dos operadores como base para o desenvolvimento de soluções para o projeto de cabine de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar, visando a saúde e a produtividade.

Como principais benefícios, destacam-se:

- Identificar as formas de projeto de cabines adotadas pelas fabricantes de máquinas colhedoras.
- Compreensão das necessidades reais de trabalho dos operadores de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar.
- Identificação das modificações e necessidade de melhorias que podem servir de referência para o projeto de futuras cabines de controle de máquinas colhedoras.

A pesquisadora, responsável por este estudo, garantirá esclarecimentos, antes e durante o curso da pesquisa.

Você tem total liberdade em se recusar a participar da pesquisa ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo algum em sua relação com o pesquisador ou empresa que trabalha.

A pesquisa não oferece riscos diretos, já que consiste na realização de questionários e entrevistas. Ela oferece risco indireto, relacionado à possíveis constrangimentos perante as filmagens que podem vir a ser realizadas durante a execução do seu trabalho.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre a sua participação.

Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação. No caso da participação em filmagens, asseguramos métodos de tratamento de fotos e vídeos que não permitam de maneira alguma a sua identificação.

Não existe qualquer tipo de remuneração ao participar da pesquisa, assim como indenizações ao desistir da pesquisa.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e e-mail de contato do pesquisador principal, podendo tirar dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

**Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.**

Local e data \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_



## APÊNDICE C – Questionário com operadores de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar

### 1. Dados gerais

- identificação
- idade
- escolaridade
- já foi cortador de cana? se não, qual a profissão anterior?
- fez curso para operador? se não, como foi o processo de aprendizado?
- tempo de profissão

### 2. Opinião com relação às máquinas existentes

- Quais dessas máquinas já operou?

fabricante	modelo	
John Deere	3510	
	3520	
	3522	
Case	7000	
	7700	
	8000	
	8800	
Star	Star	
Santal	S5010	
Motocana	Motocana	
Outras		

- Das máquinas que você já operou, quais os principais problemas de cada uma?
- Qual acha melhor para trabalhar? Porquê?

### 3. Opinião com relação às características das máquinas

- com relação às características da **cabine** de controle:
  - qual é melhor: manche ou volante? Porquê?
  - se for o manche, onde ele deveria ser posicionado: à frente ou do lado esquerdo? Porquê?
  - pedais de giro do elevador: um de cada lado ou os dois do mesmo lado?

### 4. Com relação à máquina que opera atualmente – máquina **analisada** – qual sua opinião sobre:

- acesso à cabine:

muito bom – bom – razoável – ruim – muito ruim

- espaço interno da cabine:

muito bom – bom – razoável – ruim – muito ruim

- visibilidade da altura de corte:

muito boa – boa – razoável – ruim – muito ruim

- visibilidade da parte posterior da máquina:

muito boa – boa – razoável – ruim – muito ruim

- conforto do assento:

muito bom – bom – razoável – ruim – muito ruim

- conforto acústico:

muito bom – bom – razoável – ruim – muito ruim

- conforto térmico:

muito bom – bom – razoável – ruim – muito ruim

- disposição dos botões e controles:

muito boa – boa – razoável – ruim – muito ruim

- disposição dos manômetros e visores:

muito boa – boa – razoável – ruim – muito ruim

5. O que você acha que poderia ser melhorado?

6. Você acha que as máquinas estão de acordo com os terrenos em que colhem atualmente?

Sim.....Não..... Porquê?

7. Você usa copiador de solo? qual sua opinião sobre esse recurso?

## APÊNDICE D – Questionário com mecânicos de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar

### 1. Dados gerais

- identificação
- idade
- escolaridade
- como se tornou mecânico
- tempo de profissão

### 2. Opinião com relação às máquinas

- Com quais dessas máquinas você já trabalhou?

fabricante	modelo	
John Deere	3510	
	3520	
	3522	
Case	7000	
	7700	
	8000	
	8800	
Star	Star	
Santal	S5010	
Motocana	Motocana	
Outras		

- Dessas máquinas que você já fez manutenção, quais eram os principais problemas de cada uma?
  
- Das máquinas atuais que você trabalha, quais são os principais problemas?
  
- Como a escolha da compra das máquinas é feita? Leva em conta a opinião do pessoal de manutenção e operação?
  
- Como é o processo quando a máquina chega pela primeira vez na usina?
  - é diferente se já conhecem a máquina
  - ou se não conhecem
  
- Como é a manutenção durante a entressafra?
  
- Como que todas essas modificações são decididas? Em campo, com os operadores?
  
- Pela sua experiência, você acha que as mudanças nas máquinas atuais vieram da prática das usinas? As coisas que vocês mudavam antes, não precisam mudar mais? Surgiram outras?

## APÊNDICE E – Termo de consentimento – Austrália

### Participant consent form

You are invited to participate in the research “**The sugarcane harvesting machine design: an ergonomic approach**”.

The objectives of this research are:

- To understand and describe the sugarcane harvesting process in Australia,
- To analyse the design of the current harvesting machine used in Australian fields,
- To analyse the task of operating a harvesting machine,
- To identify operators` perceptions related to machines` design,
- To identify the design modifications and improvements made by the maintenance staff,
- To identify problems concerning the machine and its design limitations.

If you agree to participate you will be interviewed, and complete a questionnaire. Images and video footage of operation of the equipment may also be requested. No additional risks are involved.

The information obtained through the research is confidential and we ensure the confidentiality of your participation. The data will not be published in a way that enables your identification. In case of capturing video footage, we ensure treatment methods that do not allow your identification in any way.

You are free to refuse to participate, or to withdraw consent at any time, without penalty or prejudice. There is no payment for participating.

You will receive a copy of this form which contains the researcher`s contact. You are welcome to get in touch at any time. A summary of the research findings may be obtained by emailing the researcher.

Researcher:

Lidiane Regina Narimoto

Research Study Abroad Student – The University of Queensland

Minerals Industry Safety and Health Centre – Sustainable Minerals Institute

Advisor:

Prof. Robin Burgess-Limerick

Professor of Human Factors and Deputy Director MISHC – The University of Queensland

Minerals Industry Safety and Health Centre – Sustainable Minerals Institute

**I declare that I understand the objectives, risks and benefits of my participation and I agree to participate in the research.**

Participant signature & date \_\_\_\_\_

Researcher Signature & date \_\_\_\_\_

## APÊNDICE F – Folheto informativo para os participantes – Austrália

### Participant information sheet

1) Title of the project: **“The sugarcane harvesting machine design: an ergonomic approach”**.

2) Investigators:

Lidiane Regina Narimoto

Research Study Abroad Student – The University of Queensland

Minerals Industry Safety and Health Centre – Sustainable Minerals Institute

Prof. Robin Burgess-Limerick (Advisor)

Professor of Human Factors and Deputy Director MISHC – The University of Queensland

Minerals Industry Safety and Health Centre – Sustainable Minerals Institute

3) Objectives of the project:

- To understand and describe the sugarcane harvesting process in Australia,
- To analyse the design of the current harvesting machine used in Australian fields,
- To analyse the task of operating a harvesting machine,
- To identify operators` perceptions related to machines` design,
- To identify the design modifications and improvements made by the maintenance staff,
- To identify problems concerning the machine and its design limitations.

4) Procedures:

In order to achieve these objectives, the following will be conducted:

- Interviews,



- Questionnaire,
- Observations and video footage of harvesting operation.

5) Duration of participation:

A maximum of two hours.

6) Location of participation:

Normal workplace.

7) Risks:

Participation does not involve any additional risks.

8) Benefits:

There are no benefits to the participant

9) You are free to refuse to participate, or to withdraw consent at any time, without penalty or prejudice.

10) The data will not be published in a way that enables your identification. In case of capturing video footage, we ensure treatment methods that do not allow your identification in any way.

11) There is no payment for participating in the research.

12) Access to results: Please email to researcher to receive a summary of the research results

13) You are welcome to get in touch about the project and your participation at any time.

*"This study adheres to the Guidelines of the ethical review process of The University of Queensland and the National Statement on Ethical Conduct in Human Research. Whilst you are free to discuss your participation in this study with project staff, if you would like to speak to an officer of the University not involved in the study, you may contact the Ethics Coordinator".*

**APÊNDICE G – Questionário com operadores de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar – Austrália**

**Questionnaires – sugarcane harvester operator**

1. Demographic data

- Age
- Education
- Previous job
- Training courses
- Experience

2. Evaluation of the existing machines

- Which machine(s) have you operated?

Manufacturer	Model	
John Deere	3510	
	3520	
	3522	
Case	7000	
	7700	
	8000	
	8800	
Others		

- What were the main problems with each one of them?

- What are the main problems with the current machine?
- Which one is the best? Why?

3. Regarding the machine currently operated, please evaluate:

- cabin access:

very good – good – satisfactory – bad – very bad

- cabin's internal space:

very good – good – satisfactory – bad – very bad

- visibility of cutting:

very good – good – satisfactory – bad – very bad

- visibility of the machine's back:

very good – good – satisfactory – bad – very bad

- seat comfort:

very good – good – satisfactory – bad – very bad

- acoustic comfort:

very good – good – satisfactory – bad – very bad

- thermal comfort:

very good – good – satisfactory – bad – very bad

- layout of controls:

very good – good – satisfactory – bad – very bad

- layout of displays:

very good – good – satisfactory – bad – very bad

4. Suggestions of improvement

5. What was the most difficult thing for you to learn?

6. Maintenance:

- How is the process when the machine first arrives? Do you prepare it before starting the harvesting?
- How is the maintenance process during the harvesting period?
- How is the maintenance process during the off-season?
- How the modifications are decided?
- The manufacturers usually follow up the machine? Do they check the modifications that you made?
- In your opinion, is there anything that were changed or adapted in previous machines that now are incorporated in current ones by the manufacturers? Could you notice that? Give examples.