

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**ENSAIO DE DOIS SISTEMAS DE OBTENÇÃO DE BIOMASSA DE  
CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*) PARA FINS ENERGÉTICOS**

MARCO LORENZZO CUNALI RIPOLI

Tese apresentada a Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP  
Dezembro – 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**ENSAIO DE DOIS SISTEMAS DE OBTENÇÃO DE BIOMASSA DE  
CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*) PARA FINS ENERGÉTICOS**

MARCO LORENZZO CUNALI RIPOLI

Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Gamero

Tese apresentada a Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP  
Dezembro – 2004

*“A melhor maneira de realizar os sonhos é acordar”.*

**(Paul Valéry)**

*“Um problema só surge quando estão reunidas todas as condições para solucioná-lo”.*

**(Karl Marx)**

*“Sucesso é uma questão de não desistir. Fracasso é uma questão de desistir cedo demais”.*

**(Walter Burke)**

*“Comece com o necessário, depois o possível e de repente você estará fazendo o impossível”.*

**(São Francisco de Assis)**

*“A mudança é a lei da vida. Aqueles que olham apenas para o passado ou para o presente serão esquecidos no futuro”.*

**(John F. Kennedy)**

*“Ninguém ensina nada para ninguém. Pais, professores, livros, multimídia etc. são meios que facilitam o aprendizado de quem quer aprender”.*

**(Tomaz Caetano Cannavam. Ripoli)**

Aos meus pais,  
Tomaz Caetano e Maria Lúcia  
e Bianca, minha irmã,  
dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao orientador e amigo, Prof. Dr. Carlos Antonio Gamero pela orientação, estímulo e sugestões seguras durante o estudo.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela concessão de Bolsa de Estudos durante o período de desenvolvimento deste projeto.

Ao Prof. Titular Tomaz Caetano Cannavam Ripoli, do Setor de Mecânica e Máquinas Agrícolas do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, pelas sugestões e apoio de campo durante o desenvolvimento deste estudo.

Ao Engenheiro Agrônomo e amigo, Dumas Vicenti Casagrandi, Gerente de Projetos Especiais do Grupo COSAN, pela imensa atenção, apoio e infra-estrutura disponibilizados.

Aos engenheiros agrônomos da Usina Costa Pinto (Grupo COSAN), Rodolfo Geraldi, Elder Zotelli, João Américo Beltrame, José Carlos Matyis e José Waldir Pupin, pelo apoio e infra-estrutura disponibilizados, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho.

Aos professores da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP/Botucatu, Carlos Alexandre Costa Crusciol, Jorge de Lucas Júnior, Kléber Pereira Lanças, Sérgio Hugo Benez, Sílvio José Bicudo, José Armando Furlani pelo estímulo durante o curso.

Aos colegas de pós-graduação Maurício Javier de León, Moises da Silva Nery, Edimilson Ruiz, Fábio Henrique Rojo Baio, desta Faculdade e Rodrigo Jacob da ESALQ/USP, pela colaboração.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, agradeço.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	xii
RESUMO .....	xvii
SUMMARY .....	xix
RESUMEN .....	xxi
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Setor canavieiro .....	3
2.2. Queima dos canaviais e suas implicações .....	4
2.3. Cana crua e suas implicações .....	10
2.4. Efeitos do palhiço sobre plantas invasoras .....	15
2.5. Biomassa como fonte de energia .....	18
2.6. Desempenho operacional de máquinas e implementos agrícolas.....	44
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	52
3.1. Material .....	52
3.1.1. Sistema de colheita integral de cana-de-açúcar .....	52
3.1.2. Sistema de enfardamento de palhiço de cana-de-açúcar .....	53
3.1.3. Material utilizado em ambos os sistemas estudados .....	53
3.2. Métodos .....	54
3.2.1. Sistema de colheita integral.....	54
3.2.1.1. Biometria do canavial.....	54
3.2.1.2. Colheita da matéria-prima .....	55
3.2.1.3. Determinações de perdas de colheita.....	56
3.2.1.4. Capacidades efetivas e consumos de combustível .....	58
3.2.1.5. Determinações referentes à qualidade da matéria-prima colhida.....	62
3.2.1.6. Tamanhos e características de cisalhamento dos rebolos.....	64
3.2.1.7. Massa específica, carga transportada e umidade da matéria-estranha vegetal.....	65

3.2.1.8. Umidade e granulometria do solo.....	67
3.2.1.9. Desempenho econômico do sistema.....	68
3.2.1.10. Eficiência energética do sistema.....	68
3.2.1.11. Análises estatísticas .....	70
3.2.2. Sistema de enfardamento.....	71
3.2.2.1. Tratamentos realizados .....	71
3.2.2.2. Determinações de massa e umidade do palhico, da terra agregada e de algumas características do solo.....	73
3.2.2.3. Determinações das massas de palhico não manipulada (perdas) pelas operações .....	73
3.2.2.4. Determinações de tempos e movimentos .....	75
3.2.2.5. Determinações das massas e das massas específicas dos fardos .....	75
3.2.2.6. Determinações de consumo de combustível.....	76
3.2.2.7. Determinações de umidade e terra no material enfardado .....	77
3.2.2.8. Eficiência energética do sistema.....	77
3.2.2.9. Determinações de tempo, consumo e carga, nas operações de carregamento, transporte e descarga de fardos.....	79
3.2.2.10. Desempenho econômico do sistema.....	79
3.2.2.11. Análises estatísticas .....	79
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	80
4.1. Sistema de colheita integral.....	80
4.1.1. Resultados da análise econômica .....	80
4.1.2. Resultados tabulados .....	81
4.1.3. Resultados da análise estatística .....	113
4.2. Sistema de enfardamento.....	118
4.2.1. Resultados tabulados .....	118
4.2.2. Resultados da análise econômica .....	127
4.2.3. Resultados da análise estatística .....	129
4.3. Confronto entre os sistemas de colheita integral e enfardamento .....	131
4.3.1. Resultados de custos.....	133
4.3.2. Resultados de eficiências energéticas.....	137

4.3.3. Resultados de índices de terra .....	138
5. CONCLUSÕES .....	141
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	142
ANEXO I (Dados originais do Sistema de Colheita Integral).....	158
ANEXO II (Dados originais do Sistema de Enfardamento).....	195

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Esquematisação do critério de amostragem, adotado na área de ensaios, para a determinação de perdas de matéria-prima .....	56
2. Área sub-amstral para determinação de perdas de matéria prima: antes da colheita de dada repetição (a) e após a colheita (b).....	57
3. Colheita mecanizada da matéria-prima (a, b) e posterior recolhimento das perdas nas áreas amostrais (c, d) .....	57
4. Pesagem após a separação dos constituintes das perdas de matéria-prima (rebolos e frações de colmos) que permaneceram no terreno após a colheita (a) e pesagem dos colmos industrializáveis e/ou suas frações não colhidas (b) .....	58
5. Tanque suplementar de combustível (a), Bureta graduada (b), mangote fixado no bocal do tanque da colhedora (c) e nível de bolha (d).....	60
6. Nivelamento da carga antes da pesagem do transbordo (a); desacoplamento do transbordo da barra de tração do trator, por guincho hidráulico (b); pedaços de madeira para manter estável a unidade desacoplada (c) e balanças, uma sob cada roda, com “display” de leitura (d) .....	62
7. Tambores posicionados dentro da unidade de transbordo no início de cada repetição (a); tambores cobertos pela matéria-prima colhida (b); retirada dos tambores, após a realização de repetição (c) e início da separação das frações contidas no tambor de amostragem sobre o encerado (d).....	63
8. Fase de separação e determinação de matéria estranha vegetal e condições dos rebolos encontradas no tambor. Em destaque, a separação das frações de colmos agregadas às raízes (a) e dos rebolos esmagados (b) .....	64
9. Separação de uma das repetições (tambor) para determinação da qualidade da matéria-prima colhida (a), sendo dividida em rebolos (t); raízes (r); ponteiros (p); rebolos esmagados (te); folhas verdes (f); palha (pa). Medição dos comprimentos dos rebolos colhidos e provenientes de um dos tambores (b).....	65
10. Esquema e dimensões da unidade de transporte da matéria-prima com volume teórico de 64,47m <sup>3</sup> .....	66

11. Enfardadora AGROFORN (a) e palhiço enleirado sendo enfardado (b).....	72
12. Ancinhos DMB (a) e STABRA (b).....	72
13. Ancinho AGROFORN em operação (a) e em detalhe (b).....	72
14. Enfardadora STABRA liberando fardo (a) e palhiço enleirado sendo enfardado (b) .....	73
15. Coleta de amostra de perdas do enleiramento e/ou de enfardamento (a) e área amostral após a coleta (b).....	74
16. Pesagem da amostra coletada de perdas do enleiramento e/ou do enfardamento com o uso de uma célula de carga (a), um display digital (b) e tripé para sustentação (c) .....	74
17. Cronometria e determinação das distâncias entre os fardos e comprimento de leiras, utilizando um “compasso” de madeira .....	75
18. Pesagem individual de cada fardo. Detalhe da célula de carga (a) e "display" digital (b) montadas em uma carregadora de cana adaptada em guincho.....	76
19. Determinação do consumo de combustível, por tratamento (nível de bolha (a) e bureta graduada (b)) .....	76
20. Área de estudos.....	77
21. Percentagens em relação às condições de cisalhamento dos rebolos do tratamento T1 (Colhedora CAMECO operando normalmente) .....	89
22. Percentagens em relação às condições de cisalhamento dos rebolos do tratamento T2 (Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados) .....	89
23. Percentagens em relação às condições de cisalhamento dos rebolos do tratamento T3 (Colhedora CASE operando normalmente) .....	90
24. Percentagens em relação às condições de cisalhamento dos rebolos do tratamento T4 (Colhedora CASE operando com os extratores desligados) .....	90
25. Valores médios percentuais das condições de cisalhamento dos rebolos, nos quatro tratamentos .....	90
26. Frequência dos tamanhos dos rebolos (399 determinações) no tratamento T1 (Colhedora CAMECO operando normalmente).....	91
27. Frequência dos tamanhos dos rebolos (397 determinações) no tratamento T2 (Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados).....	91
28. Frequência dos tamanhos dos rebolos (400 determinações) no tratamento T3 (Colhedora CASE operando normalmente).....	92

29. Freqüência dos tamanhos dos rebolos (300 determinações) no tratamento T4 (Colhedora CASE operando com os extratores desligados).....	92
30. Resultados de Capacidades Efetivas dos quatro tratamentos (CEBMP = Capacidade efetiva bruta de matéria-prima; CEBC = Capacidade efetiva bruta de rebolos e suas frações; CELMP = Capacidade efetiva líquida de matéria-prima; CELC = Capacidade efetiva líquida de rebolos e suas frações) .....	98
31. Comparação entre as médias dos tipos de colheita convencional e integral (CMPC= Custo de colheita de matéria-prima; CUCC = Custo de colheita de rebolos industrializáveis; CCCP = Custo de colheita de rebolos industrializáveis e de ponteiros; CTPA = Custo de colheita de palhiço; CCPSP = Custo de colheita de palhiço, sem ponteiro; CCTE = Custo da colheita de terra contida na matéria-prima).....	108
32. Comparação entre as médias dos tipos de colheita convencional e integral (CMPD= Custo de transbordo de matéria-prima; CCD = Custo de transbordo de rebolos industrializáveis; CCPD = Custo de transbordo de rebolos industrializáveis e ponteiros; CPD = Custo de transbordo de palhiço; CPDSP = Custo transbordo de palhiço sem ponteiro; CDT= Custo de transbordo de terra contida na matéria-prima) ....	108
33. Comparação entre as médias dos tipos de colheita convencional e integral (CMPT= Custo de transporte de matéria-prima; CCT = Custo de transporte dos rebolos industrializáveis; CTCP = Custo de transporte de rebolos industrializáveis e de ponteiros; CPT = Custo de transporte do palhiço; CPTSP = Custo de transporte de palhiço sem ponteiro; CTT = Custo de transporte de terra contida na matéria-prima colhida) .....	109
34. Comparação entre as médias dos tipos de colheita convencional e integral (CMPU= Custo da matéria-prima posta na usina; CCPU = Custo de rebolos industrializáveis postos na usina; CCPPU = Custo de rebolos industrializáveis e ponteiros, posto na usina; CPPU= Custo do palhiço posto na usina; CPSPPU = Custo do palhiço, excluído o ponteiro, posto na usina; CTPU = Custo de terra contida na matéria-prima colhida, posto na usina).....	109
35. Comparação dos custos efetivos entre os dois sistemas estudados .....	134
36. Comparação dos custos operacionais (R\$.10 <sup>-3</sup> L etanol), em função das variações das Eficiências de Campo dos dois sistemas estudados .....	136

37. Comparação dos custos operacionais ( $\text{R}\$.\text{EBP}^{-1}$ ), em função das variações das Eficiências de Campo dos dois sistemas estudados.....	136
38. Eficiência energética dos dois sistemas estudados .....	138
39. Valores médios obtidos para o índice de terra nos dois sistemas estudados .....	139

## LISTA DE TABELAS

	Página
1. Resultados da comparação da energia desperdiçada na queima de canaviais com os equivalentes de outras fontes energéticas comuns, obtidos por Saffioti (1985).....	10
2. Resultados de umidade e poder calorífico superior observados nos resíduos estocados durante três meses, em quatro situações diferentes (H.S.P.A., 1987).....	20
3. Quantidade de celulose contida nos resíduos agrícolas de algumas culturas (Perrone, 1977).....	21
4. Teores de umidade e poderes caloríficos superiores dos resíduos agrícolas e do bagaço estudados (Aguilar et al., 1989) .....	22
5. Poderes caloríficos superiores e inferiores da palha da cana-de-açúcar para diversas variedades e regiões do Estado de São Paulo (Zalauf et al., 1985).....	22
6. Quantidades e poderes caloríficos inferiores de algumas variedades de cana-de-açúcar plantadas no Brasil (Bagatex, 1984) .....	23
7. Variação da umidade dos resíduos (palha e ponteiro) da colheita de cana-de-açúcar, sem queima prévia, sobre piso asfáltico (Usina Santa Lydia, 1984).....	24
8. Quantidades de resíduos em relação às produtividades agrícolas dos canaviais (Usina Santa Lydia, 1984).....	24
9. Produções de colmos e potencial de resíduos secos para as diferentes regiões produtoras do Brasil (Copersucar, 2001c).....	25
10. Valores das variáveis apresentadas por Abramo Filho et al.(1993) .....	26
11. Características dos constituintes de duas variedades de cana-de-açúcar colhidas crua e manualmente (Ripoli et al., 1995) .....	27
12. Estimativas do potencial disponível em um hectare de cana-de-açúcar, sem queima prévia (Ripoli et al., 1990a) .....	28
13. Custos e capacidades efetivas das operações agrícolas envolvidas na manipulação do palhiço (Lopez, 1987) .....	28
14. Valores dos poderes caloríficos úteis em função da variação da umidade do material (Leite, 1983 e Oliveira, 1982).....	29

15. Poderes caloríficos superiores do bagaço obtidos em alguns países (Oliveira, 1982 e Perez, 1982) .....	30
16. Poderes caloríficos de alguns combustíveis segundo Goldenberg (1979).....	30
17. Poderes caloríficos de alguns combustíveis segundo Mialhe (1980) .....	31
18. Distribuição da energia contida em um canavial com 60t.ha <sup>-1</sup> de matéria-prima (Ripoli et al., 1991).....	32
19. Resultados obtidos por Ripoli (1991) considerando o potencial do canavial e o equivalente energético de combustíveis líquidos .....	32
20. Valores médios das variáveis estudadas de cinco variedades de cana-de-açúcar (Ripoli et al., 1991).....	35
21. Potencial energético total do resíduo, em uma função da variedade e do tipo de cana: crua ou queimada (Furlani Neto et al., 1997).....	35
22. Dados levantados por Koopmans & Koppejan (1997) sobre resíduos da colheita de cana-de-açúcar .....	36
23. Valores comparativos dos poderes caloríficos de combustíveis (Staniforth, 1982).....	40
24. Resultados dos ensaios de três enfardadoras realizados pela Copersucar - Projeto BRA/96/G31 (1998) .....	44
25. Aspectos econômicos e operacionais do enfardamento de resíduos da colheita de cana-de-açúcar para aproveitamento energético (Molina Júnior, 1995) .....	46
26. Capacidades efetivas de duas enfardadoras e caracterizações ponderais e dimensionais de seus fardos (Copersucar, 1998) .....	47
27. Resultados de ensaios de campo utilizando quatro conjuntos mecanizados e duas variedades de cana (Ripoli, 1991) .....	47
28. Valores dos desempenhos operacionais de enfardadoras de fardos retangulares e cilíndricos (Howe & Sreesankon, 1990) .....	48
29. Requisitos mínimos (a) ou valor máximo (b) relativos aos parâmetros de desempenho operacional de máquinas envolvidas nos subsistemas de colheita de cana-de-açúcar, para fins de certificação.....	51
30. Poderes caloríficos superiores, médios, encontrados por Ripoli (1991) para os constituintes do palhiço de cana-de-açúcar .....	69
31. Custos das operações envolvidas no sistema para os diferentes tratamentos.....	81

32. Resultados médios da biometria do canavial.....	82
33. Resultados de análise granulométrica e de umidade do solo da área de ensaios.....	82
34. Tabulação para determinações de capacidades efetivas brutas da colhedora CAMECO .....	83
35. Tabulação para determinações de capacidades efetivas brutas da colhedora CASE.....	84
36. Tabulação para determinações de capacidades efetivas brutas da colhedora CAMECO .....	85
37. Tabulação para determinações de perdas de colheita, da colhedora CASE .....	86
38. Tabulação para determinações de qualidade de matéria-prima colhida, da colhedora CAMECO .....	87
39. Tabulação para determinações de qualidade de matéria-prima colhida, da colhedora CASE .....	88
40. Resultados de umidade, com base em peso úmido, obtidos em estufa, de folhas verdes e palhas contidos na matéria-prima colhida, para os tratamentos T2 e T4 .....	93
41. Resultados de umidade, com base em peso úmido, obtidos em estufa, de ponteiros, do canavial objeto de estudo.....	94
42. Determinação de energia disponível e consumida na operação de colheita e percentagens dos constituintes da matéria-estranha. Tratamentos T1 e T2 (CAMECO) .....	95
43. Determinação de energia disponível e consumida na operação de colheita e percentagens dos constituintes da matéria-estranha. Tratamentos T3 e T4 (CASE).....	96
44. Resumo das médias de algumas variáveis das análises tecnológicas efetuadas nos quatro tratamentos .....	97
45. Caracterização ponderal e dimensional média, da carga transportada pelas unidades rodotrem .....	97
46. Variáveis sujeitas à análise estatística, tratamentos T1 e T2 (CAMECO) (I) .....	99
47. Variáveis sujeitas à análise estatística, tratamentos T1 e T2 (CAMECO) (II).....	100
48. Variáveis sujeitas à análise estatística, tratamentos T1 e T2 (CAMECO) (III) .....	101
49. Variáveis sujeitas à análise estatística, tratamentos T3 e T4 (CASE) (I).....	102
50. Variáveis sujeitas à análise estatística, tratamentos T3 e T4 (CASE) (II).....	103

51. Variáveis sujeitas à análise estatística, tratamentos T3 e T4 (CASE) (III) .....	104
52. Resultados médios, por tratamento e médias por tipo de operação (I).....	105
53. Resultados médios, por tratamento e médias por tipo de operação (II) .....	105
54. Quantidades de energia consumidas nas operações, balanço (eficiência) energético e graus de umidade dos constituintes vegetais do palhiço (Tratamentos T1 e T2) .....	106
55. Quantidades de energia consumidas nas operações, balanço (eficiência) energético e graus de umidade dos constituintes vegetais do palhiço (Tratamentos T3 e T4) .....	107
56. Resumo estatístico dos valores obtidos de algumas variáveis estudadas .....	113
57. Resultados finais de campo obtidos sobre o enleiramento e enfardamento de T1E1 e T1E2.....	119
58. Resultados finais de campo obtidos sobre o enleiramento e enfardamento de T2E1 e T2E3.....	120
59. Custos das operações realizadas no estudo deste sistema (I) .....	121
60. Balanços energéticos (Eficiências dos sistemas) obtidos para os tratamentos T1E1 e T1E2.....	123
61. Balanços energéticos (Eficiências dos sistemas) obtidos para os tratamentos T2E1 e T2E3.....	124
62. Valores de umidade e de terra, no palhiço “in natura”, antes da operação de enleiramento, obtidos na área de ensaios.....	125
63. Determinações da umidade, da terra e do poder calorífico útil do palhiço enfardado .....	125
64. Valores médios de diâmetro, largura, massa, volume e massa específica dos fardos elaborados .....	127
65. Resumo dos resultados de custos das operações executadas no manuseio e colocação do palhiço enfardado, no pátio da usina (Usina Costa Pinto – Grupo COSAN) .....	128
66. Resumo estatístico dos valores obtidos de algumas variáveis estudadas .....	129
67. Resultados obtidos, por repetição e por tratamento, para as três variáveis desejadas para o sistema de colheita integral .....	131

68. Resultados obtidos, por repetição e por tratamento, para as três variáveis desejadas para o sistema de enfardamento .....	132
69. Resultados do Teste T para o confronto entre os sistemas colheita integral e enfardamento para a variável CEPU (Custo da Energia Posta na Usina) .....	133
70. Resultados do Teste T para o confronto entre os sistemas de colheita integral e enfardamento para a variável BETS (Eficiência Energética).....	137
71. Resultados do Teste T para o confronto entre os sistemas de colheita integral e enfardamento para a variável TPNT (Índice de terra contido no palhço, posto na usina) .....	139

**ENSAIO DE DOIS SISTEMAS DE OBTENÇÃO DE BIOMASSA DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*) PARA FINS ENERGÉTICOS.** Botucatu, 2004. 213p. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: MARCO LORENZZO CUNALI RIPOLI

Orientador: CARLOS ANTONIO GAMERO

## RESUMO

A cultura canvieira, segundo relatos de vários autores, pode gerar, além dos colmos industrializáveis, uma quantidade de palhiço da ordem de 15 a 30% em peso da parte aérea das plantas, dependendo das condições de campo (variedade, idade do canavial, número de cortes e condições edafoclimáticas). O poder calorífico deste material, por volta de  $1.896\text{kcal.kg}^{-1}$ , é equivalente ao da madeira e superior ao do próprio bagaço da cana, o que o torna não mais um material descartável, mas um importante produto para agregação de valor no setor sucroalcooleiro.

A principal questão a este respeito, atualmente, é como retirar esse material do campo e disponibilizá-lo na usina. Existem inúmeras opções para o recolhimento do palhiço, entre elas, o enfardamento do palhiço e a colheita integral.

Várias usinas do Estado de São Paulo, na busca da melhor opção de recolhimento, tem efetuado determinações e ensaios com enfardadoras, para uma tomada de decisão quanto ao sistema que seria o mais viável economicamente. Ocorre que, pelo fato de não existir uma metodologia padronizada para este tipo de análise, tem-se tornado impraticável comparar os resultados obtidos nestes ensaios porque cada usina adota padrões metodológicos diferenciados.

O objetivo deste estudo foi desenvolver, testar e aplicar sob condições normais de campo, uma metodologia padronizada para ensaios para dois tipos de sistemas de recolhimento e colocação do palhiço no pátio de uma usina. Foram eles: a colheita integral da cana-de-açúcar e o enfardamento do palhiço residual da colheita convencional de cana.

Os resultados obtidos demonstraram que a metodologia desenvolvida atendeu às necessidades esperadas de obtenção de variáveis tais que permitiram a definição de um dado sistema de recolhimento.

As variáveis fundamentais que definiram o melhor sistema de recolhimento do palhiço entre o sistema de colheita integral e o de enfardamento foram: Índice de Terra (1,39% e 0,63%, respectivamente); Eficiência Energética (98% e 83%, respectivamente) do Sistema e Custo Efetivo por Equivalente Energético do Palhiço, posto na usina (5,62 e 10,90%, respectivamente).

Pelos estudos efetuados ficou estatisticamente comprovado que a colheita integral de cana crua é o sistema de colheita de palhiço, que apresenta: menor custo por unidade de energia posta na usina; maiores eficiência energética e índice de terra.

---

**Palavras-Chave:** cana-de-açúcar, mecanização, colheita, enfardamento, palhiço, energia de biomassa.

**TESTS OF TWO SUGAR CANE (*Saccharum spp.*) BIOMASS OBTAINING SYSTEMS FOR ENERGETIC PURPOSES.** Botucatu, 2004. Thesis (Doctorate in Agronomy / Energy in Agriculture) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: MARCO LORENZZO CUNALI RIPOLI

Adviser: CARLOS ANTONIO GAMERO

## SUMMARY

The sugar cane crop according to several authors can generate, other than the industrialized stalks, an amount of plant residues (trash) from the order of 15 to 30% in weight of the aerial part of the plants, depending on the field conditions (variety, age of the sugar cane, number of cuts, soil and climate conditions). The calorific power of this material, about  $1,896\text{kcal.kg}^{-1}$  is equivalent to the wood and superior to the sugar cane bagasse which turns out to be a non disposable material, but an important product for value aggregation in the sugar and alcohol sector.

The main subject is how to remove this material out from the field and put in the Sugar Mill. There are many options for the trash removal, among them the trash baling and the integral harvest.

Several sugar mills in the State of Sao Paulo, in the search of the best withdrawal option, have been making determinations and tests with balers, to decide which system would be more economically viable. Due to the fact that a standardized methodology is inexistent for this type of analysis, it impossible to compare the results obtained in these tests because each sugar mill adopts different methodological patterns.

The objective of this study was to develop, verify and apply under field conditions, a standardized methodology for tests of two removal and placement systems types of the plant residues (trash) at the sugar mill, which were the full harvest of the sugar cane and the baling of the residues from conventional sugarcane harvester.

The obtained results showed that the developed methodology achieved the expected needs of obtaining variables which would allow the definition of a removal system. Several derived variables were analyzed statistically several derived variables from

the primary field and laboratory data, which will allow to come up to three final variables which would lead to a decision of the best removal system from those studied.

The fundamental variables that will define the best plant residues removal system considering the integral harvest system and the baling system are: Soil Index (1,39% e 0,63%, respectively); Energy Efficiency of the System (98% e 83%, respectively) and Effective Cost for Equivalent Energy of the Plant Residues (5,62 e 10,90%, respectively) delivered to the sugar mill.

According to the tests accomplished it was statistically proven that the full harvest is the best trash removal system for sugar cane, which presented lower cost per energy unit and higher energy efficiency and soil index.

---

**Keywords:** sugar cane, mechanization, harvesting, baling, plant residues (trash), biomass energy.

**ENSAYO DE DOS SISTEMAS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOMASA DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) PARA FINES ENERGETICOS.** Botucatu, 2004. 213p. Tesis (Doctorado en Agronomía / Energía en la Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: MARCO LORENZZO CUNALI RIPOLI

Tutor: CARLOS ANTONIO GAMERO

## RESUMEN

El cultivo de caña de azúcar, según el relato de varios autores, puede generar, además de las cañas industrializables, una cantidad de residuos (pajas, hojas verdes y cogollos) del orden de 15 a 30% en peso de la parte aérea de las plantas, dependiendo de las condiciones de campo (variedad, edad del cañaveral, número de corte de soca y condiciones de clima y suelo). El poder calorífico de este material, en cerca de  $1.896 \text{kcal.kg}^{-1}$ , es equivalente al de la madera y superior al del propio bagazo de caña esto hace con que este material no sea mas considerado como descarte, además de promoverlo para un producto de valor agregado en el sector azúcar-alcoholero.

La principal cuestión es como retirar ese material del campo y hacerlo disponible para el ingenio. Existen varias opciones para la cosecha de estos residuos de material de caña, entre ellos, el enfardelar de los mismos y la cosecha integral.

Varios ingenios del estado de São Paulo, en la búsqueda de una mejor opción de cosecha, vienen realizando trabajos y pruebas con máquinas de fardos, para una tomada de decisión en cuanto al sistema que seria económicamente el más viable. Pero dado el hecho de no existir una metodología estándar para este tipo de análisis, viene siendo prácticamente imposible comparar los resultados obtenidos en estos ensayos porque cada ingenio adopta metodologías diferentes.

El objetivo de este trabajo fue desarrollar, verificar y aplicar sobre condiciones normales de campo, una metodología patrón para ensayos de dos tipos de sistemas de cosecha y colocación de los residuos de caña en los patios de los ingenios. Fueran la cosecha integral de caña-de-azúcar y el enfardelamiento de los residuos de la cosecha convencional de caña-de-azúcar.

Los resultados obtenidos van a demostrar que la metodología desarrollada atenderá las necesidades esperadas de obtener variables tales que permitan la definición de un determinado sistema de cosecha. Serán analizadas estadísticamente variables derivadas de los datos primarios obtenidos en el campo y en el laboratorio, que permitirán llegar a tres variables finales las cuales permitirán una toma de decisión con relación al mejor sistema de cosecha de todos los que fueron analizados.

Las variables fundamentales que definen el mejor sistema de cosecha de residuos de cosecha de caña entre el sistema de cosecha integral y el enfardelado son: Índice de tierra (1,39% e 0,63%, respectivamente), Eficiencia Energética del sistema (98% e 83%, respectivamente) y el costo Efectivo por equivalente energético de los residuos de caña (5,62 e 10,90%, respectivamente).

Según los estudios estadísticamente efectuados comprobóse que la cosecha integral fue el sistema que presentó el más pequeño costo por unidad de energía puesta en el ingenio; la mayor Eficiencia Energética y mayor Índice de tierra.

---

**Palabras-Clave:** caña de azúcar, mecanización, cosecha, enfardelamiento, residuos de cosecha de caña, energía de biomasa.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil, sendo um país em desenvolvimento e com abundantes recursos em biomassa, é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Atualmente, os canaviais são queimados antes da colheita, apesar de existir legislação que proíbe tal prática, sob determinadas condições de relevo e proximidades a centros urbanos. Não se adotando a queima de pré-colheita, o palhiço (ponteiros, folhas verdes, palhas e frações de colmos não colhidos e terra aderida a estes constituintes) remanescente sobre o terreno e decorrente da colheita mecanizada, pode ser recolhido e utilizado para co-geração de energia elétrica nas próprias usinas e destilarias, de acordo com Ripoli & Ripoli (1995). Segundo os mesmos autores, o palhiço que era considerado matéria estranha vegetal, pode-se tornar mais uma fonte de energia renovável desde que recolhido e transportado até a unidade industrial.

A cultura canavieira, segundo relatos de vários autores, pode gerar, além dos colmos industrializáveis, uma quantidade de palhiço da ordem de 15 a 30% em peso da parte aérea das plantas, dependendo das condições de campo (variedade, idade, número de corte e condições edafoclimáticas). O poder calorífico deste material é equivalente ao da madeira e superior ao do próprio bagaço da cana, por volta de  $1.896\text{kcal.kg}^{-1}$ , o que o torna não mais um material descartável, mas um importante produto para agregação de valor no setor sucroalcooleiro.

Segundo Ripoli & Ripoli (2001) o palhiço fornece, em média,  $13.551\text{MJ.t}^{-1}$ , sendo que estimaram para o Brasil que este material, se fosse recolhido e levado até as usinas e destilarias, poderia gerar energia suficiente para abastecer  $9,85.10^6$  pessoas de consumo de baixa renda, por ano, enquanto que o bagaço, que já é amplamente utilizado para produção energética, poderia atender a  $5,55.10^6$  pessoas.

A principal questão que o setor sucroalcooleiro busca resposta é de como retirar esse material do campo e disponibilizá-lo na usina de maneira mais adequada. O

recolhimento do palhiço apresenta inúmeras opções sendo as mais promissoras: o enfardamento e a colheita integral, a qual leva consigo o palhiço que ficaria no campo se fosse colhida como de costume, ou seja, com os sistemas de limpeza da máquina ligados..

Várias usinas do Estado de São Paulo, na busca da melhor opção de recolhimento, tem efetuado determinações e ensaios com enfardadoras, para uma tomada de decisão quanto ao sistema que seria o mais economicamente viável. Pelo fato de não existir uma metodologia padronizada para este tipo de análise, tem-se tornado impraticável comparar os resultados obtidos nestes testes, porque cada unidade adota padrões metodológicos diferenciados. Por outro lado, por se tratar de uma nova tecnologia de manipulação de biomassa, pouco existe na bibliografia a respeito do assunto.

O objetivo deste estudo, portanto foi desenvolver e aplicar sob condições normais de campo, uma metodologia padronizada para ensaios de alguns equipamentos utilizados na cultura canavieira para retirada do palhiço e colocá-lo no pátio da usina para fins de utilizá-lo como fonte de energia.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Setor canavieiro

O Agriannual 2004 (FNP, 2004), informa que a área de cana-de-açúcar colhida no Brasil em 2003, foi da ordem de  $4,61.10^6$ ha, com uma produção de  $317,89.10^6$ t e uma produtividade média de colmos de  $68,9t.ha^{-1}$ . A cana-de-açúcar é a terceira cultura de maior importância no contexto da agricultura brasileira (FNP, 2004 e FERNANDES, 1998).

A cana-de-açúcar é um dos principais produtos agrícolas brasileiros, cultivada desde a época da colonização, e vem sendo o principal tipo de biomassa energética, base para todo o agronegócio sucroalcooleiro, representado por 350 agroindústrias de açúcar e álcool e que absorvem 1.000.000 de empregos diretos e indiretos em todo Brasil (UNIV. DE SÃO PAULO – BANCO DE DADOS DE BIOMASSA DO BRASIL, 2002).

Segundo Sparovek et al. (1997), a cana-de-açúcar tem grande importância econômica e social para o Estado de São Paulo, embora sua produção seja frequentemente associada a impactos ambientais, tais como elevadas emissões de gases tóxicos na atmosfera devido à queima que normalmente antecede a colheita, a degradação dos solos e a poluição de mananciais e centros urbanos. Os autores constataram que 31% das terras da região de Piracicaba estão aptas para o corte mecanizado da cana-de-açúcar, sem queima prévia, das quais 76% já estão ocupadas com cana-de-açúcar. Naquelas consideradas inaptas para o corte mecanizado encontraram-se 45.200ha cultivados com cana-de-açúcar, o que representa 52% da área ocupada com esta cultura.

Andrieta (1998) mostra nova alternativa para subprodutos da cana-de-açúcar, tais como: álcool química produzida a partir do etanol originando etileno, acetaldeído, éter etílico, acetona e clorofórmio; leveduras de panificação, levedura como fonte de proteção

como a L-Lisina, glutamato de sódio, ácido cítrico, goma Xantana, como dextrana, adoçantes como sacarose, sucralose e neosugar; açúcares especiais como líquidos e invertido.

A título de informação, a introdução de colhedoras autopropelidas para cana-de-açúcar no Brasil, em escala comercial, deu-se em 1973 nos canaviais paulistas e logo em seguida em Alagoas. Já em 1976, operavam 263 unidades em todo país (RIPOLI, 1977).

Atualmente os canaviais são queimados como prática de pré-colheita, apesar de existir legislação que racionaliza tal prática, sob determinadas condições de relevo e proximidades a centros urbanos (RIPOLI, 2002). Abandonando-se essa prática, o palhiço (ponteiros, folhas verdes, palhas, frações de colmos e terra agregada a estes constituintes) remanescente sobre o terreno e decorrente da colheita mecanizada podem ser recolhidos e utilizados para co-geração de energia elétrica nas usinas e destilarias (RIPOLI & RIPOLI, 1995).

## **2.2. Queima dos canaviais e suas implicações**

A queima dos canaviais começou a ser realmente discutida a partir do Decreto Estadual do Governo do Estado de São Paulo, sob nº 28.895, de 20/09/88. Depois surgiu o Decreto Estadual nº 42.056 de 06/08/97 e, mais recentemente, o governador de São Paulo, Geraldo Alkmim, em 19/09/2002, por meio da Lei nº 11.241, apresentou nova legislação sobre queimadas de cana-de-açúcar.

A necessidade de promover limpeza parcial do canavial visando facilitar a operação de corte (manual ou mecânico) é a razão principal da queima, segundo Ripoli & Paranhos (1987). Comentam esses autores que, dependendo das condições climáticas, tal procedimento pode reduzir entre 60 e 90% a matéria estranha vegetal que acompanha a matéria-prima colhida, embora se tratando de sua qualidade, as condições ideais desejáveis são a cana cortada madura, sem queima prévia, limpa e processada o mais rapidamente possível. Relatam, também, que os problemas ambientais causados pela queima dos canaviais têm levado países e regiões produtoras a proibirem as queimadas e forçarem o desenvolvimento de novos equipamentos e métodos de colheita.

Delgado (1985) considera aspectos favoráveis e desfavoráveis da queima em canaviais, precedentes à colheita, classificando-os do ponto de vista agrônomo, industrial, econômico, operacional e energético, enumerando os mais relevantes:

a) *De caráter agrônomo*: a palha poderia ser incorporada ao solo aumentando seu potencial de matéria orgânica; destruição dos inimigos naturais da broca da cana-de-açúcar; facilidade nas operações de preparo do solo e de cultivo; aumento do teor de cinzas do solo; eliminação de pragas da cultura; facilidade nas operações de corte, tanto manual como mecanizado;

b) *De caráter industrial*: dificuldades na conservação e purificação dos caldos; aumento de brix e fibra % devido ao ressecamento dos colmos; aumento da infestação de microorganismos nos colmos, como resultado da exsudação, predispondo-os à deterioração. De caráter econômico e operacional: torna a colheita mais fácil e barata; maiores prejuízos no caso de atraso no corte; complicações com tratamento de água de lavagem, pelo aumento de volume necessário e pela demanda biológica de oxigênio devido ao exsudado e pela solubilização de ceras;

c) *De caráter energético*: a queima tem causado perdas da ordem de 30% da matéria bruta, tornando-se claro que, caso fosse aproveitada para a produção de biogás ou queimada em caldeiras, poderia ser geradora de energia de biomassa.

Também Bassinello et al. (s.d.) comentam aspectos favoráveis e desfavoráveis da cana-de-açúcar como matéria-prima obtida de canavial sem queima prévia, em virtude da permanência de restos culturais (palha e ponteiro) no campo:

a) *Vantagens*: manutenção da umidade do solo; controle de ervas daninhas sem a utilização ou com a diminuição da quantidade de herbicidas; melhor controle da erosão com proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva; aumento de matéria orgânica no solo pela adoção da prática por vários anos; redução da população de nematóides nocivos à cultura, pelo acréscimo de nematóides predadores e microorganismos resultantes do aumento da matéria orgânica no solo; possibilidade do melhor aproveitamento da cana-de-açúcar do ponto de vista energético, levando-se toda a fonte de energia (biomassa) para a indústria; melhoria da qualidade da matéria-prima entregue para a industrialização; no caso de micro e minidestilarias que exigem baixas toneladas diárias de matéria-prima, dificultando a queima de talhões inteiros de cana, a adoção da prática da colheita de cana crua beneficiaria o

processo além de permitir a utilização de ponteiros para alimentação animal; redução da poluição atmosférica provocada pela queima da cana.

b) *Desvantagens*: dificuldade de mão-de-obra disponível para a adoção da técnica e resistência do próprio cortador em executá-la; desempenho de corte menor, tanto manual como mecânico, implicando em maiores custos de produção; aumento de impurezas vegetais e minerais na matéria-prima; tendência de apresentar o corte basal mais elevado, provocando perdas de matéria-prima e prejudicando a brotação da soqueira; dificuldades de brotação da soqueira devido à menor temperatura do solo e do sombreamento; maior foco de infestação para alojamento das pragas; impossibilidade de utilização dos implementos tradicionais nos tratos culturais de adubação e cultivo (subsolagem); necessidade de maior quantidade de nitrogênio na adubação de soqueira com a finalidade de suprir a parte imobilizada na decomposição da palha e aplicação no plantio de todo o fósforo exigido para o ciclo da cultura; perigo de fogo acidental no período de entre safra e durante a colheita; maior velocidade de deterioração da cana crua em relação à queimada após o corte; cuidado na escolha de variedades apropriadas (sem joçal, despalha fácil, com menor problema de doenças e broca); aumento da necessidade de transporte pela empresa; aumento no teor de fibra e conseqüente redução na extração do caldo pelas moendas; as colhedoras de cana picada ou de cana inteira foram basicamente desenvolvidas para o corte de cana queimada com raras exceções; diminuição da velocidade das colhedoras com aumentos do consumo operacional e custo final; aumento da incidência de acidentes de trabalho no corte de cana crua (uso do facão provocando cortes, folha da cana ferindo a vista); na cana crua há maior incidência de animais peçonhentos (cobra, aranha) no momento do corte, provocando sérios acidentes; maior incidência de broca (*D. saccharalis*) e de cigarrinha da raiz (*M. fimbriolata*).

Ripoli (1988) considerando ser a queima prévia dos canaviais consagrada em função dos reflexos econômicos imediatos, enumera vários inconvenientes dessa prática tais como: riscos de descontrole podendo provocar incêndio em outras áreas agrícolas ou matas, danos às redes de transmissão de energia elétrica, dificuldade de implantação de controle biológico de pragas, perda de sacarose por exsudação dos colmos e desperdício de cerca de  $10\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de massa vegetal que poderia ser incorporada ao solo melhorando suas propriedades físico-químicas ou aproveitada como fonte de energia na agroindústria.

Stupiello (1989) tece comentários sobre a influência do tempo em que a cana permanece queimada antes da industrialização, classificando os períodos de queima em quente, quando ocorre entre 12:00 e 16:00h do dia anterior à moagem e frio quando ocorre entre 19:00h (noite anterior) e 07:00h da manhã do dia da moagem, concluindo que o período frio fornece matéria-prima de melhor qualidade. Considera tal fato como reflexo de deteriorações microbiológicas (pela inoculação de microorganismos nas rachaduras provocadas nos colmos pelo fogo), tecnológicas (pela exsudação de caldo pelos colmos) e fisiológicas (pela reativação das atividades fisiológicas da planta), todas elas relacionadas com perda de açúcares.

Desde quando o assunto tornou-se lei, intensificaram-se as discussões e pesquisas sobre as implicações da queima dos canaviais e de como conduzir a cultura na ausência dessa prática. Kirchoff et al. (1991) estudaram os efeitos da queima dos canaviais nas concentrações de gases ozônio e monóxido de carbono na atmosfera das regiões canavieiras. As coletas de informações foram realizadas em duas épocas distintas: no período da colheita (safra) e na entressafra. Os resultados mostraram que o ozônio teve concentração aumentada de 30ppb na entressafra para 80ppb na safra. Já o monóxido de carbono teve concentração alterada de 100ppb na entressafra para 600ppb na safra. Os autores, ainda, afirmam que nas regiões industrializadas dos Estados Unidos a concentração média de ozônio na atmosfera é da ordem de 50ppb e a média brasileira varia de 20 a 40ppb. Explica que o ozônio na baixa atmosfera prejudica o crescimento das plantas e o sistema respiratório dos animais e o monóxido de carbono é precursor de doenças respiratórias e complicações cardíacas.

Muitos outros autores discutem o fato desses gases produzirem efeitos danosos para plantas e animais. Laure (1991) cita o fato de o monóxido de carbono formar compostos instáveis quando reage com a hemoglobina e com a mioglobina, se comparado com o oxigênio, o que traz problemas de saúde para os animais. Com relação ao ozônio, o autor faz referências ao seu poder oxidante, colocando-o “com o poder de exterminar a vida do planeta no nível do solo”. O estudo, realizado por Franco (1992), afirma que “a queimada dos canaviais não é o único fator de agravamento da qualidade do ar, mas devido à vastidão da área em que ocorre e do longo período de duração trás alguma consequência e que é significativo o agravamento do estado de saúde e da qualidade de vida da população de risco

nesta época no ano”. Bohm (1998) vai além, classificando as possibilidades de transtornos de saúde para o ser humano, pela queima dos canaviais. Afirma que são causas desde graves, como queimaduras e asfixias até as mais leves como as irritações nervosas (de caráter emocional) provocadas pela fuligem da queima (o “carvãozinho”). Silva & Froes (1998) comentam que a queima dos canaviais produz, juntamente com essas partículas, gases nocivos à saúde, que contém 40 hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), com propriedades cancerígenas.

Ripoli et al. (1997a) estimaram, para as variedades de cana RB 72-454, SP 1842 e RB 78-5148 e diferentes condições de campo e cinco épocas de colheita, as perdas equivalentes em álcool absoluto, em função do material exsudado decorrente de queima de pré-colheita. A metodologia para se estimar estas duas variáveis, foi à proposta por Ripoli et al. (1996). Dos resultados obtidos as menores e maiores perdas, em equivalente álcool absoluto, ocorreram na variedade RB 72-454 sendo da ordem de 5,98 e 74,98 em L.ha<sup>-1</sup>, em início e fim de safra, respectivamente. A média geral obtida de todos os tratamentos foi de 43,87L.ha<sup>-1</sup>.

Ripoli et al. (1997b) determinaram a variação na atividade microbiana do solo em função da sua elevação da temperatura do terreno devido às queimadas de pré-colheita, a 0,5cm abaixo da superfície. Foram realizados sete tratamentos ao longo da safra de 1996, na região de Piracicaba, de acordo com Ripoli (1991). Adotou-se o método da Respirimetria para as avaliações laboratoriais, com determinações diárias (entre 7 a 10 dias) de CO<sub>2</sub> desprendido durante a respiração da microbiota. Cada tratamento correspondeu aos meses englobados pela safra canavieira. A determinação da temperatura do solo foi realizada por meio de quatro termopares de ferro-constantan (por tratamento) ligados a um Datalogger e a um computador. As amostras foram incubadas com adição de 0,5% de sacarose, pois mesmo nas amostras de pré-queima a atividade microbiana estava próxima de zero. Em alguns tratamentos não ocorreram diferenças significativas entre as amostras de pré e pós-colheita. Em outros, ocorreu uma tendência de aumento de liberação de CO<sub>2</sub> nas amostras de pós-queima, o que significa aumento da atividade microbiana. As temperaturas máximas atingidas no solo variaram de 27 a 52°C, contra 17 a 19°C antes da queima. Concluíram que a ação da queima de pré-colheita não afetou a atividade microbiana do solo a 0,5cm de profundidade.

De acordo com Mattos & Mattos (2001), “os recursos naturais têm se tornado cada vez mais escassos, devendo-se levar em consideração sua possível exaustão. Com essa ameaça, buscam-se alternativas para que o desenvolvimento sócio-econômico seja sustentável. Devem ser consideradas as externalidades ambientais do processo produtivo e a necessidade de internalização econômica desses efeitos. Quando esse processo de produção abrange uma grande área do País, como é o caso do complexo sucroalcooleiro, os problemas ocasionados pela queima do canavial se tomam fundamentais”.

Estes mesmos autores dizem que no setor sucroalcooleiro, o problema do gerenciamento ambiental se torna essencial, pois, a cana para a indústria é uma das mais importantes lavouras do País, tanto quando se visualiza sua contribuição para o valor da produção, quanto a sua geração de emprego. Neste setor são bastante evidentes as exigências de grupos ambientalistas e da opinião pública em todo mundo, para que se privilegie formas de energias renováveis e menos poluentes que os combustíveis fósseis. O crescimento da área de canavial no Brasil para suprir a demanda do álcool carburante tem provocado muita discussão devido aos problemas gerados pelas queimadas como prática pré-colheita.

A prática da queima de pré-colheita aumenta, sensivelmente, as taxas de monóxido de carbono e de ozônio na baixa atmosfera. Fato este já comprovado por pesquisas desenvolvidas pelo INPE. Contudo, as pressões da sociedade contra práticas que agridem o ambiente estão cada vez mais presentes. Deve-se considerar que o Brasil sendo um país carente de energia e de pronta utilização pela população não se pode dar ao luxo de desperdiçar a grande quantidade de energia que existe no palhço da cana-de-açúcar, desperdiçado quando se utiliza as queimadas da pré-colheita (Furlani Neto et al., 1997).

Segundo Saffioti (1985), uma visão prática da energia desperdiçada na queima dos canaviais, é pertinente compará-la aos equivalentes de outras fontes energéticas comuns. Essas comparações, feitas a seguir, demonstram que o desperdício energético nas queimadas anuais corresponde a 15,5 bilhões de litros de etanol. Este valor equivale a, aproximadamente, 50% superior à energia gerada pelo álcool produzido no Brasil em 1985. Comparado à gasolina, o referido *quantum* de energia correspondia ao consumo nacional desse tipo de combustível (Tabela 1). A energia liberada na queimada dos canaviais é equivalente à energia produzida por um conjunto de usinas elétricas com potencial de 8,8

milhões de kilowatts. Esse *quantum* corresponde mais do que o dobro da energia produzida anualmente pelas usinas Angra I, Angra II e Angra III.

Tabela 1. Resultados da comparação da energia desperdiçada na queima de canaviais com os equivalentes de outras fontes energéticas comuns, obtidos por Saffioti (1985).

Combustíveis	Poderes Caloríficos	Equivalentes.ano <sup>-1</sup>	Equivalentes.dia <sup>-1</sup>
Palha seca	4.100kcal.kg <sup>-1</sup>	20.10 <sup>9</sup> kg	55 .10 <sup>6</sup> t
Etanol	5.300kcal.L <sup>-1</sup>	15,5.10 <sup>9</sup> L	267.10 <sup>3</sup> barris
Gasolina	8.500kcal.L <sup>-1</sup>	9,6.10 <sup>9</sup> L	166.10 <sup>3</sup> barris
Óleo combustível	9.400kcal.L <sup>-1</sup>	8,7.10 <sup>9</sup> L	150.10 <sup>3</sup> barris
Petróleo	8.300kcal.L <sup>-1</sup>	8,8.10 <sup>9</sup> L	152.10 <sup>3</sup> barris
Metano	9.400kcal.m <sup>-3</sup>	8,7.10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	150.10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>

### 2.3.Cana crua e suas implicações

A chave da sustentabilidade dos solos tem sido a matéria orgânica, devido a influências benéficas nas mais variadas propriedades físicas e químicas dos mesmos. A degradação de um material orgânico depende do tipo, qualidade e quantidade adicionada ao solo, os quais poderão modificar a estrutura, capacidade de retenção de água, consistência, massa específica, porosidade, aeração e condutividade elétrica do mesmo (FIGUEIREDO, 2000).

Em relação à física do solo, em solos com maior cobertura vegetal ocorre maior capacidade de retenção de água, proporcionando maior manutenção de umidade, responsável por grande parte das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (ORLANDO FILHO et al., 1998).

A adição de material orgânico promove a formação e estabilização dos agregados constituintes do solo melhorando a sua estrutura, por meio das condições de aeração e aumento da capacidade de infiltração e retenção de água (IGUE & PAVAN, 1984, citados por TIMM, 2002).

Apesar das visíveis vantagens quanto ao aspecto ambiental, a grande quantidade de palhiço sobre o terreno de cultivo acaba por interferir e dificultar os tratamentos culturais pós-colheita (CARVALHO et al., 1996). O autor estudou os efeitos de restos culturais da colheita, com e sem queima prévia, na rebrota e na produtividade de soqueiras de cana-de-açúcar e constatou que o palhiço inteiro, resultante do corte de cana crua, resultou em redução da rebrota inicial nas variedades SP 70-1143 e RB 72-454, mas não afetou o número de colmos finais.

De acordo com Orlando Filho et al. (1998) em estudos sobre os efeitos do sistema de despalha sobre algumas propriedades do solo, a camada de palha na área resultante de colheita mecanizada atingiu de 8 a 10cm de espessura, com produtividade de 21,3t.ha<sup>-1</sup> com base em peso úmido e 15,1t.ha<sup>-1</sup> com base em peso seco. Ripoli (2002) expõe que a cultura canavieira pode gerar biomassa que não colmos industrializáveis, a ordem de 15 a 30% em peso da parte aérea das plantas, dependendo das condições de campo (variedade, idade, número de cortes e condições edafoclimáticas), cujo poder calorífico é equivalente ao da madeira e superior ao do próprio bagaço de cana, o que o torna não mais um material descartável.

Um dos principais desafios a serem enfrentados no sistema de colheita mecânica de cana crua é o domínio da utilização do palhiço sobre o terreno, pois muitos problemas ainda são detectados com relação às práticas provenientes do corte de cana crua, como ataques de insetos, doenças, perigo de incêndio no palhiço, aumento de matéria estranha vegetal, maior volume de matéria-prima esmagada, corte basal mais elevado, alterações em equipamentos, além de maior custo com implantação de uma nova tecnologia. A queima de canaviais deve ser combatida, não somente pelo aspecto de agressão ao ambiente, mas basicamente por “tratar-se de um desperdício violento de energia, num país carente de energia! Desperdício este caracterizado pela queima do palhiço de cana-de-açúcar”. Segundo Ripoli & Villanova (1992), trabalhos desenvolvidos pelo Departamento de Engenharia Rural da ESALQ, o palhiço equivale a 32%, em média, de toda biomassa aérea produzida por um canavial.

Segundo Ripoli (1996), o Estado de São Paulo possuía, no ano anterior, 2.200.000 ha de cana-de-açúcar plantada, dos quais 55% eram mecanizadas. Considerando que 50% do palhiço, produzido nesta área mecanizada fosse utilizado para

produção de energia, resultaria, em um total de, aproximadamente, 25% do que o Brasil importou de petróleo em 1994, em termos de EBP (Equivalente Barril de Petróleo).

Uma opção de curto prazo, com excedentes de matéria-prima para produção de energia elétrica são as usinas de açúcar localizadas, principalmente, em São Paulo, Paraná, Goiás, e Mato Grosso do Sul. Devido à própria característica das localizações geográficas das unidades canavieiras, estas utilizariam as atuais linhas de transmissão, sem necessidade, portanto, de investimentos nessa área, e forneceriam energia exatamente no período de estiagem para essas regiões (RIPOLI, 2001).

Abramo Filho et al. (1993) estudaram os resíduos da colheita mecanizada de cana crua e encontraram uma camada de 8 a 10cm de palhiço fazendo com que a temperatura do solo fosse 5°C mais baixa que a do ambiente. Os autores comentam que as quantidades físicas de resíduos resultantes da colheita da cana dependem de uma série de condições intrínsecas a máquina colhedora, à planta e ao manejo da mesma. Foi observada uma maior retenção da umidade do solo e controle de uma grande variedade de plantas daninhas.

Ripoli et al. (1995) analisaram a questão do corte manual da cana verde e chegaram às conclusões, dentre outras, de que o porte ereto do canavial facilita o corte manual da cana crua, e que, além do efeito da ausência da queima, a variedade da cana também influencia na capacidade operacional das colhedoras.

Segundo a Copersucar (2001a) por meio do Projeto BRA/96/G31 o sistema de produção de cana-de-açúcar sem a utilização da queimada vem sendo implantado nas áreas canavieiras da região sudeste do Brasil. A característica deste sistema de produção é a grande quantidade dos restos vegetais, remanescentes sobre o solo após a colheita. Entre os benefícios citados pela Copersucar destacam-se: proteção contra erosão, redução da amplitude da variação térmica do solo, aumento nas taxas de infiltração de água no solo, maior disponibilidade de água devido à redução da evaporação, controle de plantas daninhas, possibilidade de utilização de parte do palhiço para a geração de energia e outros fins. Essa referência relaciona, ainda, os problemas decorrentes da colheita de cana crua: riscos de incêndio durante e após a colheita, dificuldades nas operações de cultivo mecânico e adubação das soqueiras, retardamento ou falhas na brotação e redução da produtividade, sob baixas temperaturas e/ou alta umidade no solo, aumento das populações de pragas.

Manechini (2000) em estudos do efeito do palhiço da cana sobre o controle de plantas daninhas chegou à conclusão que, acima de 66% dos resíduos da cana deixados no campo estes controlaram ervas daninhas anuais com eficiência acima de 90%, sendo competitivo com herbicida de maior sucesso empregado nos tratamentos da produção de cana-de-açúcar.

Furlani Neto et al. (1996a) avaliaram o desempenho de uma colhedora operando em canaviais de 12 meses, em soqueiras de 4<sup>o</sup> corte e duas variedades de cana, com queima prévia e cana crua e entre outros resultados, obtiveram que a queima do canavial resultou em aumentos significativos da velocidade de deslocamento (+18,36%) e na capacidade efetiva da colhedora (+15,60%).

Os acúmulos de palha, por vários anos, nas áreas cultivadas com cana-de-açúcar, contribuem como fonte de matéria orgânica, servindo como alimentos para os organismos ali presentes, proporcionando a manutenção da produtividade da cultura (ORLANDO FILHO et al., 1998).

O palhiço depositado anualmente no solo no sistema de colheita de cana crua varia de 10 a 15t.ha<sup>-1</sup>. A queima desse material representa uma perda de vários nutrientes, principalmente de nitrogênio e enxofre (URQUIAGA et al., 1997).

Timm (2002), em estudo sobre o efeito do manejo da palha da cana-de-açúcar nas propriedades físico-hídricas de um solo, concluiu que a presença da cobertura vegetal na superfície do solo na cultura de cana-de-açúcar pode reduzir as temperaturas médias na superfície do solo na ordem de 7°C, evitando picos de temperatura na superfície durante o período inicial da cana soca. A cobertura vegetal, contudo, afetou negativamente o desenvolvimento da cultura reduzindo o número de colmos e seu peso úmido, neste estudo, em torno de 13%. O mesmo autor concluiu, ainda, que a troca da prática da queima da cultura de cana-de-açúcar antes da colheita para a prática de deixar o palhiço como cobertura vegetal da superfície do solo não afetou nenhum dos seguintes componentes do balanço hídrico: escoamento superficial, fluxo de água no solo no limite inferior do volume de solo em estudo e o armazenamento de água no solo.

A massa específica do solo, geralmente, aumenta com a profundidade do perfil, pois as pressões exercidas pelas camadas superiores sobre as adjacentes provocam eluviação, reduzindo a porosidade, colaborando com o fenômeno da compactação (Kiehl,

1979). Em contrapartida, o aumento do teor de matéria orgânica na superfície do solo resulta nas diminuições da compactação e da massa específica aparente (FIGUEIREDO, 2000).

De acordo com Copersucar (2001b), estudos mostraram que a única maneira eficaz de evitar a erosão hídrica nas áreas agricultáveis é impedir o seu início, utilizando técnicas que evitem o impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície do solo. A instituição recomenda manter o solo coberto com material orgânico, protegendo-o das intempéries, especialmente durante as reformas dos canaviais, utilizando-se de adubação verde e de rotação com leguminosas; a adoção de sistema de preparo do solo onde se realiza o mínimo de operações motomecanizadas e na época correta. O manejo conservacionista de solos viabiliza tecnicamente, o preparo reduzido em áreas de cana sem queimar com excesso de palhicho e, ainda, propicia redução de custos da ordem de 30% quando comparado ao uso de grade e subsolador convencional.

Branquinho et al. (2002a) avaliaram a qualidade da matéria-prima colhida mecanicamente, em cana-de-açúcar sem queima prévia. A colhedora utilizada foi uma CASE com rodados de esteiras. Foram realizados dois tratamentos sendo que no tratamento T1 a máquina operou com todos os seus sistemas de limpeza em funcionamento e o tratamento T2 com o ventilador e o exaustor desligados, mas com o despontador operando. As condições para os dois tratamentos foram às mesmas. Os resultados, em percentagem, obtidos foram: T1 (ponteiro: 6,39; folha verde/palha: 2,05; raízes: 0,22; material estranho vegetal: 8,66); T2 (ponteiro: 6,53; folha verde: 4,35; palha: 7,56; raízes: 0,23; material estranho vegetal: 18,14). Concluíram que dos constituintes do material vegetal, ocorreram diferenças significativas, ao nível de 5%, onde o tratamento T2 apresentou maior quantidade entre palha e folhas verdes.

Branquinho et al. (2002b) determinaram a capacidade efetiva bruta e o consumo de combustível de uma colhedora de cana-de-açúcar, marca CAMECO, de rodado de esteiras, sob dois tratamentos em mesmas condições de campo (variedade SP 80-7816, espaçamento entre fileiras de 1,40m, sem queima prévia). No tratamento T1 a colhedora operou normalmente, com todos os seus sistemas ativados. Já no tratamento T2 a máquina operou com o ventilador e o exaustor desligados, porém com o despontador em funcionamento. O tempo considerado foi o efetivo e os rebolos colhidos foram pesados na unidade de transbordo, após cada repetição. O consumo foi verificado com auxílio de um sobre-tanque graduado acoplado ao bocal do tanque de combustível, obtendo-se,

posteriormente, o consumo efetivo ( $L.t^{-1}$ ), por repetição. Os resultados médios da capacidade efetiva bruta ( $t.h^{-1}$ ), consumo efetivo ( $L.t^{-1}$ ) e seus respectivos coeficientes de variação foram: T1 (57,75; 1,49; 14,81%; 34,35%); T2 (67,81; 0,76; 8,62%; 8,85%). Concluíram que no tratamento T2 a colhedora apresentou capacidade efetiva bruta de 14,9% maior e seu consumo reduzido em 49% em relação ao tratamento T1.

Branquinho et al. (2002c) estudaram quali-quantitativamente, as perdas decorrentes da colheita mecanizada da cana-de-açúcar sem queima prévia, variedade SP 80-7816, na região de Piracicaba, SP, sob solo de areia quartzosa. A colhedora utilizada foi uma CAMECO de rodado de esteiras. Os tratamentos estudados foram: colhedora operando regularmente, com todos os seus sistemas de limpeza em funcionamento (T1) e colhedora com exaustor e ventilador desligados, porém com o despontador operando (T2). Para determinação das perdas de colheita, foram recolhidas seis amostras aleatórias de todo material sobre o solo, com área de 3m na fileira da cultura por 7m transversalmente, totalizando 21m<sup>2</sup> por amostra em cada repetição. Os resultados médios obtidos ( $kg.ha^{-1}$ ) com seus respectivos coeficientes de variação (%) foram: T1 (colmo inteiro: 933,51 com 110,61; rebolos: 338,51 com 87,93; rebolos esmagados: 782,40 com 49,37; tocos de sequeira: 118,74 com 164,74; perdas totais: 2881,5 com 57,41); T2 (colmo inteiro: 20,63 com 389,28; rebolos: 245,06 com 70,06; rebolos esmagados: 132,59 com 66,94; tocos de sequeira: 62,71 com 134,88; perdas totais: 441,46 com 41,51). Concluíram que a máquina no tratamento T2 apresentou 6,53 vezes menos perdas que no tratamento T1.

#### **2.4.Efeitos do palhiço sobre plantas invasoras**

Christoffoleti (1997) afirma que a cana-de-açúcar é cultivada nas mais diversas condições de solo e clima, que acabam por determinar diferentes graus de competição entre a cultura e as plantas daninhas. Para o autor, as plantas daninhas crescem junto com as culturas, interferindo no desenvolvimento e manejo, reduzindo a produção pela competição por água, luz, gás carbônico, nutrientes e também pela inibição alelopática, além dos prejuízos ocasionados por pragas e doenças que utilizam as plantas daninhas como hospedeiras, antes de se alojarem nas culturas. Elevadas massas específicas de matos desde as fases iniciais da

cultura interferem na produtividade de maneira tão intensa que o controle se torna indispensável.

Para Lorenzi (1986) o controle das plantas invasoras chega a representar 35 a 45% dos custos de implantação e condução de um canavial.

Os restos culturais da cana sobre a soqueira proporcionam um melhor controle de plantas daninhas, além de colaborarem com a manutenção da umidade e proteção do terreno contra a erosão, aumentando inclusive o teor de matéria orgânica do solo através do cultivo por vários anos. A cobertura morta ainda auxilia na redução da população de organismos nocivos a cultura através do aumento da quantidade de predadores (TILLMANN, 1994).

O palhiço sobre a soqueira de cana-de-açúcar possibilita um melhor domínio das plantas daninhas, pois os resíduos da colheita chegam a controlar mais de 50% das mato-espécies que infestam a cultura devido aos efeitos físicos e bioquímicos do palhiço sobre o mato (AREVALO & BERTONCINI, 1999).

O palhiço proporciona maior controle das plantas daninhas por liberarem aleloquímicos, além de atuarem como barreira física, impedem a incidência de luz, inibindo suas emergências. O controle alelopático das plantas daninhas constitui uma opção a ser somada aos diversos tipos existentes, auxiliando inclusive, na redução do uso de herbicidas e diminuindo os custos com o controle das mesmas (GOMIDE, 1993). O mesmo autor, trabalhando com duas diferentes variedades de cana-de-açúcar, constatou que a presença de palhiço de cana proporcionou maior eficiência no controle de: capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*), tiririca (*Cyperus rotundus*), capim colchão (*Digitaria ciliaris* (Retz) Koeler), caruru (*Amaranthus deflexus* L.) e guanxuma (*Sida rhombifolia* L.) quando comparada com tratamentos que envolviam capinas e cultivo.

A utilização da cobertura verde ou morta dos restos vegetais no controle das plantas daninhas é atribuída não apenas a ação do impedimento físico da camada vegetal ou a impossibilidade da passagem de luz, prejudicando a germinação das sementes de outras plantas, mas também a alelopatia sobre outras plantas daninhas ou mesmo cultivadas (Lorenzi, 1984). Para o autor, alelopatia é qualquer efeito causado por uma planta ou microorganismos que direta ou indiretamente é prejudicial a outro indivíduo, por meio da liberação de compostos químicos no ambiente.

Para Quintela (2001) os principais processos de atuação dos produtos alelopáticos concentram-se na assimilação dos nutrientes, permeabilidade celular, síntese protéica, fotossíntese e respiração. O autor, ainda, observou em seu estudo sobre controle de plantas daninhas e produtividades de cana crua no sistema integrado palhiço/herbicida/vinhaça que, nos tratamentos de cobertura com palhiço, houve efeito de barreira física e alelopática no controle de grama seda, tiririca e braquiária.

A inibição alelopática pode manifestar-se tanto das plantas daninhas com relação à cana-de-açúcar como também ao contrário, já que alguns poucos centímetros de palhiço da cana-de-açúcar são capazes de inibir a germinação de sementes de plantas daninhas (QUINTELA, 2001). Lorenzi (1984), afirma que por meio da ação alelopática alguns centímetros de palhiço da cana impedem a germinação de tiririca (*Cyperus rotundus*).

Avaliando os efeitos dos restos culturais da colheita de cana-de-açúcar na incidência de plantas daninhas e na produtividade da soqueira, Andrade et al. (1999), observaram que os resíduos triturados proporcionaram uma diminuição na quantidade de plantas infestantes.

De acordo com Copersucar (2001a), Projeto BRA/96/G31, foi verificado que a quantidade de palhiço suficiente para um controle de plantas daninhas, em ensaios, foi da ordem de 7,5 a 9,0t.ha<sup>-1</sup> (matéria seca), quando uniformemente distribuídas sobre o solo. Nessas condições, a eficiência de controle, foi considerada igual ou maior do que a que se consegue via aplicações bem sucedidas de herbicidas. Por fim, sugere condições de manejo do palhiço, cujas algumas estão abaixo citadas:

- Antes da reforma de canaviais situados em áreas reconhecidamente infestadas por pragas de solo (*Sphenophorus levis*, por exemplo), cujo controle populacional exige a eliminação total de touceiras remanescentes e de resíduos vegetais, por meio do revolvimento freqüente da camada arável do solo;
- Após a colheita, em locais ou regiões com elevada incidência de pragas da cana, que sejam favorecidas por maiores graus de umidade como é o caso da cigarrinha da raiz da cana-de-açúcar (*Mahanarva fimbriolata*).

O volume de palhiço (folhas verdes, folhas senescentes e ponteiros) que fica na área de cultivo após o corte pode reduzir a brotação inicial e o desenvolvimento das soqueiras, possivelmente por efeitos físicos e/ou alelopáticos (Furlani Neto, 1994).

Em áreas de colheita de cana crua, a brotação inicial da soqueira normalmente é retardada, devido aos efeitos de sombreamento e barreira física ocasionados pela cobertura morta. Porém, decorrido o ciclo da cultura, a quantidade de perfilhos nestas áreas é praticamente a mesma de quando se cultiva o canavial de maneira tradicional (CARVALHO, 1996).

A colheita de cana crua retarda a brotação inicial da soqueira devido aos efeitos de sombreamento, da barreira física e da diminuição da temperatura do solo, sem, no entanto, alterar as quantidades de perfilhos no final do ciclo apesar do atraso inicial na sua brotação (CAMPOS & MARCONATO, 1994).

## **2.5. Biomassa como fonte energética**

Samuels (1970) apresenta valores relativos à constituição da matéria-prima cana-de-açúcar, em porcentagem de peso: cana moível (60%), ponteiros e folhas (22%), cana esmagada (12%) e solo mais cinzas (6%).

Para Betancourt (1976) a matéria estranha decorrente da colheita mecanizada em cana queimada e contida na matéria-prima que chega à usina é constituída, em média, dos seguintes elementos (em porcentagem de peso): ponteiros (60%); folhas e palhas (35,26%); rebrotos (1,86%); colmos secos (1,75%) e terra (1,13%).

Segundo Hiler & Stout (1984) a biomassa é toda matéria orgânica com a exceção dos combustíveis fósseis. A biomassa para combustível inclui resíduos agrícolas, culturas para uso como combustível, subprodutos do processamento de alimentos, resíduos florestais e lixo urbano.

Dos 850 milhões de hectares do Brasil, Correa (1990), considera que 150 milhões podem ser destinados à produção de alimentos, 250 milhões para a exploração pecuária e dos 450 milhões, boa parte para o uso com florestas e produção de biomassa a serem utilizadas como fonte de energia. Para tanto, comenta que o país necessita estabelecer um programa energético compreendendo um conjunto de estruturas e planos que proporcionem a

integração harmônica dos fluxos de energia e permitam a otimização de subsistemas de produção, transporte, distribuição e consumo.

Poder calorífico inferior é, segundo Oliveira (1982), o calor liberado pelo combustível menos o calor de vaporização da água, que é de 600kcal para 1kg de água. O peso da água formada na combustão é nove vezes o peso do hidrogênio contido no combustível.

Segundo Brito (1986), a biomassa pode se constituir a base de um modelo de desenvolvimento tecnológico e industrial auto-sustentado, baseado em dados concretos da realidade regional e na integração do homem a um ambiente econômico em harmonia com seu ambiente natural, além de ser uma simples fonte de energia alternativa. Comenta, ainda, que o componente energético é quem molda e sustenta as civilizações, concluindo que existem amplas oportunidades para uma participação efetiva dos combustíveis derivados de biomassa no Brasil e América Latina, existindo, todavia, necessidade de clara opção política e esforço tecnológico mais autônomo e que tal política terá como vetores de energia o etanol, os óleos vegetais e a biomassa florestal na propulsão de veículos e na geração de eletricidade.

Segundo Carvalho (1974), um hectare de eucalipto produz 200 toneladas de madeira seca ao ar, a qual, na forma de lenha, produz energia equivalente a 55.000 litros de óleo diesel. O autor defende o retorno do uso da lenha e do carvão vegetal para a geração de energia elétrica, na siderurgia, em indústrias que utilizam o vapor para aquecimento doméstico rural e no transporte ferroviário.

As primeiras pesquisas com embasamento técnico-científico no sentido de conhecer a composição física do canavial no que se refere à quantidade de material vegetal denominado de palhiço além de seu potencial energético foram realizadas no Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, por Ripoli et al. (1990b). Estudando três variedades de cana-de-açúcar os autores concluíram que o palhiço varia de 17 a 31% em peso, em relação à quantidade de colmos industrializáveis contidos no canavial e que seu poder calorífico útil é da ordem de  $3.600\text{kcal.kg}^{-1}$ .

De acordo com Peres (2001) o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de biomassa e o país da maior floresta tropical do Mundo. Apesar disto, muito pouco é feito para incentivar o uso da biomassa como fonte energética. Enquanto os países ditos do

Primeiro Mundo estão tentando desenvolver e utilizar, cada vez mais a tecnologia verde, não poluente e renovável, o Brasil, o país da tecnologia renovável, não está desenvolvendo tecnologia verde suficiente para diminuir sua dependência do petróleo importado.

A H.S.P.A. (1987), Hawaiian Sugar Planters Association, afirma que permanecem no solo como resíduos de colheita de cana-de-açúcar sem queima do canavial, ponteiros, folhas e outros materiais, a partir dos quais seria possível produzir energia elétrica, caso sejam desenvolvidos métodos eficientes para seu recolhimento e estocagem. Ainda afirma, que equipes de pesquisadores estão empenhadas no aproveitamento energético desse material, não só no Havai, como também na Jamaica e Tailândia. A Tabela 2 apresenta alguns resultados de umidade e poder caloríficos observados nos resíduos estocados durante três meses, em quatro situações diferentes.

Tabela 2. Resultados de umidade e poder calorífico superior observados nos resíduos estocados durante três meses, em quatro situações diferentes (H.S.P.A., 1987).

Tratamentos	Umidades (%)	PCS (BTU.lb <sup>-1</sup> )
Resíduo fresco, coberto	20,1	5.078
Resíduo fresco, descoberto	12,8	5.344
Resíduo velho, coberto	16,1	4.737
Resíduo velho, descoberto	11,6	5.713

PCS = Poder calorífico superior; BTU = British thermal unit (Unidade Térmica Inglesa).

Aguilar et al. (1989) estudaram o resíduo de colheita de cana-de-açúcar como fonte de energia, em Cuba. A idéia era utilizá-lo com o mesmo fim da H.S.P.A.

A necessidade de buscar novas fontes de energia em alternativa às matérias-primas fósseis é comentada por Perrone (1977) como tendência universal, uma vez que essas são finitas e que a biomassa vegetal depende da fixação da energia solar via processo fotossintético. Comenta, ainda, que no Brasil, 50% da matéria verde (hastes, folhas, cascas, raízes, etc.) formada pelas principais culturas, que são a cana-de-açúcar, mandioca, milho e arroz, é deixada apodrecer no campo ou, quando muito, aproveitada ineficientemente.

Apresenta a quantidade de celulose contida nos resíduos agrícolas de algumas culturas no ano de 1975, conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 3. Quantidade de celulose contida nos resíduos agrícolas de algumas culturas (PERRONE, 1977).

Resíduos Agrícolas	Quantidades de Celulose (t)
Cana-de-açúcar: bagaço (13% da cana)	11.959.210
Folhas e ponteiros (40% da parte aérea)	18.398.784
Casca de arroz	1.288.823
Palha de arroz	2.681.297
Mandioca	7.958.491
Babaçú: amêndoas	3.006.110

Lanças (1984) apresenta algumas vantagens do uso de biomassa como energia alternativa e alguns problemas para sua utilização em larga escala: recursos abundantes, renováveis e disponíveis em diversas formas e grande variedade de uso; produção descentralizada, com recursos regionais e locais mais apropriados; redução da poluição ambiental em relação aos combustíveis fósseis; colheita de grande quantidade de biomassa pode causar desequilíbrio ecológico em grandes proporções; baixa quantidade de energia por quantidade de massa. Sua viabilidade só poderá ser considerada quando o preço do petróleo se elevar muito; problemas de armazenamento e transporte devido às várias formas de biomassa; devido à produção descentralizada, a necessidade de transporte para os centros de conversão pode tornar inviável sua produção, dependendo das distâncias; para melhor eficiência é necessário um sistema de pré-secagem devido à umidade da biomassa.

Estudos realizados no Havaí durante a safra 82/83 pela H.S.P.A. (1983) dão conta de que a cultura da cana-de-açúcar pode fornecer 270 milhões de BTU.acre<sup>-1</sup> de energia, o que caracteriza como uma das culturas mais eficientes na conversão de energia solar em energia química.

Em Cuba, Aguilar et al. (1989) relatam estudos realizados com resíduos da colheita de cana-de-açúcar na safra 86/87, por eles chamados de RAC (Resíduos

Agrícolas de Cana). Estudaram três métodos de preparação e transporte do RAC para combustão em usinas que utilizam o bagaço como fonte de energia. Foram objetos dos estudos resíduos de colheita manual e mecanizada, em canaviais não queimados, sendo que os autores observam que as frações do material apresentam tamanho inadequado para fins industriais. A Tabela 4 mostra os teores de umidade e os poderes caloríficos superiores encontrados, em três unidades industriais diferentes comparados com o bagaço:

Tabela 4. Teores de umidade e poderes caloríficos superiores dos resíduos agrícolas e do bagaço estudados (AGUILAR et al., 1989).

Materiais	Umidades (%)	PCS (kcal.kg <sup>-1</sup> )
RAC	33,78	4.774,0
Bagaço	47,98	4.902,3

PCS = Poder calorífico superior; RAC = Resíduos agrícolas de cana.

Zulauf et al. (1985) apresentam, na Tabela 5, os poderes caloríficos da palha da cana-de-açúcar para diversas variedades e regiões do Estado de São Paulo.

Tabela 5. Poderes caloríficos superiores e inferiores da palha da cana-de-açúcar para diversas variedades e regiões do Estado de São Paulo (ZALAUFG et al., 1985).

Regiões	Variedades	Poderes caloríficos (kcal.kg <sup>-1</sup> )		Umidades (%)
		PCS	PCI	
Araraquara	NA 5679	4.181	3.563	9,1
Bauru	SP 70-1143	4.315	3.073	21,3
Campinas	CP 5122	4.098	3.389	11,3
Piracicaba	NA 5679	3.979	2.992	18,6
Ribeirão Preto	SP 70-1143	4.096	3.534	8,0

PCS = Poderes caloríficos superiores; PCI = Poderes caloríficos inferiores.

Bagatex (1984) estudou, no Brasil, os resíduos industriais e agrícolas oriundos da cana-de-açúcar em termos de quantidade e poder calorífico para algumas variedades plantadas no país, obtendo os seguintes resultados em t.ha<sup>-1</sup> (Tabela 6).

Tabela 6. Quantidades e poderes caloríficos inferiores de algumas variedades de cana-de-açúcar plantadas no Brasil (BAGATEX, 1984).

Variedades	Cortes	Bagaço <sup>1</sup>	(t.ha <sup>-1</sup> )		
			Palhas	Ponteiros	Ponteiros + Palhas
NA 5679	4°	17			24
NA 5679	3°	14			29
SP 70-1143	1°	32			50
SP 70-1143	1°	37	20	27	47
SP 70-1248	1°	38	12	16	28
CB 5398	1°	39			39
PCI (kcal.kg <sup>-1</sup> )		1.790	3.600	1.268	2.280

PCI = Poderes caloríficos inferiores.

Essa empresa, também estimou o potencial energético dos resíduos de colheita de canaviais brasileiros, sem queima prévia, concluindo que, as queimadas, desperdiçam cerca de 87,72.10<sup>12</sup>kcal.ano<sup>-1</sup> de energia, o que equivale ao abastecimento do país por 63 dias com petróleo e uma economia de divisas da ordem de US\$1,464 bilhão.

Estudos realizados pela Usina Santa Lydia (1984) com vistas a determinar a variação da umidade dos resíduos (palha e ponteiro) da colheita de cana-de-açúcar, sem queima prévia, os quais foram colocados sobre piso asfáltico, resultando nos valores da Tabela 7.

<sup>1</sup> Obs.: Foram considerados para o cálculo da quantidade de bagaço 15,5% de fibra e 50% de umidade e o PCI calculado após 15 dias de secagem ao ar livre.

Tabela 7. Variação da umidade dos resíduos (palha e ponteiro) da colheita de cana-de-açúcar, sem queima prévia, sobre piso asfáltico (USINA SANTA LYDIA, 1984).

Número de dias de secagem →	2	4	5	6
	Umidade com base em peso seco (%)			
Ponteiros	62,7	61,3	56,5	58,1
Palhas	15,2	14,0	18,6	13,9

A quantidade, em massa, de resíduo em relação à produtividade agrícola do canavial, obtida pela usina corresponde aos valores presentes na Tabela 8.

Tabela 8. Quantidades de resíduos em relação às produtividades agrícolas dos canaviais (USINA SANTA LYDIA, 1984).

Variedades	Produtividades Agrícolas	Quantidades de Palhiço
	(t.ha <sup>-1</sup> )	(t.ha <sup>-1</sup> )
NA 5679	68	24
SP 70-1143	148	28

Relatando experiência da Usina Central Romana, República Dominicana, com o recolhimento e utilização de material remanescente de colheita de cana-de-açúcar como fonte de energia para geração de eletricidade, Lopez (1987) comenta que, no momento da colheita, a parte constituída pelos ponteiros e folhas representa 30% em peso da parte aérea, variando, no entanto, com a variedade e com as condições de cultivo, podendo representar em alguns casos, apenas 15%.

A umidade desse material, segundo o autor, pode diminuir em períodos menores que uma semana, para 30% com dias ensolarados, sendo freqüente encontrar-se umidade inferior a 20%. Apresenta ainda, o poder calorífico do resíduo de colheita, com base em peso seco, como sendo da ordem de 4.180kcal.kg<sup>-1</sup> e com 30% de umidade, de 2.850 kcal.kg<sup>-1</sup>. Concluindo, comenta ser satisfatório o resultado do recolhimento do material remanescente, tanto do ponto de vista operacional quanto econômico, nas últimas cinco safras, naquele país.

Em uma avaliação preliminar do potencial energético da cana, Walter (1993) considera que para cada tonelada de cana limpa têm-se 250kg de biomassa na forma de ponteiros e folhas e 250kg na forma de bagaço com 50% de umidade.

A Copersucar (2001c) descreve que, embora o número de variedades cultivadas no país ultrapasse algumas dezenas, é razoável considerar que o índice de resíduos de colheita (palhiço), em matéria seca, de 140kg por tonelada de cana-de-açúcar, seja representativo para a média das áreas de cana-de-açúcar nas diferentes regiões produtoras (Tabela 9).

Tabela 9. Produções de colmos e potencial de resíduos secos para as diferentes regiões produtoras do Brasil (COPERSUCAR, 2001c).

Regiões	Produções de colmos (10 <sup>6</sup> t)	Potenciais de Resíduos Secos (10 <sup>6</sup> t)
São Paulo	181,5	25,4
Centro Sul	249,7	35,0
Norte-Nordeste	51,9	7,2
Brasil	301,6	42,2

Ripoli et al. (1990a) estudando no Brasil as variedades SP 70-1248, SP 70-6163 e SP 70-1143, determinaram a relação entre a massa de colmos industrializáveis e a massa de palhiço e a denominaram de Índice de Palhiço do canavial; das frações do palhiço entre si, denominada Composição Percentual de Palhiço e determinaram o poder calorífico superior para cada uma das frações constituintes do palhiço, assim como, seus teores de hidrogênio e grau de umidade. Concluíram que não há diferença significativa entre os poderes caloríficos superiores das frações do palhiço, podendo ser considerados, em média, como 4.300kcal.kg<sup>-1</sup>, para efeito prático. A percentagem de hidrogênio elementar (H) no material foi, em média, de 6,23% para ponteiros e palhas e de 6,34% para folhas verdes. Também a composição percentual de palhiço mostrou-se uniforme e para efeito prático, pode ser considerada como 1/3 para cada uma delas. O Índice de Palhiço, no entanto, mostrou-se desuniforme, sendo que as médias encontradas para as variedades foram as seguintes: SP 70-1248 = 17,4%; SP 70-1143 = 25,2% e SP 70-6163 = 31,5%.

Ripoli et al. (1997c), na safra 1996, região de Piracicaba, estudaram, para as variedades RB 72-454 (5 épocas), SP 80-1842 e RB 78-5148, a constituição de suas biomassas e seus respectivos equivalentes energéticos da fração palhiço (palhas, folhas verdes e ponteiros). Os resultados médios obtidos em termos de produtividades ( $t\cdot ha^{-1}$ ) foram: colmos industrializáveis: 100,3; palhas: 10,82; folhas verdes: 8,18; ponteiros 7,52. O Índice de Palhiço médio foi de 27,45%. As umidades médias dos constituintes do palhiço foram para a palha: 12,90; para as folhas verdes: 65,35; e para os ponteiros: 77,60. Com base no poder calorífico útil de cada fração do palhiço e de suas proporções nas amostras, estimaram a energia média contida, por tonelada, em termos de equivalente barril de petróleo que foi de  $2,12EBP\cdot t^{-1}$ . Considerando-se que, em média, obtiveram-se  $26,52t\cdot ha^{-1}$  de palhiço e os  $4,4\cdot 10^6$ ha cultivados com cana-de-açúcar no país, chegaram a uma estimativa de 320 mil  $EBP\cdot dia^{-1}$  passíveis de serem aproveitados para geração de energia elétrica.

Em ensaio de enfardamento de resíduos de cana-de-açúcar, Molina Júnior (1991) recolheu, em média,  $9,50t\cdot ha^{-1}$  (base matéria seca) e  $12,55t\cdot ha^{-1}$  (base matéria úmida) de palhiço de colheita mecanizada. Abramo Filho et al. (1993) estudaram os resíduos da colheita mecanizada de cana crua e obtiveram os valores apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Valores das variáveis apresentadas por Abramo Filho et al. (1993).

Variáveis	Médias	C.V.	D.P.
Umidade Ponderada (%)	46,11	11,23	5,18
Massa de palhiço ( $t\cdot ha^{-1}$ )	21,61	23,80	5,14
Produtividade agrícola de colmos ( $t\cdot ha^{-1}$ )	77,71	7,90	6,14
Índice de palhiço (%)	28	26,10	0,07
Potencial energético do palhiço ( $Mcal\cdot t^{-1}$ )	2.127,70	10,00	212,40
Potencial energético do palhiço ( $Mcal\cdot ha^{-1}$ )	45.783,40	24,40	11.152,10
Equivalente litro de álcool por hectare ( $L\cdot ha^{-1}$ )	9.066,60	24,40	2.208,30
Cinza (%)	6,80%	-	-
Terra (%)	6,92%	-	-

C.V. = Coeficientes de variação; D.P. = Desvios padrão.

Estudando três variedades de cana-de-açúcar Ripoli et al. (1990b) concluíram que o palhiço varia de 17 a 31% em peso úmido, em relação à quantidade de colmos industrializáveis, contidos no canavial.

Ripoli et al. (1995) estudando o corte manual da cana crua caracterizaram os constituintes das biomassas de duas variedades de cana-de-açúcar, conforme mostrado na Tabela 11.

Tabela 11. Características dos constituintes de duas variedades de cana-de-açúcar colhidas crua e manualmente (RIPOLI et al., 1995).

Características	SP 71-1406		SP 71-6163	
	Crua	Queimada	Crua	Queimada
Massa de ponteiros (t.ha <sup>-1</sup> )	8,02	5,91	6,86	5,07
Massa de folhas verdes (t.ha <sup>-1</sup> )	16,87	10,26	12,64	10,50
Massa de palhas (t.ha <sup>-1</sup> )	8,36	0,33	8,64	0,28
Índice de palhiço	25,00	15,00	28,00	16,00

Ripoli & Ripoli (1996) comentando sobre o que era considerado matéria estranha vegetal (palhiço) poderia se tornar mais uma fonte de energia para usinas e destilarias. Tendo adotado a metodologia proposta por Ripoli (1991), os autores obtiveram os seguintes valores médios, em percentagens, dos principais constituintes da biomassa em quatro variedades de cana estudadas, durante a safra 1995/96, na região de Piracicaba, SP: colmos industrializáveis = 81,44; ponteiros = 4,76; folhas verdes = 5,43; palhas = 8,36 e Índice de Palhiço = 22,42. Tais resultados encontram-se próximos dos obtidos por outros autores e demonstram a significativa quantidade desse material que, antigamente era desperdiçado e, que agora, pode e deve ser utilizado.

Ripoli et al. (1990a) determinaram a massa de palhiço da colheita em cana crua como 9,7t.ha<sup>-1</sup> em média, com poder calorífico útil de 2.280kcal.kg<sup>-1</sup>. Estimaram que se considerando uma produtividade agrícola de colmos de 70t.ha<sup>-1</sup> e industrial de 75L.t<sup>-1</sup> de etanol, pode-se obter um equivalente energético de: 20.877Mcal de etanol; 31.326Mcal de bagaço e 21.058Mcal na forma de palhiço, como pode ser observado na Tabela 12.

Tabela 12. Estimativas do potencial disponível em um hectare de cana-de-açúcar, sem queima prévia (RIPOLI et al., 1990a).

Subprodutos	Produções	Energias (Mcal.ha <sup>-1</sup> )	Relações Energia/Produção
Etanol	5.250L.ha <sup>-1</sup>	20.877	4,0
Bagaço	17,5t.ha <sup>-1</sup>	31.325	1,8
Palhiço	9.7t.ha <sup>-1</sup>	22.166	2,3
Total	-	74.368	-

Os autores afirmam, ainda, que para o aproveitamento do palhiço como fonte energética, algumas dificuldades deverão ser enfrentadas, tais como: sua baixa massa específica *in natura* (25kg.m<sup>-3</sup>); o seu teor de terra (7%) e seu relativo e elevado grau de umidade (ponteiros=76,9%; folhas verdes=65,7% e palhas=7,6%).

A Tabela 13 mostra os resultados obtidos por Lopez (1987) sobre operações agrícolas envolvidas na manipulação de palhiço:

Tabela 13. Custos e capacidades efetivas das operações agrícolas envolvidas na manipulação do palhiço (LOPEZ, 1987).

Operações	Custos (US\$.t <sup>-1</sup> )	Capacidades Efetivas (t.h <sup>-1</sup> )
Enleiramento	1,24	7,0
Recolhimento/Picamento	2,93	5,7
Transporte	2,35	-
Carregamento (grua)	0,51	-

Após a colheita mecanizada sem queima do canavial, restam no campo resíduos (palhiço) nas quantidades de 10,39t.ha<sup>-1</sup> a 11,96t.ha<sup>-1</sup>, com umidade variando de 17,3 a 36,7% (FURLANI NETO et al., 1989).

Referindo-se à capacidade fotossintética da cana-de-açúcar, Rosa (1977) comenta que 1,6% da energia solar incidente sobre a cultura é transformada em energia química, o que corresponde a 52 barris de petróleo por dia, em cada km<sup>2</sup> de área plantada. Desse total, apenas o correspondente a 6,8 barris é transformado em álcool e/ou açúcar.

De acordo com Less (1982) citando a mandioca, beterraba açucareira e o girassol como fontes de energia, a cana-de-açúcar destaca-se por apresentar cultivo energético ideal, pois, além de atividade fotossintética elevada, o processo industrial aproveita o bagaço para geração de calor e o vapor retirado da concentração do caldo é recirculado.

Leite & Pinto (1983) afirmam que uma tonelada de cana-de-açúcar esmagada fornece 250kg de bagaço com 50% de umidade. Nesse grau de umidade seu poder calorífico inferior (PCI) é de 1.790kcal.kg<sup>-1</sup>. Na umidade de 20% o PCI é de 3.244kcal.kg<sup>-1</sup>.

Stupiello (1987) informa que, em média, uma tonelada de cana esmagada produz 280kg de bagaço a 50% de umidade e estima que, do total da biomassa produzida pela cultura, 6 a 12% em peso é desperdiçada na forma de palhiço.

A Copersucar (1998) mostra que cada tonelada de cana esmagada resulta, em média, em 260kg de bagaço com 50% de umidade.

Leite (1983) comenta que a 20% de umidade, três toneladas de bagaço de cana poderiam substituir uma tonelada de óleo combustível. A Tabela 14 mostra em função da variação de umidade do material o valor do poder calorífico útil (PCU) obtidos pelo autor e por Oliveira (1982).

Tabela 14. Valores de poderes caloríficos úteis em função da variação da umidade do material (LEITE, 1983 e OLIVEIRA, 1982).

Umidades (%)	Oliveira (1982)	Leite (1983)
	PCU (kcal.kg <sup>-1</sup> )	
60	1.329	-
50	1.814	1.790
45	-	2.032
40	2.299	2.310
30	2.783	2.795
20	3.268	3.244
15	3.510	3.522
10	3.753	3.765
5	-	4.008

Tabela 14. Valores dos poderes caloríficos úteis em função da variação da umidade do material (LEITE, 1983 e OLIVEIRA, 1982).

Umidades (%)	Oliveira (1982)	Leite (1983)
	PCU (kcal.kg <sup>-1</sup> )	
0	-	4.250

PCU = Poderes caloríficos úteis.

Oliveira (1982) e Perez (1982) apresentam valores do poder calorífico superior (PCS) do bagaço, determinado em alguns países, como mostra a Tabela 15.

Tabela 15. Poderes caloríficos superiores do bagaço obtidos em alguns países (OLIVEIRA, 1982 e PEREZ, 1982).

Países	Oliveira (1982)	Perez (1982)
	PCS (kcal.kg <sup>-1</sup> )	
Austrália	4.542	
Brasil	4.600	4.280
Cuba	4.691	4.432
México		5.072
Peru		4.650
Porto Rico	4.594	4.654
Estados Unidos		4.529

Goldenberg (1979) comenta que o bagaço de cana-de-açúcar correspondeu, em 1979, a 4,6% da energia utilizada no Brasil e que determinou valores de poder calorífico de alguns combustíveis, os quais são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16. Poderes caloríficos de alguns combustíveis segundo Goldenberg (1979).

Combustíveis	Poderes Caloríficos (kcal.kg <sup>-1</sup> )	Poderes Caloríficos (kcal.L <sup>-1</sup> )
Gasolina	11.100	8.150
Etanol	6.400	5.040

Tabela 16. Poderes caloríficos de alguns combustíveis segundo Goldenberg (1979).

Combustíveis	Poderes Caloríficos (kcal.kg <sup>-1</sup> )	Poderes Caloríficos (kcal.L <sup>-1</sup> )
Metanol	4.700	3.740
Madeira	2.524	-
Carvão Vegetal	6.798	-

A Tabela 17 mostra resultados dos poderes caloríficos de alguns combustíveis obtidos por Mialhe (1980).

Tabela 17. Poderes caloríficos de alguns combustíveis segundo Mialhe (1980).

Combustíveis	Poderes Caloríficos (kcal.L <sup>-1</sup> )
Gasolina	7.759
Álcool anidro	5.082
Óleo diesel	8.883
Gás metano	4.203

Na Tailândia, Howe & Sreesangkon (1990) relatam o recolhimento de 4.676t de resíduos de colheita manual de cana-de-açúcar, por seis enfardadoras (3 de fardos cilíndricos e três de fardos com secção retangular). Informam que obtiveram fardos com umidades entre 9,77% e 11,22% e, nessas condições, seus poderes caloríficos aproximados foram de 15.813kJ.kg<sup>-1</sup>. Comentam que a queda de 1% na umidade do material incrementa em 2,3% seu poder calorífico, estimando que, se recolhidos 12.500t de palhiço por ano, com 12% de umidade e misturados com os 482.400t de bagaço com 50% de umidade, produzidas pela indústria proprietária da área agrícola utilizada para os estudos, o ganho de poder calorífico significaria um excedente de bagaço da ordem de 19.300t. Isso possibilitaria o refino de 20.400t de açúcar que, ao mercado de US\$60,00.t<sup>-1</sup> daria um resultado de US\$1,224 milhão. Descontados os custos do recolhimento restariam mais de US\$1 milhão em lucros.

Ripoli et al. (1991) estimaram que, de um canavial com 60t.ha<sup>-1</sup> de matéria-prima, é possível obter 67.080Mcal de energia, sendo distribuída como apresentado na Tabela 18.

Tabela 18. Distribuição da energia contida em um canavial com  $60t.ha^{-1}$  de matéria-prima (RIPOLI et al., 1991).

Produtos	Quantidades	Energias (Mcal)	Percentuais (%)
Álcool	4.500L	16.830	25,09
Bagaço	15t	26.850	40,03
Resíduos	12t	23.400	34,88

Afirmam que a utilização dos resíduos de colheita como fonte de energia pode transformar a agroindústria sucroalcooleira em verdadeira usina de biomassa.

Estudando as variedades de cana-de-açúcar SP 70-1143 e NA 5679, Ripoli (1991) determinou o poder calorífico superior e as percentagens de hidrogênio elementar das frações colmos, ponteiros, folhas verdes e palhas, tendo como média os valores de  $4041,84kcal.kg^{-1}$  e 6,34%, respectivamente. Em equivalente energético, quando o autor considerou o potencial do canavial e o comparou com combustíveis líquidos, os resultados para cada variedade foram os apresentados na Tabela 19.

Tabela 19. Resultados obtidos por Ripoli (1991) considerando o potencial dos canaviais e o equivalente energético de combustíveis líquidos.

Materiais	SP 70-1143	NA 5679
Petróleo (barril. $t^{-1}$ )	1,15	1,41
Petróleo (barril. $ha^{-1}$ )	31,49	30,30
Óleo diesel (L. $t^{-1}$ )	205,37	251,61
Óleo diesel (L. $ha^{-1}$ )	5.631,24	5.417,16
Etanol (L.t-1)	361,96	443,46
Etanol (L. $ha^{-1}$ )	9.924,94	9.547,69

Concluiu o autor que uma tonelada de material remanescente de colheita (palhiço) substitui 1,08t de bagaço em termos de poder calorífico, se considerado como combustível para fornalhas de caldeiras, sugerindo futuros estudos de balanço térmico em

caldeiras de usinas e destilarias. Afirma, ainda, que devem ser efetuados estudos sobre as implicações decorrentes da terra que eventualmente acompanhe o material remanescente.

Lopez (1987), apresenta resultados de desempenhos operacional e econômico de sistemas de recolhimento do material remanescente da colheita de cana crua para posterior utilização energética, afirmando que a maior limitação se prende a sua baixa massa específica, a qual, por sua vez, varia em função dos métodos de recolhimento e preparo para transporte. Dentre os métodos estudados, o que demonstrou viabilidade econômica foi aquele que utilizou enleiramento e picamento, no campo. Neste método as operações agrícolas envolvidas foram o enleiramento convencional e o recolhimento através de colhedora picadora de forragem, colocando o material sobre o transporte.

As principais interrogações quanto aos sistemas a serem adotados para retirar o palhiço do campo podem ser resumidas a: quantidade de terra no palhiço; distribuição do palhiço na área colhida e massa específica muito variável do material, dependendo do sistema de recolhimento e transporte a ser utilizado; custo de manipulação no campo e transporte; variabilidade do tamanho e umidade dos constituintes do material; armazenamento (deterioração, incêndio); gerenciamento do sistema; preparo, alimentação e combustão nas caldeiras; balanço energético e econômico do sistema a ser adotado (RIPOLI et al., 2001). O autor afirma, ainda, que as respostas a tais questionamentos somente serão obtidas por meio de estudos profundos, embasados em análises de “riscos e oportunidades” com suporte estatístico. Uma situação, altamente desejável, é a implementação de estudos, sob mesmas condições de campo, operacionais e gerenciais, com equipes multidisciplinares e sob o rigor, não apenas técnico, mas também científico.

Molina Jr. et al. (1995) estudando métodos de recolhimento de resíduos de colheita manual de cana-de-açúcar, variedade SP 70-6163 no município de Piracicaba, estado de São Paulo, determinaram Índice de Palhiço de 0,34 e poderes caloríficos superior de  $4.538,8\text{kcal.kg}^{-1}$ , inferior de  $4.200,2\text{kcal.kg}^{-1}$  e útil de  $2.341,4\text{kcal.kg}^{-1}$ . Para o canavial estudado, com produtividade agrícola determinada de  $79,52\text{t.ha}^{-1}$ , sua energia potencial bruta foi estimada em: álcool ( $23.921\text{Mcal.ha}^{-1}$ ); bagaço ( $35.591\text{Mcal.ha}^{-1}$ ) e resíduos de colheita ( $62.679\text{Mcal.ha}^{-1}$ ). Encontraram para a variedade SP 70-6163 (2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> cortes), no momento da colheita, valores de  $33,85\pm 9,83\text{t.ha}^{-1}$  de palhiço.

Em estudo para avaliação da energia potencial da biomassa não industrializável de canaviais, os mesmos autores encontraram para o palhiço de cana-de-açúcar os poderes caloríficos inferior e útil da ordem de  $3.982,57 \pm 796,97 \text{ kcal.kg}^{-1}$  e  $2.991,38 \pm 1.096,08 \text{ kcal.kg}^{-1}$ , o que confere a um hectare de canavial energia equivalente a até 19.202,52 litros de etanol ou a 7.626,53 litros de óleo diesel, ou a 67,08t de madeira ou, ainda a 37,64t de bagaço.

A Copersucar (1998) relata que o custo de produção de energia elétrica por unidade cooperada situa-se entre US\$0,035 e US\$0,045 por kWh, considerando o preço da tonelada de bagaço combustível como US\$6,30, enquanto que a mesma energia comprada da rede oficial custa US\$0,066. Comenta, ainda, que além da possibilidade de fornecimento do excedente de energia produzida às concessionárias estatais, fato que se daria no período de estiagem, estação crítica para o sistema hidroelétrico, esse poderá ser utilizado em atividades complementares ao empreendimento, como irrigação e produção de fertilizantes. Os investimentos médios para um sistema de co-geração, por kWh instalado, situam-se entre US\$900 e US\$1.150, inferiores aos observados em hidroelétricas e com a vantagem de menor prazo de instalação.

O estudo de viabilidade econômica da geração de eletricidade a partir da queima de bagaço de cana por uma usina sucroalcooleira mostra que, segundo Venturini Filho & Addison (1990), quando se consideram taxas de juros para o investimento de 12% ao ano e os itens benfeitorias, máquinas e equipamentos com preços de novos, o investimento só será lucrativo se  $Y > 498,67 + 0,072X$ , sendo:  $Y$  é a receita com a eletricidade gerada (em milhares de dólares americanos por ano) e  $X$  é o preço do bagaço queimado (em dólares americanos por tonelada).

Os autores comentam que a situação real de tais bens já está depreciada, o que faz com que a taxa interna de retorno apresente um valor superior aos encontrados para as condições consideradas. Desta forma, consideram que com a expectativa de escassez de energia elétrica para os próximos anos e conseqüente aceleração de preços, interessa ao país e às usinas sucroalcooleiras realizar investimentos em caldeiras e turbo-geradores visando cogeração de energia, uma vez que estudos da Copersucar junto a cooperados concluíram que a geração de energia elétrica por essas indústrias é economicamente viável.

Estudando o potencial energético de resíduos de colheita de cana crua Ripoli et al. (1991) determinaram os valores médios de algumas variáveis, para cinco variedades de cana-de-açúcar, de segundo corte os dados (Tabela 20).

Tabela 20. Valores médios das variáveis estudadas de cinco variedades de cana-de-açúcar (RIPOLI et al., 1991).

Variáveis	Ponteiros	Folhas Verdes	Palhas
Carbono (%)	42,11	43,41	41,76
Hidrogênio (%)	6,25	6,38	6,26
Umidade (%)	76,79	66,21	8,81
Poder Calorífico Superior (kcal.kg <sup>-1</sup> )	4.318,7	4.400,6	4.339,0
Poder Calorífico Inferior (kcal.kg <sup>-1</sup> )	3.981,4	4.095,6	4.001,4
Poder Calorífico Útil (kcal.kg <sup>-1</sup> )	888,0	1.344,8	3.609,0

Furlani Neto et al. (1997), como mostrado na Tabela 21, determinaram que o potencial energético total do resíduo é uma função varietal, dependendo do tipo de cana: crua ou queimada.

Tabela 21. Potencial energético total do resíduo, em uma função da variedade e do tipo de cana: crua ou queimada (FURLANI NETO et al., 1997).

Variedades	Tipos	Resíduos (t)	PCS (Mcal.t <sup>-1</sup> )	Energias (Mcal.ha <sup>-1</sup> )	Índices Totais de energia(%)
SP 71-1406	Crua	13.514	4.365	58.998,6	100,0
SP 71-1406	Queimada	8.091	4.430	35.843,1	60,8
SP 71-6363	Crua	24.316	4.660	113.312,5	100,0
SP 71-6363	Queimada	10.250	4.485	45.971,2	40,6

PCS = Poderes caloríficos superiores.

Os autores concluíram que a queima do canavial promoveu uma perda energética de 39,2% para a variedade SP 71-1406 e de 59,4% para a SP 71-6363.

Segundo Clemente (2001), as 308 usinas de açúcar do país poderiam acrescentar à matriz energética nacional, de imediato, megawatts suficientes para atender o consumo de cerca de 355 mil pessoas. O cálculo é considerado conservador. Leva em conta que, em média, 1,5MW estaria sendo desperdiçado na co-geração de energia a partir do bagaço de cana-de-açúcar. A indústria sucroalcooleira atinge auto-suficiência em energia na safra, de maio a novembro, período que coincide com a estiagem e agravamento da crise do setor. Nesta fase sobra energia nas usinas e que poderia ser comprada pelas concessionárias.

Ripoli (2002) estudando o mapeamento de palhão enfardado de cana-de-açúcar com uso de GPS determinou o seu potencial energético, em termos de equivalente barril de petróleo (EBP), da ordem de 11,22EBP.ha<sup>-1</sup> com desvio padrão de 1,45.

Segundo Koopmans & Koppejan (1997) os resíduos constituem a maior parte da produção total anual de biomassa e são importantes fontes de energia tanto para uso doméstico como para propósitos industriais. A Tabela 22 mostra alguns destes dados retirados da bibliografia, pelos autores sobre esta questão.

Tabela 22. Dados levantados por Koopmans & Koppejan (1997) sobre resíduos da colheita de cana-de-açúcar.

Autores	Resíduos (%)	Umidades (%)	PCI (MJ.kg <sup>-1</sup> )	Cinzas (%)
Vimal (1979) <sup>2</sup>	0,33	48,0	9,22	2,0
Webb (1979) <sup>3</sup>	0,29	52,0	9,29	3,2
AIT-ECC (1983) <sup>4</sup>	0,14	50,0	-	3,9
Strehler & Stutzle (1987) <sup>5</sup>	1,16	40 a 60	7,75	-

PCI = Poderes caloríficos inferiores.

<sup>2</sup> VIMAL, O. P. Residue utilization, management of agricultural and agroindustrial residues of selected tropical crops (Indian experience). In: WORKSHOP ON AGRICULTURAL AND AGROINDUSTRIAL RESÍDUE UTILIZATION IN ASIA AND PACIFIC REGION, s.l., 1979. **Proceedings...** s.l.: UNEP/ESCAP/FAO, v.1, 1979.

<sup>3</sup> WEBB, B. Technical aspects of agricultural and agroindustrial residues utilization. In: WORKSHOP ON AGRICULTURAL AND AGROINDUSTRIAL RESÍDUE UTILIZATION IN ASIA AND PACIFIC REGION, s.l., 1979. **Proceedings...** s.l.: UNEP/ESCAP/FAO, v.1, 1979.

<sup>4</sup> AIT-ECC. Evaluation and selection of ligno-cellulose wastes which can be converted into substitute fuels. Project submitted to EEC, Belgium. 1983. s.ed., v.1, 1983.

<sup>5</sup> STREHLER, A.; STUTZLE, W. Biomass residues. In: HALL, D. O.; OVEREND, R. P. **Biomass renewable energy**. s.l.: s.ed., v.1, 1987.

Os mesmos autores, ainda, citam que a biomassa é uma fonte importante de energia na maioria dos países asiáticos. Quantias significativas de madeira, carvão e outros tipos de energia, tais como, resíduos agrícolas como esterco e folhas são usadas em aplicações domésticas e industriais. Entre as aplicações domésticas principais estão cozinhar e aquecer. As aplicações industriais variam de processamento mineral como a fabricação de tijolos, azulejos e cerâmicas, processamento agrícola e alimentício, processamento de metais, tingimento de tecidos e outros. Além destas aplicações, os combustíveis de biomassa também são usados para co-geração de energia, por exemplo, o uso do bagaço na indústria de açúcar (vapor e eletricidade) e resíduos de palma de óleo (vapor e eletricidade).

Osava (2001) afirma que a energia do futuro será obtida pela fotossíntese, mecanismo de produção vegetal ativado pela luz solar, que será a grande riqueza dos países tropicais como o Brasil. Segundo o autor “o Sol, um eterno gerador de fusão nuclear, oferece ao Brasil energia equivalente a 4,5 milhões de megawatts”. Deste total “a Terra consome dois terços em forma de calor ou evaporação de água, mas um terço continua disponível. Esse terço corresponde à cerca de 22 mil vezes a capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil”. O autor cita, ainda, que o Brasil é o país que mais acumulou tecnologia e conhecimentos em energia de fonte de biomassa que qualquer outro no mundo.

Howe & Sreesangkon (1990) estimaram, na Tailândia, custos para a energia elétrica gerada a partir do palhicho de cana-de-açúcar em US\$1,68.kJ<sup>-1</sup>, enquanto que o custo de geração de eletricidade a partir da queima de óleo (US\$19.barril<sup>-1</sup> de petróleo) seria de US\$2,91.kJ<sup>-1</sup>.

Graham (1997) estabelece que a “bioenergia” de biomassa na Índia, com foco na zona rural onde vivem 844.10<sup>6</sup> habitantes (75% da população), supre todas as necessidades básicas, sem rompimento da produção de alimentos e sem impactos nos ecossistemas naturais.

O Jornal de Piracicaba (2000) publicou artigo com previsões da Eletrobrás, onde entre outras é necessário ampliar a oferta energética em 4,4% ao ano até 2003 e 4,5% nos cinco anos seguintes para que a capacidade instalada suba dos atuais 61,3 mil kW para 84,2 mil MW até 2003. Para cumprir as projeções de crescimento econômico entre 4% e 5% ao ano até 2008, a base instalada no país deveria ser de 106,6 mil MW em 2008 - o que

significaria injetar no sistema mais 45 mil megawatts provenientes de novas fontes. O setor sucroalcooleiro tem capacidade para produzir 11% desse volume pela co-geração de energia através da queima do bagaço de cana. Por isso, a co-geração é considerada uma das alternativas viáveis para diminuir os impactos da crise energética.

Sayigh (1999) estabelece que a energia renovável é uma “commodity” como qualquer outra forma de energia e tem seu maior papel no encontro das necessidades globais de demanda de energia e no combate do perigo do aquecimento global. O autor comenta as previsões da “Shell International Petroleum Company” sobre o cenário do mercado de energia, que para o ano de 2060, o uso de energias renováveis no mundo poderá atingir 70% da energia utilizada, contra os 5% atuais.

A combustão, segundo Jenkins et al. (1998), pode ser aplicada a biomassa integral ou a parte remanescente de processos de separação bioquímicos como a fermentação. A combustão da biomassa, ao contrário das estratégias bioquímicas ou termoquímicas, é essencialmente não seletiva e reduz o combustível a produtos simples. Tipicamente a biomassa é formada de 30 a 40% de oxigênio, 30 a 60% de carbono, 5 a 6% de hidrogênio, menos de 1% de nitrogênio, enxofre e cloro. Nas culturas anuais o potássio excede 1%.

Cock et al. (2000) em estudo de viabilidade técnica e econômica de geração de eletricidade a partir de resíduos de colheita de cana-de-açúcar crua na Colômbia, concluíram que se os custos de recolhimento no campo e transporte para o local de geração de eletricidade forem reduzidos para menos de US\$8,00 por tonelada de palhiço, com umidade de 35%, a geração de eletricidade seria um excelente investimento. Os autores citam que a maioria das variedades de cana-de-açúcar cultivadas na Colômbia produzem mais de 30% de palhiço.

O poder calorífico tem sido freqüentemente usado como um coeficiente para a avaliação da importância econômica relativa dos diversos combustíveis e de acordo com Mialhe (1980), o poder calorífico é a quantidade de calor liberado por um combustível durante a sua combustão completa e que quando o combustível contém hidrogênio, um dos produtos da combustão é a água, que existirá nas formas líquida, vapor ou líquida mais vapor. Se a água for condensada, o calorímetro registra uma quantidade de calor

maior do que se a água existisse na forma de vapor. Deste modo, distinguem-se os poderes caloríficos como:

- Poder calorífico superior, quando a água é completamente condensada;
- Poder calorífico inferior, quando a água, formada durante a combustão, existe inteiramente no estado de vapor.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984) pela norma NBR 8633 estabelece o poder calorífico superior como sendo o número de unidades de calor liberadas pela combustão de uma unidade de massa de uma substância, em bomba calorimétrica, em atmosfera de oxigênio, a volume constante e sob condições específicas, de modo que toda a água proveniente da combustão esteja no estado líquido.

Doat (1977) propôs a transformação do poder calorífico superior (PCS) em poder calorífico inferior (PCI), com base nas informações sobre a quantidade de hidrogênio do combustível, calor absorvido para vaporização da água e da proporção da água formada na combustão. O autor propõe a Equação 1:

$$PCI = PCS - \frac{(600.H.9)}{100} \quad (1)$$

Sendo:

PCI = Poder calorífico inferior ( $\text{kcal.kg}^{-1}$ );

PCS = Poder calorífico superior ( $\text{kcal.kg}^{-1}$ );

H = Teor de hidrogênio do material (%);

600 = Valor médio da energia absorvida por kg de água para atingir a temperatura de vaporização;

9 = Múltiplo do peso do hidrogênio no combustível, fornecendo o peso da água formada na combustão.

O autor propõe, ainda, a transformação do poder calorífico inferior em poder calorífico útil (PCU), onde se considera a umidade do material, pela Equação 2:

$$PCU = PCI \left[ \frac{(100 - U)}{100} \right] - 6.H \quad (2)$$

Sendo:

PCU = Poder calorífico útil ( $\text{kcal.kg}^{-1}$ );

U = Umidade do material com base em peso úmido (%);

6 = Fator de conversão referente à energia de evaporação da água de formação.

Furlani Neto et al. (1996b) determinou a quantidade de energia disponível no material remanescente (ponteiros, folhas verdes e palhas) de colheita mecanizada em canaviais de 12 meses em soqueiras de 4<sup>o</sup> corte das variedades SP 71-1406 (I) e SP 71-6163 (II) com queima prévia (Q) e sem queima prévia (S) e encontraram os poderes caloríficos superiores em  $\text{Mcal.t}^{-1}$  de 4.365 (I,S), 4.430 (I,Q), 4.460 (II,S), 4.485 (II,Q). Os poderes caloríficos inferiores encontrados foram de: 2.148 (I,S), 2.185 (I,Q), 2.316 (II,S), 2.216 (II,Q).

Cock et al. (2000) citam que resíduos da maioria das variedades de cana cultivadas na Colômbia apresentam poder calorífico de  $10.000\text{kJ.kg}^{-1}$  a 35% de umidade.

A Tabela 23 mostra os valores comparativos de poderes caloríficos de combustíveis segundo Staniforth (1982).

Tabela 23. Valores comparativos dos poderes caloríficos de combustíveis (STANIFORTH, 1982).

Materiais	Poderes Caloríficos ( $\text{MJ.kg}^{-1}$ )
Palha (15% de umidade)	15
Madeira (15% de umidade)	15
Carvão de boa qualidade	30
Óleo combustível	40 a 45

Pinto (1992) em estudos para o aproveitamento de bagaço e da palha de cana-de-açúcar em programas energéticos comunitários concluiu que o Estado de São Paulo tem capacidade para geração de 2.000MW e 3.000MW, respectivamente. O autor salienta que a co-geração nas usinas e destilarias é realizado no período da seca quando o déficit de energia elétrica poderia ser suprido por termo-geração.

Ripoli et al. (1998) estimaram que com uma área cultivada com cana-de-açúcar de  $4,2.10^6\text{ha}$  é possível produzir, a partir da biomassa,  $213,9.10^6$  Equivalentes Barris

de Petróleo (EBP) por ano, sendo  $82,6 \cdot 10^6 \text{EBP} \cdot \text{ano}^{-1}$  de bagaço,  $61,7 \cdot 10^6 \text{EBP} \cdot \text{ano}^{-1}$  de álcool e  $69,6 \cdot 10^6 \text{EBP} \cdot \text{ano}^{-1}$  de palhiço.

O palhiço de cana de açúcar e o bagaço têm um potencial real para melhorar a matriz energética brasileira, segundo Ripoli et al. (2000). Os autores desenvolveram a Equação 3 para estimar o número de pessoas que poderiam ser servidas com energia elétrica gerada a partir do palhiço:

$$Pd = \frac{Pu \cdot a \cdot Ac \cdot Qt \cdot Ef}{1314 \cdot Cd} \quad (3)$$

Sendo:

- Pd = Número de pessoas servidas/ano;
- Pu = Energia contida no palhiço com umidade “U” ( $\text{MJ} \cdot \text{t}^{-1}$ );
- a = Quantidade de palhiço a ser utilizado para produzir energia (%);
- Ac = Área colhida, por ano, com palhiço para produzir energia ( $\text{ha} \cdot \text{ano}^{-1}$ );
- Qt = Quantidade de palhiço no campo após a colheita ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ );
- Ef = Eficiência do processo (%);
- Cd = Consumo médio diário por pessoa ( $\text{kWh} \cdot \text{d}^{-1}$ ).

Ripoli (1991) determinou a Equação 4 para o cálculo do balanço energético para o recolhimento de biomassa, com base no consumo de combustível e na energia potencial do palhiço:

$$BE = \left( 1 - \frac{CC}{EP} \right) \cdot 100 \quad (4)$$

Sendo:

- BE = Balanço energético (%);
- CC = Consumo de combustível ( $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ );
- EP = Potencial energético do palhiço ( $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ).

Torrezan (2003) avaliou operações de enleiramento e enfardamento prismático de palhiço de cana-de-açúcar colhida mecanicamente, sem queima prévia, e de suas eficiências energéticas. A variedade de cana-de-açúcar era a RB 82-5336, plantada em espaçamento de 1,40 m, em seu terceiro corte, com 11 meses de idade e produtividade média

de colmos de  $78,00t.ha^{-1}$ . Os índices médios obtidos foram: folhas de 69,93%, frações de colmos de 21,44%, ponteiros de 2,27% e matéria estranha total de 6,36%. Os poderes caloríficos superior, inferior e útil do palhiço foram, respectivamente,  $18,43MJ.kg^{-1}$ ,  $17,00MJ.kg^{-1}$ ,  $12,94MJ.kg^{-1}$ . O potencial energético do palhiço determinado confirmou ser uma função varietal e apresentou valor médio de  $342,48GJ.ha^{-1}$ . Estimou-se para um hectare de palhiço o equivalente energético a 30,52t de madeira, 15,16t de carvão e de 11648,58 a 10104,17L de óleo combustível.

De acordo com Castro (2001a) uma tonelada de cana produz cerca de 240kg de bagaço e tem potencial para gerar 70kWh, dos quais, 30 são utilizados na produção de açúcar e álcool. Se as 131 usinas e destilarias do Estado de São Paulo gerassem 40kWh de energia elétrica excedente por tonelada de cana, a produção seria equivalente a de duas turbinas da Usina Hidrelétrica de Itaipu, ou seja, 1,5GW. O autor ainda afirma que a região de Ribeirão Preto produz 900 mil hectares de cana, e se utilizasse todo o palhiço produzido, exclusivamente na geração de energia elétrica, o número de residências atendidas seria de 6,36 milhões.

Segundo Castro (2001b), “se as usinas utilizarem o palhiço da cana cortada crua, o poder de geração de eletricidade dos canaviais será duas vezes maior. Essa realidade está se aproximando, rapidamente, com a redução gradativa da queimada da palha da cana para a colheita e para a mecanização do corte. Enquanto um hectare de cana, que rende em torno de 90 toneladas, dependendo da variedade nele plantada, em média, oferece 22 toneladas de bagaço, na mesma área fornece 25 toneladas de palhiço. Com 900 mil hectares de cana, na região de Ribeirão Preto, empregando o palhiço na geração, pode fornecer eletricidade para 6,36 milhões de residências (se todo o palhiço fosse utilizado exclusivamente na cogeração), com um consumo médio de cada residência avaliado pela CPFL em  $250kW.h^{-1}$  por mês”.

Para Genoino (2001), “as vantagens da exploração da matriz energética da cana são inúmeras e incontestáveis. Em primeiro lugar, trata-se de uma matriz energética pouco poluente e renovável, substituidora da energia da matriz fóssil, uma das fontes mais poluentes do mundo e causadora do efeito estufa. Em segundo lugar, o Brasil tem a tecnologia mais desenvolvida de produção de álcool em relação a qualquer outro país. Com isso, o País, se apostar na exportação de álcool, açúcar e carros a álcool, pode se tornar

competitivo no mercado internacional neste setor. Como decorrência, diminuiria sua dependência externa e melhoraria sua balança comercial. Mas esse processo não se implementará se não houver um direcionamento governamental, um planejamento de longo prazo e um pacto entre os setores de toda essa cadeia produtiva”.

Para Pereira (2001), não é por acaso que existem vários movimentos no país a favor de um Programa de Biomassa para incentivar a geração de energia. Estima-se que o potencial de co-geração a partir do bagaço de cana-de-açúcar possa chegar a 6.000MW, se considerado também a queima do palhiço. O autor comenta que falta uma diretriz clara do governo para estimular a co-geração por meio da biomassa. Das 140 usinas instaladas em São Paulo, apenas 15 produzem e vendem energia. As outras empresas geram eletricidade somente para o consumo próprio.

Segundo Gopinath (1998) o potencial do palhiço de cana-de-açúcar como combustível em caldeiras tem sido, preliminarmente, discutido na Índia com base em ensaios desenvolvidos em Delhi e Chennai e nos ensaios realizados na Tailândia em 1989/90 onde esse material foi enfardado utilizando-se de enfardadoras de feno. O palhiço enfardado pode ser armazenado por seis meses sem nenhuma degradação apreciável.

Para Hobson et al. (1998) a conversão do bagaço e, possivelmente, o palhiço da cana-de-açúcar em gás, que pode ser queimado em uma turbina de ciclo combinado gás/vapor, oferecem um aumento significativo da potência gerada pela indústria de açúcar. Para a indústria australiana de açúcar, a gaseificação do bagaço, somado a 66% do palhiço disponível, poderia gerar uma capacidade de energia excedente de 2.600MW durante a safra e 3.000MW durante a entressafra.

Os desperdícios de colheita são abundantes na Índia de acordo com Shukla et al. (1995) e a disposição racional através de processos de decomposição naturais (em lugar de queima ineficiente) é necessário para evitar o agravamento, pela diminuição do material orgânico, da fertilidade do solo. O Instituto Nacional de Açúcar e Chemolimpex da Hungria desenvolveram um processo semi-úmido que produz biogás e bio-adubo por fermentação controlada de resíduos de cana-de-açúcar, bagaço, torta de filtro e cinza de caldeira. O biogás consiste, principalmente, em metano (55 a 60%), CO<sub>2</sub> (30 a 35%) e H<sub>2</sub> (5 a 10%). A eficiência energética, segundo os autores, é de mais de 85%, comparada com 60% do

bagaço queimado. O rendimento de biogás é 200 a 350m<sup>3</sup>.t<sup>-1</sup>, e o valor calorífico total é 4 a 6Mcal.m<sup>-3</sup>.

## 2.6. Desempenho operacional de máquinas e implementos agrícolas

Segundo Magalhães & Braunbeck (2001) a palha seca apresenta uma baixa massa específica e, para diminuir os custos com transporte, sugerem que seja efetuado um adensamento, onde o volume inicial é reduzido aproximadamente 15 vezes. Segundo os autores, as tecnologias disponíveis para o adensamento são as enfardadoras de forragem de êmbolos e as rotativas.

Balastreire (1987) comenta que a enfardadora é uma máquina que coleta o feno da leira e comprime-o em um pacote fácil de ser manuseado (fardo). Normalmente a enfardadora é utilizada para feno, podendo ser utilizada para enfardar outros materiais como restos de culturas, palhicho de cana, etc. O autor cita para as enfardadoras capacidades de 6 a 7,5t.h<sup>-1</sup> (250 a 300 fardos por hora), com massa específica de 170kg.m<sup>-3</sup> e umidade entre 20 e 35%.

A norma D497 da American Society of Agricultural Engineers (ASAE, 1992) informa a que a eficiência de campo para enfardadoras de fardos grandes é de 65%, variando numa faixa de 55 a 75% e a velocidade de campo dessas máquinas varia de 4,0 a 8,0km.h<sup>-1</sup>, sendo a velocidade típica da ordem de 5,5km.h<sup>-1</sup>.

A Copersucar - Projeto BRA/96/G31 (1998) realizou estudos para avaliar viabilidade de recolher o palhicho deixado no campo, após a colheita de cana crua, e ensaiou algumas enfardadoras cujos resultados parciais constam na Tabela 24. As máquinas empregadas foram às enfardadoras SODE JS-90, SEMEATO ROL-1518 e NEW HOLLAND NH-570. Os ensaios foram realizados de dois a três dias após a colheita da cana crua.

Tabela 24. Resultados dos ensaios de três enfardadoras realizados pela Copersucar - Projeto BRA/96/G31 (1998).

Modelos	Enleiramentos	MF (kg)	DF (kg.m <sup>-3</sup> )	QTF (%)	CaEn (t.h <sup>-1</sup> )
JS-90	Sim	105,8	118,0	5,6	1,8

Tabela 24. Resultados dos ensaios de três enfardadoras realizados pela Copersucar - Projeto BRA/96/G31 (1998).

Modelos	Enleiramentos	MF (kg)	DF (kg.m <sup>-3</sup> )	QTF (%)	CaEn (t.h <sup>-1</sup> )
JS-90	Não	119,3	129,3	2,8	2,0
ROL-1518	Sim	285,4	94,7	6,2	2,7
ROL-1518	Não	260,0	107,5	2,3	1,0
NH-570	Sim	15,0	112,0		9,0

MF = Massas dos fardos; DF = Massas específicas dos fardos; QTF = Quantidades de terra nos fardos, CaEn = Capacidades das enfardadoras.

Com base nos ensaios foram estabelecidas algumas observações sobre o enleiramento:

- Melhora a capacidade de enfardamento;
- Reduz os danos ao mecanismo recolhedor (que pode trabalhar afastado do solo);
- Evita a propagação do fogo acidental;
- Com respeito ao tipo de fardos, os resultados indicaram que o sistema das enfardadoras de fardos retangulares é o mais indicado, pois apresentam:
  - Maior capacidade operacional;
  - Maior facilidade de operação com palha e pedaços de cana;
  - Melhor ocupação do espaço da carroçaria do caminhão de transporte dos fardos.

O recolhimento do palhiço de colheita mecanizada de cana-de-açúcar foi estudado por Molina Júnior (1991). Os resultados obtidos sobre desempenho operacional da enfardadora, segundo o autor, foram inferiores aos apresentados na bibliografia, devido a condições não ideais de enfardamento, sendo que o valor médio para a capacidade efetiva foi de 1,11t.h<sup>-1</sup> e o consumo médio de combustível no enfardamento foi de 4,17L.t<sup>-1</sup>. O autor concluiu ainda que a operação de enfardamento deve-se dar com o enleiramento do palhiço, uma vez que o não enleiramento resultou em fardos com teor de matéria estranha mineral semelhante aos dos fardos obtidos com enleiramento.

De acordo com a Copersucar (2001c) a eficiência de recolhimento de palha por enfardadora para a condição de recolhimento de duas ruas de palha sobre uma rua, em áreas de colheita de cana sem queimar, com palha deixada no solo é de 84%.

Molina Júnior et al. (1995) estudaram os aspectos econômicos e operacionais do enfardamento de palhiço proveniente da colheita de cana-de-açúcar para aproveitamento energético sob duas condições de campo: área A (canavial de primeiro corte) e área B (canavial de segundo corte). A Tabela 25 ilustra alguns dos resultados obtidos pelos autores.

Tabela 25. Aspectos econômicos e operacionais do enfardamento de resíduos da colheita de cana-de-açúcar para aproveitamento energético (MOLINA JÚNIOR, 1995).

Variáveis	Área A	Área B	Médias
CCh (L.h <sup>-1</sup> )	4,3±0,9	4,4±1,7	4,3±1,2
CCT (t.h <sup>-1</sup> )	1,26±0,9	0,96±0,3	1,11±0,7
CCA (t.ha <sup>-1</sup> )	0,28±0,08	0,24±0,04	0,26±0,07
CCh (L.h <sup>-1</sup> )	4,3±0,9	4,4±1,7	4,3±1,2
CCT (t.h <sup>-1</sup> )	1,26±0,9	0,96±0,3	1,11±0,7
CCA (t.ha <sup>-1</sup> )	0,28±0,08	0,24±0,04	0,26±0,07
ECE (Mcal.ha <sup>-1</sup> )	135,8±51,1	162,2±60,3	149,0±57,9
EMR (Mcal.ha <sup>-1</sup> )	13.728,5±14.441,9	1.009,8±3.945,1	12.869,1±9.569,06

CCh = Consumos de combustível da fonte de potência; CCT e CCA = Desempenhos operacionais do conjunto; ECE = Energias consumidas pela fonte de potência na forma de combustível; ECR = Equivalentes em energia do palhiço enfardado.

Estudando os resíduos da indústria canavieira, Cerri et al. (1988) encontraram teores de cinzas minerais de 3,4% no bagaço de cana-de-açúcar.

A Tabela 26 mostra os valores obtidos em ensaios realizados pela Copersucar (1998) com as enfardadoras CLASS Quadrant 1.200 e CASE 8.575, onde foram determinadas às capacidades efetivas destas enfardadoras e as caracterizações ponderais e dimensionais de seus fardos.

Tabela 26. Capacidades efetivas de duas enfardadoras e caracterizações ponderais e dimensionais de seus fardos (COPERSUCAR, 1998).

Parâmetros	CLASS 1.200	CASE 8.575
Massas médias dos fardos (kg)	204	368
Dimensões dos fardos (cm)	120x70x175	87x82x210
Massas específicas Globais (kg.m <sup>-3</sup> )	138,5	245,0
Umidades médias da palha (%)	10,0	42,0
Produções (t.h <sup>-1</sup> )	11,4	22,0
Produções, palha seca (t.h <sup>-1</sup> )*	10,1	12,7

\*Com a enfardadora trabalhando continuamente.

Ripoli (1991), trabalhando com material remanescente de colheita sem queima prévia (palhiço) de duas variedades de cana-de-açúcar e utilizando quatro conjuntos mecanizados: colhedora de cana-de-açúcar, ancinho enleirador, carregadora de cana e carreta, obteve os resultados dos desempenhos operacionais dos ensaios de campo. Para a variedade SP 70-1143 a massa específica do palhiço foi de 141,94kg.m<sup>-3</sup> e para a variedade NA 5679 a massa específica foi de 104,63kg.m<sup>-3</sup>. O autor cita também que, como resultados das operações de enleiramento e carregamento, 12,28% de terra (material mineral) foram carregados juntamente com o palhiço (Tabela 27).

Tabela 27. Resultados de ensaios de campo utilizando quatro conjuntos mecanizados e duas variedades de cana (RIPOLI, 1991).

Operações	Variedades	
	SP 70-1143	NA 5679
<i>Enleiramento</i>		
Efetivo (ha.h <sup>-1</sup> )	1,67	1,79
Operacional (ha.h <sup>-1</sup> )	1,40	1,38
Consumo de Combustível (L.h <sup>-1</sup> )	8,37	7,32
Consumo de Combustível (L.t <sup>-1</sup> )	0,40	0,40

Tabela 27. Resultados de ensaios de campo utilizando quatro conjuntos mecanizados e duas variedades de cana (RIPOLI, 1991).

Operações	Variedades	
	SP 70-1143	NA 5679
<i>Carregamento</i>		
Efetivo (ha.h <sup>-1</sup> )	1,11	0,97
Efetivo (t.h <sup>-1</sup> )	17,29	16,07
Operacional (ha.h <sup>-1</sup> )	0,90	0,71
Operacional (t.h <sup>-1</sup> )	14,15	11,97
<i>Transporte</i>		
Operacional (t.h <sup>-1</sup> )	2,64	3,74

Ripoli (2002) estudando o mapeamento de palhiço enfardado de cana-de-açúcar e seu potencial energético concluiu que sua variabilidade espacial é muito grande e que requer muito cuidado nas amostragens de determinação de produtividade. O autor estudou o enfardamento cilíndrico e prismático dez dias após a colheita mecanizada de cana-de-açúcar, obtendo 42 fardos e como média geral de palhiço enfardado de 8,79t.ha<sup>-1</sup>, com coeficiente de variação de 30,03%. A umidade média do palhiço obtida foi de 22,58% com desvio padrão de 9,85%.

Desempenho operacional de enfardadoras de fardos retangulares e cilíndricos, segundo Howe & Sreesankon (1990) são apresentados na Tabela 28.

Tabela 28. Valores dos desempenhos operacionais de enfardadoras de fardos retangulares e cilíndricos (HOWE & SREESANKON, 1990).

Desempenhos	Enfardadoras	
	Fardos Retangulares	Fardos Cilíndricos
Capacidades efetivas (ha.h <sup>-1</sup> )	0,22	0,29
Capacidades efetivas (t.h <sup>-1</sup> )	2,21	2,49
Capacidades operacionais (ha.h <sup>-1</sup> )	0,10	0,24
Capacidades operacionais (t.h <sup>-1</sup> )	1,04	1,45

Tabela 28. Valores dos desempenhos operacionais de enfardadoras de fardos retangulares e cilíndricos (HOWE & SREESANKON, 1990).

Desempenhos	Enfardadoras	
	Fardos Retangulares	Fardos Cilíndricos
Massas médias por fardos (kgf)	16,04	371,00
Massas específicas (kg.m <sup>-3</sup> )	99,6	146,9
Resíduos recolhidos (t.ha <sup>-1</sup> )	10,06	8,63
N <sup>os</sup> totais de fardos	123.905	7.360
Recolhimentos (%)	78	71

Furlani Neto (1995) avaliou o desempenho operacional de uma colhedora de cana-de-açúcar SANTAL AMAZON em cana crua e queimada, em duas variedades (SP 71-1406 e SP 71-6163) e suas interações com a qualidade da matéria-prima colhida, perdas de material industrializável no campo, determinações das massas e energia contida nos palhiço da pós-colheita. Concluiu entre outras coisas que na variedade SP 71-6163, os acréscimos de palhiço, propiciado pela cana crua foram bem superiores à SP 71-1406, o qual obteve os seguintes valores percentuais de acréscimos em relação à cana queimada: 67,01% na SP 71-1406 e de 137,27%, na outra variedade. Concluiu, também, que o potencial energético do palhiço sobre o terreno é uma função varietal, obtendo sempre maiores valores para a variedade SP 71-6163, independentemente do tipo de cana (crua ou queimada). Por fim, a queima do canavial promoveu uma perda energética de (39,2%) 23.143Mcal.ha<sup>-1</sup> para a variedade SP 71-1406 e de 67.341Mcal.ha<sup>-1</sup> para a variedade SP 71-6163 em poder calorífico superior.

De Leon (2000) estudou o desempenho operacional de duas colhedoras de cana-de-açúcar (modelo comercial “A” e um protótipo “B”) operando em cana crua. A variedade utilizada foi a RB 83-5089, no terceiro corte, com espaçamento entre fileiras de 1,40m. O solo foi classificado como Latossolo Roxo Argiloso, com declividade de 2,0%. As máquinas foram ensaiadas em quatro velocidades de deslocamento: 1,5; 3,0; 5,0 e 7,0km.h<sup>-1</sup>, com quatro repetições cada. A quantidade de matéria estranha total encontrada na matéria-prima não aumentou com a elevação da velocidade nas duas colhedoras analisadas. A

qualidade tecnológica da matéria-prima, não foi influenciada pelo aumento da velocidade de deslocamento das máquinas. Os resultados de desempenho operacional, para as quatro velocidades supra citadas, das duas colhedoras, para a variável capacidade efetiva bruta foram: colhedora “A” (26,44; 58,75; 93,11 e 141,26t.h<sup>-1</sup>, respectivamente) e colhedora “B” (30,64; 54,31; 102,08 e 131,93t.h<sup>-1</sup>, respectivamente). Conclui que ocorreu aumento nas Capacidades Efetiva Bruta, Líquida e Operacional para as duas máquinas, à medida que se elevou a velocidade de deslocamento. Porém não foram constatadas diferenças no desempenho entre as colhedoras “A” e “B”.

De acordo com Nery (2000) os resultados da avaliação dos desempenhos operacional e econômico de uma colhedora operando em cana crua oferecem subsídios que auxiliam a tomada de decisão na implantação de sistemas de colheita. Foram analisados aspectos operacionais e econômicos de uma colhedora sob condições de cana crua. A variedade utilizada foi a RB 83-5089, em terceiro corte, com espaçamento entre fileiras de 1,40m. A área de ensaio foi um canavial de porte ereto, massa total de 176,26t.ha<sup>-1</sup>, massa de colmos 145,39t.ha<sup>-1</sup>. A máquina foi ensaiada em quatro velocidades de deslocamento: 1,5; 3,0; 5,0 e 7,0km.h<sup>-1</sup>, com quatro repetições cada, totalizando 16 determinações. Os resultados do desempenho operacional, para as velocidades supra citadas, da variável Capacidade Efetiva Bruta foram 16,29; 36,29; 87,67 e 110,18t.h<sup>-1</sup>, respectivamente. Concluiu que os melhores desempenhos econômicos obtidos foram na segunda velocidade (3,0km.h<sup>-1</sup>) quando estimou as eficiências de campo de 65 e 75%, e nas velocidades 5,0 e 7,0km.h<sup>-1</sup>, nas quatro eficiências de campo estudadas.

Torrezan (2003) comenta que para avaliar operações de enleiramento e enfardamento prismático de palhico de cana-de-açúcar colhida mecanicamente, sem queima prévia, e suas eficiências energéticas, realizou três tratamentos de enleiramentos: simples, duplo e triplo. A área de estudos foi um canavial localizado na cidade Piracicaba, interior de São Paulo. O tratamento que apresentou melhores resultados foi o de enleiramento simples, com a maior capacidade efetiva média, de 83,06t.ha<sup>-1</sup>; a menor média de consumo de combustível, de 0,18L.t<sup>-1</sup> e eficiência energética positiva de 99,95%. As massas de terra no fardo aumentaram com enleiramentos sucessivos, e o tratamento de enleiramento triplo resultou em médias de terra nos fardo de 6,41%, contra 6,31% e 5,71% dos tratamentos de enleiramento duplo e simples, respectivamente. A operação de enfardamento do tratamento de

enleiramento triplo foi a que obteve melhores resultados, apresentando as capacidades efetivas médias de 20,29t.h<sup>-1</sup> e 1,45ha.h<sup>-1</sup> e o consumo de combustível por tonelada de palhiço enfardado em 1,37L.t<sup>-1</sup>. A alta eficiência energética total de 99,53% indica que seja tecnicamente viável o recolhimento do palhiço.

Bizuti (2003), também avaliando operações de enleiramento, porém com enfardamento cilíndrico de palhiço de cana-de-açúcar colhida mecanicamente, sem queima prévia, e suas eficiências energéticas comenta que realizou dois tratamentos de enleiramentos, simples e duplo em uma área de cana-de-açúcar localizada na cidade Piracicaba, interior de São Paulo. A constituição do palhiço existente, momentos antes do seu enleiramento, era: 69,93% de folhas verdes; 21,44% de ponteiros; 6,36% de matéria estranha e 2,27% de frações de colmos; tendo uma quantidade estimada de palhiço na área de 27t.ha<sup>-1</sup>. Foram analisadas 13 variáveis distintas, das quais 5 apresentaram diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade no Teste de Tukey. A comparação das médias de massa de fardos e de capacidades efetivas mostram diferenças significativas, ao nível de 5%, no mesmo Teste. Entre outras conclusões, o autor confirma as conclusões obtidas por Torrezan (2003).

Ripoli & Ripoli (2004) apresentam a Tabela 29 que trata de parâmetros para fins de certificação de colhedoras.

Tabela 29. Requisitos mínimos (a) ou valor máximo (b) relativos aos parâmetros de desempenho operacional de máquinas envolvidas nos subsistemas de colheita de cana-de-açúcar, para fins de certificação.

Parâmetros	Cana Queimada (%)	Cana Crua (%)
Eficácia de Manipulação (a)	96,0	94,0
Índice de Ponteiros (b)	1,0	2,0
Índice de Folhas e Palas (b)	1,0	3,0
Índice de Raízes (b)	0,5	0,5
Índice de Matéria Estranha Vegetal (b)	3,0	5,0
Índice de Material não Selecionado (b)	0,5	0,5
Índice de Matéria Estranha Mineral (b)	1,5	1,5
Índice de Matéria Estranha Total (b)	5,0	8,0
Frequência do Comprimento dos Rebolos (a)	95,0	95,0
Índice de Cisalhamento (b)	95,0	95,0
Capacidade Efetiva (a)	40t/ha	30t/ha

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Este capítulo<sup>6</sup> foi subdividido, em duas partes, uma para cada sistema de recolhimento de palhiço de cana-de-açúcar.

#### **3.1. Material**

##### **3.1.1. Sistema de colheita integral de cana-de-açúcar**

A área de estudo foi um canavial sem queima prévia, colhido por sistema mecanizado, com declividade de 3% e face de exposição Norte, localizado em Piracicaba, Estado de São Paulo, sendo a localização geográfica, Latitude 22°46'S e Longitude 47°23'W e altitude 600m. A variedade de cana-de-açúcar existente nesta área era a SP 80-1816, em seu quarto corte, com 11 meses de idade. O espaçamento de plantio foi de 1,40m em um Latossolo Vermelho Amarelo.

Foram utilizadas as seguintes máquinas para a aplicação da metodologia proposta: uma colhedora CAMECO CH2500B, motor CAT3306 de 325HP; uma colhedora CASE 7700, ambas de rodado de esteiras, com motor CUMMINS M11 de 330HP; guincho hidráulico montado sobre trator; unidade de transbordo de cana SANTAL de capacidade para 8t líquidas com rodados em tandem e pneus de alta flutuação; unidades de transporte, cavalo mecânico com um semi-reboque e um reboque canavieiro, da marca SCANIA (capacidade unitária líquida do conjunto de 50t); caminhão oficina e caminhão tanque.

Os equipamentos de mensuração foram os seguintes: dosador de combustível de aço inox com bureta graduada com capacidade de leitura de 1ml, construído

---

<sup>6</sup>A citação de marcas e modelos comerciais não implica em recomendação do autor a sua utilização.

exclusivamente para este estudo; quatro balanças móveis (com célula de carga), da marca YESTR, modelo 3402 (capacidade de leitura unitária de 4,5t e 2kg de fundo de escala) e display digital YESTR, além dos que serão citados no item 3.1.3.

### **3.1.2. Sistema de enfardamento de palhiço de cana-de-açúcar**

A área de estudo foi um canavial sem queima prévia, colhido por sistema mecanizado, com declividade de 6% e face de exposição Norte, localizado em Piracicaba, Estado de São Paulo e sua localização geográfica é: Latitude 22°40'30"S e Longitude 47°36'38"W e altitude 580m. A variedade de cana-de-açúcar que forneceu o palhiço existente nesta área era a SP 80-1842, em seu quinto corte, com 12 meses de idade. O espaçamento de plantio e o tipo de solo foram os mesmos que o sistema anterior.

Foram utilizadas as seguintes máquinas para a aplicação da metodologia proposta: enfardadora marca AGROFORN, modelo AF120 (de fardos cilíndricos), com mecanismo de enfardamento por cilindros metálicos e câmara fixa; uma enfardadora marca STABRA (de fardos cilíndricos), com mecanismo de enfardamento por correias de polietileno e câmara variável; ancinho enleirador DMB, com 50% das suas hastes; ancinho enleirador AGROFORN; ancinho enleirador STABRA; trator VALMET 4x4; guincho montado sobre trator; Unidades de transporte (6x4), de cubagem teórica de 55,3m<sup>3</sup>; caminhão oficina; caminhão de abastecimento.

### **3.1.3. Material utilizado em ambos os sistemas estudados**

Os equipamentos de mensuração foram os seguintes: dois cronômetros digitais CASIO e SPALDING (com capacidade de leitura, 0,1s); célula de carga KIOWA, (capacidade máxima de leitura de 1t e fundo de escala 0,1kg); display digital MICRO-P; trena de fibra de vidro, de 50 m (capacidade de leitura de 0,1cm) e; compasso de madeira (capacidade de leitura de 2m).

Os equipamentos de laboratório foram: balança analítica METLER (capacidade de leitura de 4,9kg e fundo de escala de 0,001g); estufa TECNAL; bateria de peneiras de malhas padrão, mufla e cadinhos.

Outros utensílios utilizados: quadrado de ferro de 1m de lado, triângulo retângulo de ferro com catetos de 1m; tripé de ferro para suporte da célula de carga; ganchos de ferro, cordas, sacos plásticos transparentes, sacos de açúcar (50kg), fita crepe, latas de alumínio com tampas, nível de bolha, facões, estacas de madeira, correntes de ferro, macaco hidráulico, tocos de madeira, encerado de lona.

## **3.2.Métodos**

### **3.2.1. Sistema de colheita integral**

#### **3.2.1.1. Biometria do canavial**

As metodologias adotadas para tais determinações foram às propostas por Balastreire & Ripoli (1975) e por Ripoli (1996) caracterizadas pela determinação das seguintes variáveis:

- Espaçamento de plantio: 1,40m
- Declividade do terreno (fornecido pela Usina): 3%;
- Face de exposição (por bússola magnética): Norte;
- Tipo de solo (fornecido pela usina): latossolo vermelho amarelo;
- Granulometria e umidade do solo (5 amostras de solo no perfil 0 a 5cm), determinação laboratorial segundo método proposto por Bouyoucos (1932);
- Número de colmos industrializáveis por metro linear de fileira de plantio (20 repetições de 10m lineares);
- Massa de colmos industrializáveis por metro linear de fileira de plantio (20 repetições de 10m lineares);

- Massa de folhas verdes por metro linear de fileira de plantio (20 repetições de 10m lineares);
- Massa de palhas por metro linear de fileira de plantio (20 repetições de 10m lineares);
- Massa de ponteiros por metro linear de fileira de plantio (20 repetições de 10m lineares);
- Porte do canavial (20 repetições aplicando-se o triângulo retângulo).

### **3.2.1.2. Colheita da matéria-prima**

Adotou-se a metodologia proposta por Ripoli (1996) que preconiza a determinação das seguintes variáveis genéricas: Capacidades Efetivas ( $t.h^{-1}$ ); Eficácia de Manipulação (%), Qualidade da Matéria-Prima Colhida (Índices de matéria estranha vegetal e mineral). Foram considerados quatro tratamentos:

- T1 (colhedora CAMECO operando regularmente com extratores a 1.300rpm);
- T2 (colhedora CAMECO operando apenas com o despontador, mantendo-se desligados os extratores primário e secundário);
- T3 (colhedora CASE, operando regularmente, com extratores a 1.300rpm);
- T4 (colhedora CASE operando apenas com o despontador funcionando, mantendo-se desligados os extratores primário e secundário).

Foram realizadas oito repetições para cada tratamento. Nos tratamentos T1 e T3 o comprimento de cada repetição foi de 200m de fileira de plantio enquanto que nos tratamentos T2 e T4, o comprimento foi de 160m. A razão destas diferenças de comprimentos foi devida à adequação do volume colhido e depositado no transbordo, para facilitar a coleta de amostras.

Neste estudo considerou-se a variável “ponteiros” como sendo a parte apical do colmo industrializável de cana-de-açúcar, constituindo-se de internódios em formação recobertos pelas bainhas das folhas.

### 3.2.1.3. Determinações de perdas de colheita

Em cada uma das oito repetições acima descritas foram tomadas seis subamostras, casualizadas, de 3m (na fileira de plantio) x 7m (transversalmente à mesma fileira de plantio), perfazendo-se uma área de 21m<sup>2</sup> (Figuras 1, 2 e 3). Para que a subamostra apresentasse uma representatividade adequada utilizou-se de uma área que fosse submúltiplo de um hectare, em função do espaçamento de plantio. Neste caso, como o espaçamento da área de ensaios foi de 1,4m, o submúltiplo adotado foi o que envolveu cinco fileiras de plantio. Em cada área, que havia sido previamente limpa de material vegetal em sua superfície, após a ação de colheita, em cada fileira da cultura, recolheu-se e ensacou-se todo o material sobre ela existente (rebolos industrializáveis, frações de rebolos industrializáveis, tocos, folhas, palhas, ponteiros), ou seja, o material que não foi colhido e carregado na unidade de transbordo. A seguir, sobre lona plástica estes constituintes de material remanescente sobre o terreno, foram separados e obtidas suas massas, individualmente (Figura 4).

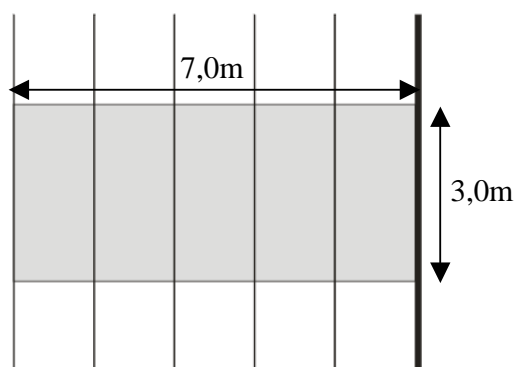


Figura 1 – Esquemática do critério de amostragem, adotado na área de ensaios, para a determinação de perdas de matéria-prima.

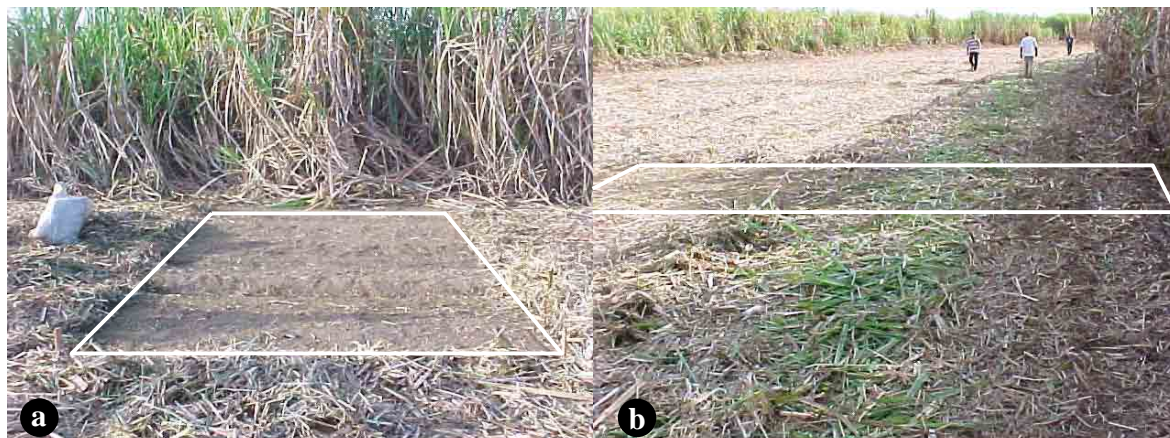


Figura 2 – Área sub-amostrai para determinação de perdas de matéria-prima: antes da colheita de dada repetição (a) e após a colheita (b).



Figura 3 – Colheita mecanizada da matéria-prima (a, b) e posterior recolhimento das perdas nas áreas amostrais (c, d).



Figura 4 – Pesagem após a separação dos constituintes das perdas de matéria-prima (rebolos e frações de colmos) que permaneceram no terreno após a colheita (a) e pesagem dos colmos industrializáveis e/ou suas frações não colhidas (b).

#### 3.2.1.4. Capacidades efetivas e consumos de combustível

Segundo a metodologia adotada, preconizada por Ripoli (1996), são duas as Capacidades Efetivas determináveis: Bruta (Equação 5) e Líquida (Equação 6).

$$CEb = \frac{M}{t} \quad (5)$$

Sendo:

CEb = Capacidade efetiva bruta ( $t \cdot h^{-1}$ );

M = Massa de matéria-prima colhida referente ao percurso efetivo realizado (t);

t = Tempo efetivo consumido para realizar o percurso (h).

$$CEl = CEb \cdot EM \quad (6)$$

Sendo:

CEI ( $t \cdot h^{-1}$ ) = Capacidade efetiva líquida;

EM (%) = Eficácia de manipulação (perdas de colheita).

Neste estudo, subdividiu-se cada uma dessas Capacidades Efetivas em dois subgrupos, sendo um deles considerado todo o material colhido e outro, apenas, o rebolo e/ou suas frações colhidos, obtendo-se, então as seguintes Capacidades Efetivas:

- $CEb_{mp}$  = Capacidade Efetiva Bruta de matéria-prima colhida;
- $CEb_c$  = Capacidade Efetiva Bruta de rebolos e/ou suas frações colhidas;
- $CEl_{mp}$  = Capacidade Efetiva Líquida de matéria-prima colhida;
- $CEl_c$  = Capacidade Efetiva Líquida de rebolos e/ou suas frações colhidas

A Eficácia de Manipulação (EM) é, em valores percentuais, a diferença entre o valor 100 e o percentual obtido nas perdas de colheita e é fornecida pela Equação 7.

$$EM = \left[ 1 - \left( \frac{Pc}{TC} \right) \right] \cdot 100 \quad (7)$$

Sendo:

EM = Eficácia de manipulação (%);

$Pc$  = Perdas de rebolos industrializáveis e/ou suas frações (t);

$TC$  = Quantidade de colmos industrializáveis existentes na fileira de plantio (t).

A Eficácia de Manipulação qualifica a operação de colheita. Quanto maior ela for, indica melhor comportamento qualitativo da colhedora. Em termos práticos, reflete a quantidade de perdas que permaneceu no campo após a passagem da colhedora. Associando-se um valor obtido de Eficácia de Manipulação com a produtividade física da cultura, obtém-se a massa de rebolos industrializáveis e/ou suas frações não colhidas, por unidade de área.

O consumo de combustível efetivamente ocorrido foi obtido por meio de um dosador de combustível construído (tanque de inox com uma bureta graduada externa, fixada externamente) e ligado, por mangueira, no bocal do tanque de abastecimento das colhedora, conforme mostrado na Figura 5.

Estando a colhedora posicionada no início da fileira a ser colhida (início de uma repetição), realizou-se seu nivelamento horizontal, no sentido longitudinal da colhedora, por meio um nível de bolha (Figura 5d) acionando-se os cilindros hidráulicos da colhedora que permitem tal ação. Imediatamente antes do início do percurso, previamente determinado, era marcado com um pincel atômico, o nível de óleo diesel acusado na bureta. Após a colhedora percorrer o percurso pré-estabelecido de 200m lineares (tratamentos T1 e T3) ou de 160m lineares (tratamentos T2 e T4) ao longo de uma dada repetição, a colhedora estacionou, porém seus sistemas de limpeza e condução interna do material colhido, permaneceram funcionando até a eliminação total do material colhido. Os tempos decorridos no percurso da repetição e para o esvaziamento completo da colhedora, foram anotados, separadamente.

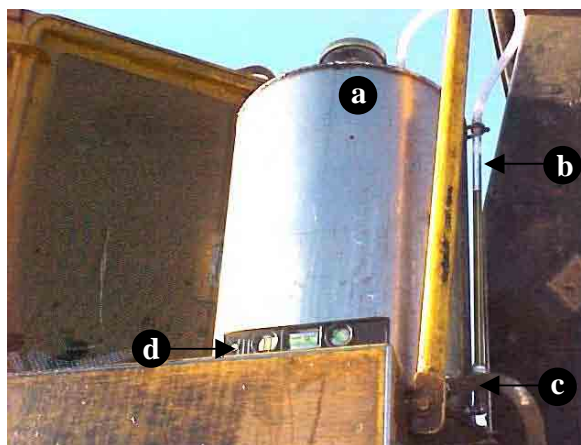


Figura 5 – Tanque suplementar de combustível (a), bureta graduada (b), mangote fixado no bocal do tanque da colhedora (c) e nível de bolha (d).

Terminada uma dada repetição, o transbordo deslocava-se para um carreador nivelado, sendo posicionado sobre as quatro balanças, para tomada de sua massa bruta, sem, até o momento, levar-se em consideração a transferência de massa ocorrida por ele

estar acoplado à barra de tração da fonte de potência. Todas as determinações de massa obtidas ocorreram sobre um mesmo local, no carreador e, antes de cada determinação, o material colhido dentro da carreta era nivelado manualmente (Figura 6a). Este procedimento visou diminuir, ao máximo, possível, a variação relativa da transferência de massa da unidade para o trator que a tracionava. Em todo o estudo, utilizou-se sempre do mesmo transbordo tracionado pelo mesmo trator.

Para se obter a massa bruta real do transbordo, ou seja, eliminando-se a transferência de massa ocorrida enquanto este se achava acoplado ao trator, utilizou-se de um guincho hidráulico para separar o primeiro do segundo (Figura 6b) e de pedaços de madeira, estes colocados entre os balancins das rodas de apoio e a estrutura da carroçaria do transbordo a fim de tornar a unidade estável, enquanto desacoplada (Figura 6c). Mesmo procedimento ocorreu para a determinação da tara da unidade.

Posteriormente, determinou-se o valor correspondente, em percentagem, à transferência de massa, chegando-se a massa líquida colhida (Figura 6d), por repetição, conforme a Equação 8.

$$ML = [(MB - TT) \cdot 1,106] - 7120 \quad (8)$$

Sendo:

ML = Massa líquida de matéria-prima colhida (kg);

MB = Massa bruta do transbordo com matéria-prima e sem descontar-se a transferência de massa (kg);

TT = Tara dos dois tambores metálicos de amostragem, contidos dentro do transbordo, junto com matéria-prima colhida (kg);

1,10556 = Correspondente a 10,6% (média de 08 determinações de transferência de massa ao trator);

7.120 = Tara do transbordo (kg).



Figura 6 – Nivelamento da carga antes da pesagem do transbordo (a); desacoplamento do transbordo da barra de tração do trator, por guincho hidráulico (b); pedaços de madeira para manter estável a unidade desacoplada (c) e balanças, uma sob cada roda, com “display” de leitura (d).

### 3.2.1.5. Determinações referentes à qualidade da matéria-prima colhida

Antes do início de cada repetição o transbordo foi limpo e recebeu dois tambores de metal, posicionados no piso do transbordo (Figura 7a), mais à direita em relação ao eixo longitudinal e equidistante do eixo transversal da mesma. Terminada cada repetição o transbordo deslocava-se para o local pré-determinado, no carreador nivelado, para obtenção da

carga bruta. A seguir, utilizando-se do guincho hidráulico, retirou-se os dois tambores (Figura 7a) da unidade de transbordo.

O conteúdo de um dos tambores foi colocado sobre um encerado (Figura 7d), no qual foram realizadas as separações dos constituintes da matéria-prima colhida e carregada, nas seguintes frações: rebolos, rebolos danificados (esmagados, fracionados longitudinalmente, etc), ponteiros, folhas verdes, palhas, raízes, tomando-se, posteriormente à massa líquida da amostra e de cada constituinte, para se obter, percentualmente, seus valores.



Figura 7 – Tambores posicionados dentro da unidade de transbordo no início de cada repetição (a); tambores cobertos pela matéria-prima colhida (b); retirada dos tambores, após a realização de repetição (c) e início da separação das frações contidas no tambor de amostragem sobre o encerado (d).

A matéria-prima colhida que estava depositada dentro do segundo tambor, foi ensacada e levada até o laboratório de PCTS (Pagamento de cana pelo teor de sacarose) da Usina Costa Pinto, onde passou por análises tecnológicas e determinação de porcentagem de material mineral (terra) contido. A Figura 8 ilustra alguns destes constituintes obtidos nos tambores.

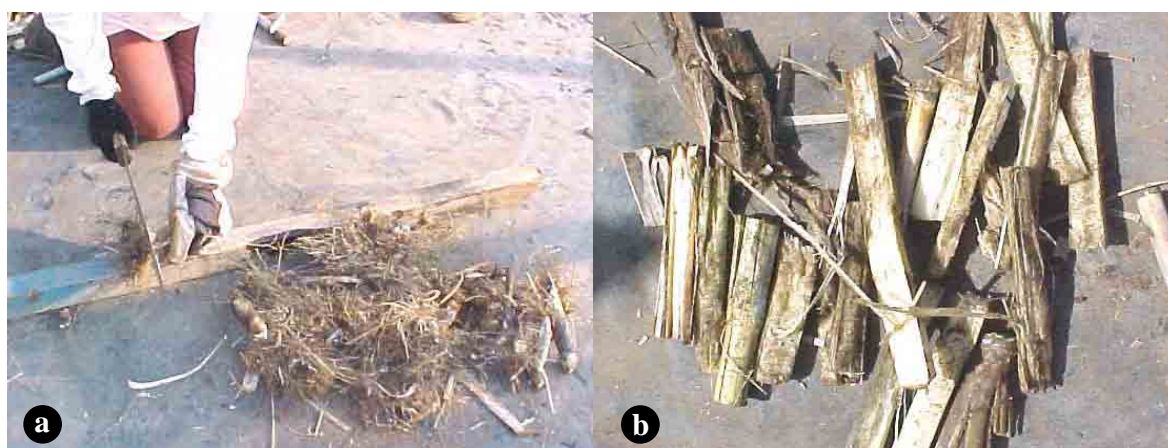


Figura 8 – Fase de separação e determinação de matéria estranha vegetal e condições dos rebolos encontradas no tambor. Em destaque, a separação das frações de colmos agregadas às raízes (a) e dos rebolos esmagados (b).

#### **3.2.1.6. Tamanhos e características de cisalhamento dos rebolos**

Dos rebolos oriundos da massa amostrada, por um dos tambores, foram tomados, casualizadamente, cinquenta deles, por repetição. Nos tratamentos T1, T2 e T3, todas as oito repetições foram amostradas, enquanto que no tratamento T4 foram amostradas apenas sete delas, devido à chuva. Unitariamente tomou-se cada comprimento (Figura 9), e verificou-se a condição de suas extremidades, caracterizando-as em três situações: ambas com cisalhamento perfeito; apenas um lado cizalhado perfeitamente e ambos os lados com cisalhamento imperfeito (trincado, rachado).

Posteriormente, determinou-se a frequência dos comprimentos dos rebolos e os percentuais das condições de cisalhamento.



Figura 9 – Separação de uma das repetições (tambores) para determinação da qualidade da matéria-prima colhida (a), sendo dividida em rebolos (t); raízes (r); ponteiros (p); rebolos esmagados (te); folhas verdes (f); palha (pa). Medição dos comprimentos dos rebolos colhidos e provenientes de um dos tambores (b).

### 3.2.1.7. Massa específica, carga transportada e umidade da matéria-estranha vegetal

Durante o ensaio utilizou-se de um mesmo transporte, tipo “Rodotrem” que recebeu, separadamente, o produto colhido de cada tratamento. Foram obtidas suas dimensões (Figura 10), para a determinação do volume teórico de carga e a massa líquida transportada, na balança de plataforma da usina. Determinou-se a massa específica de carga.

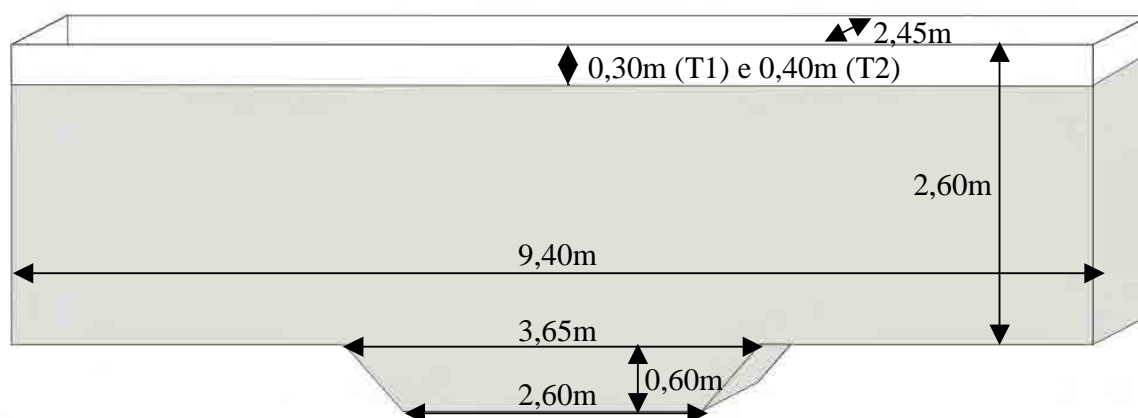


Figura 10 – Esquema e dimensões da unidade de transporte da matéria-prima com volume teórico de  $64,47\text{m}^3$ .

Nos tratamentos T2 (colhedora CAMECO, com sistema de limpeza desligado) e T4 (colhedora CASE, com sistema de limpeza desligado) e, em decorrência da separação do conteúdo de um dos tambores, para amostragem de qualidade de matéria-prima, tomou-se oito sub-amostras, por tratamento, das frações “folhas verdes” e “palhas”, as quais foram embaladas, hermeticamente, em sacos plásticos.

Tais sub-amostras tiveram determinadas, em laboratório do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ, suas percentagens de umidade, em estufa, por 72 horas, na temperatura entre  $65$  a  $70^\circ\text{C}$ .

Para a determinação ponderal do grau de umidade do palhiço contido na carga, levou-se em conta, além das diferentes massas, em kg, de cada constituinte do palhiço (ponteiros, folhas verdes e palhas), que representaram diferentes percentuais do peso total do material colhido, por tratamento, foi ponderado o grau de umidade de cada um desses mesmos constituintes.

Assim, tomou-se o somatório dos percentuais referentes ao palhiço contido na matéria-prima, dando-lhes valor 100. A seguir, determinou-se a percentagem de cada um deles, sobre esse valor 100 que representa a percentagem de palhiço contido na carga.

Em seguida, multiplicou-se cada percentual obtido pela umidade correspondente a cada constituinte, a fim de se chegar ao percentual ponderal de umidade no palhiço como um todo, como mostrado na Equação 9.

$$U_{tp} = \frac{(P_o \cdot U_{P_o}) + (F_v \cdot U_{F_v}) + (P_a \cdot U_{P_a})}{P_o + F_v + P_a} \quad (9)$$

Sendo:

$U_{tp}$  = Umidade ponderal do palhiço contido na matéria-prima colhida (%);

$P_o$  = Massa dos ponteiros (kg);

$U_{P_o}$  = Umidade dos ponteiros (%);

$F_v$  = Massa das folhas verdes (kg);

$U_{F_v}$  = Umidade das folhas verdes (%);

$P_a$  = Massa das palhas (kg);

$U_{P_a}$  = Umidade dos palhas (%).

### 3.2.1.8. Umidade e granulometria do solo

Na área correspondente à colhedora CASE foram tomadas seis amostras e, em cada uma delas determinou-se tanto a umidade como a granulometria. Na área correspondente à colhedora CAMECO foram tomadas oito amostras, nas quais determinou-se, individualmente a umidade. A seguir, destas amostras obteve-se uma composta, para se determinar a granulometria. Em ambos os casos, o perfil do solo amostrado foi de 0 a 5cm e o solo coletado foi hermeticamente acondicionado em latas de alumínio. Os valores médios obtidos foram considerados como a condição do solo no período de duração dos ensaios de campo.

Tais amostras tiveram determinadas suas percentagens de umidade, em estufa, por 48 horas, na temperatura entre 105 a 110°C, em laboratório do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ. Uma amostra composta resultante destas amostras iniciais foi preparada para obtenção da granulometria do solo.

Utilizou-se o método Steel & Bradfield (1934), que visa à obtenção da fração argila. A fração areia foi obtida a partir do peneiramento úmido (Peneira 270 – diâmetro de 0,053 mm), seguida de fracionamento por peneiramento a seco.

### 3.2.1.9. Desempenho econômico do sistema

Determinou-se o desempenho econômico de cada colhedora estudada, sob as duas condições de operação. Considerou-se, para a análise dos custos de colheita e transporte, os valores obtidos conforme metodologia padrão adotada pelo Grupo COSAN que contemplou as seguintes variáveis envolvidas:

- Custos fixos: Remuneração do capital investido (15% a.a.); Depreciação (de acordo com vida útil de cada colhedora); Seguro; Taxa de abrigo; Licenciamentos; Salários e encargos sociais de operador/motorista e Administração da atividade (escritório).
- Custos variáveis: peças de reposição; consumos de combustível, lubrificante, óleo hidráulico, graxa, pneus e câmeras de ar; mão-de-obra de manutenção e serviços de apoio (transporte de operadores/colhedoras/implementos, veículos tanque, caminhão oficina).

Para as determinações de custo das operações de transbordo e transporte da matéria-prima colhida, nos tratamentos T2 e T4, ou seja, com os extratores desligados, levou-se em conta, ainda, a massa específica obtida no transporte.

### 3.2.1.10. Eficiência energética do sistema

Em cada tratamento estudado, determinou-se a sua Eficiência Energética, ou seja, qual foi à relação entre a energia consumida, na forma de combustível, nas diversas operações mecanizadas e de transporte, e a energia disponibilizada, na forma de palhico, colocado na usina. Foi utilizada a Equação 10.

$$ELD = \left[ 1 - \left( \frac{ECC}{ECP} \right) \right] \cdot 100 \quad (10)$$

Sendo:

ELD = Energia líquida disponível, em percentagem (%);

ECC = Energia consumida, na forma de óleo diesel ( $\text{kcal.kg}^{-1}$ );

ECP = Energia existente no palhico ( $\text{kcal.kg}^{-1}$ ).

Para cada uma das operações realizadas, em cada um dos dois sistemas estudados a determinação do balanço energético ocorrido, obedeceu ao seguinte método:

Segundo Ripoli (1991) os poderes caloríficos superiores médios encontrados dos constituintes do palhiço de cana-de-açúcar, são:

Tabela 30. Poderes caloríficos superiores e médios para os constituintes do palhiço de cana-de-açúcar (RIPOLI, 1991).

Frações do palhiço	PCS (Mcal.t <sup>-1</sup> )	PCS Médios (Mcal.t <sup>-1</sup> )
Ponteiros	4.048,9 a 4.572,1	4.350,9
Folhas verdes	4.261,6 a 4.799,9	4.412,1
Palhas	4.752,4 a 4.067,6	4.419,8
Rebolos industrializáveis	3.639,0 a 4.638,9	4.167,9
Palhiço	4.419,8	-

PCS = Poderes caloríficos superiores.

Esta unidade de poder calorífico é determinada, para biomassa, com base em seu peso seco, por meio de procedimento laboratorial. Por sua vez, os poderes caloríficos Inferior (PCI) e Útil (PCU), são obtidos, partindo-se do valor do PCS, aplicado às Equações 1 e 2, desenvolvidas por Doat (1977), já mostradas no item “Revisão Bibliográfica” e que levam em conta o grau de umidade desta biomassa e de seu teor de hidrogênio. Os componentes destas duas equações já foram descritos. Em termos práticos, o que interessa, para a utilização de determinada biomassa, para fins energéticos, é o PCU, ou seja, o poder calorífico da biomassa com seu grau de umidade atual, no momento de sua utilização.

Para este estudo, adotaram-se os valores médios de PCS apresentados na Tabela 29. Para poder calorífico inferior (PCI) de palhiço o valor ponderado de 4.019,8kcal.kg<sup>-1</sup> e 6,28% para o teor de hidrogênio elementar contido no material.

### 3.2.1.11. Análises estatísticas

O modelo estatístico adotado para o tratamento foi o de parcelas subdivididas (*split-plot*), utilizando-se do programa SAS com aplicação do Teste de Tukey, nos níveis de 1% e 5%.

As co-variáveis de desempenho derivadas dos dados originais de campo obtidas e que passaram por análise estatística foram:

- CCPSP (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de colheita de palhiço, sem ponteiro;
- CUCC (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de colheita de rebolos industrializáveis;
- CCCP (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de colheita de rebolos industrializáveis e de ponteiros;
- CTPA (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de colheita de palhiço;
- CCTE (R\$.t-1) = Custo da colheita de terra contida na matéria-prima;
- CCD (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de transbordo de rebolos industrializáveis;
- CCPD (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de transbordo de rebolos industrializáveis e ponteiros;
- CPD (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de transbordo de palhiço;
- CPDSP (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de transbordo de palhiço sem ponteiro;
- CDT (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de transbordo de terra contida na matéria-prima;
- CCT (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de transporte dos rebolos industrializáveis;
- CTCP (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de transporte de rebolos industrializáveis e de ponteiros;
- CPT (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de transporte do palhiço;
- CPTSP (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de transporte de palhiço sem ponteiro;
- CTT (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de transporte de terra contida na matéria-prima colhida;
- CCPU (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de rebolos industrializáveis postos na usina;
- CCPPU (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de rebolos industrializáveis e ponteiros, postos na usina;
- CPPU (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo do palhiço posto na usina;
- CPSPPU (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo do palhiço, sem ponteiro, posto na usina;
- CTPU (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de terra contida na matéria-prima colhida, posto na usina;
- CMPU (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo da matéria-prima posta na usina;

- BETS (%) = Balanço energético do sistema (energia líquida posta na usina);
- CEPU (R\$.EBP<sup>-1</sup>) = Custo da energia, na forma de palhiço, posta na usina;
- ETCU (EBP.t<sup>-1</sup>) = Consumo total de energia, pelo sistema;
- ECP (EBP.t<sup>-1</sup>) = Quantidade de energia contida no palhiço, da matéria-prima;
- ECPSP (EBP.t<sup>-1</sup>) = Energia contida no palhiço, sem ponteiro;
- CEPUSP (R\$.EBP<sup>-1</sup>) = Custo da energia contida no palhiço, sem ponteiro, posta na usina.

### **3.2.2. Sistema de enfardamento**

#### **3.2.2.1. Tratamentos efetuados**

Foram estudados três ancinhos e duas enfardadoras, totalizando quatro tratamentos inteiramente casualizados, a saber:

- T1E1 = Enfardadora AGROFORN (T1) com ancinho DMB (E1), (Figuras 11 e 12);
- T1E2 = Enfardadora AGROFORN (T1) com ancinho AGROFRON (E2), (Figuras 11 e 13);
- T2E1 = Enfardadora STABRA (T2) com ancinho DMB (E1), (Figuras e 12 e 14);
- T2E3 = Enfardadora STABRA (T2) com ancinho STABRA (E3) , (Figuras 12 e 14).

Para cada tratamento, foram tomadas seis repetições, sendo cada uma delas correspondente à confecção de seis fardos, totalizando 36 fardos, por tratamento e, portanto, 144 fardos em todo o estudo.

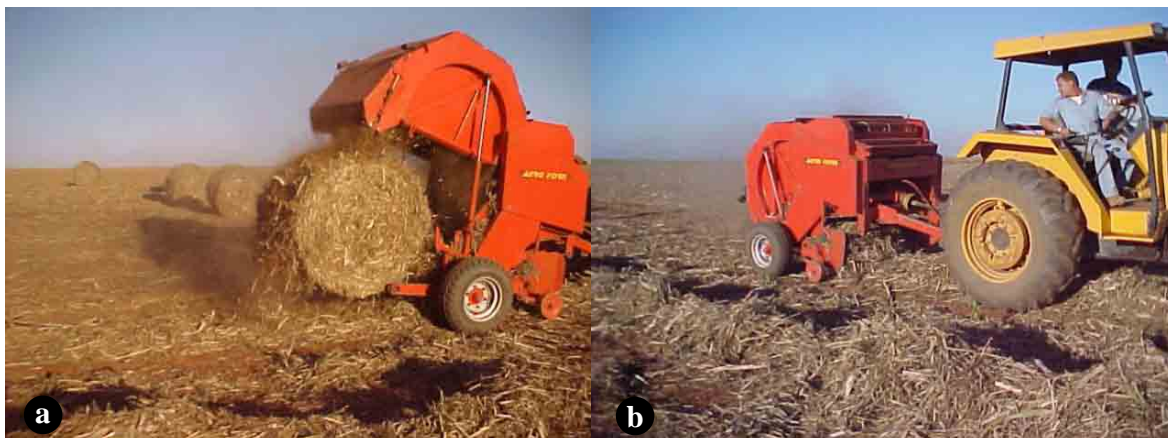


Figura 11 – Enfardadora AGROFORN (a) e palhiço enleirado sendo enfardado (b).



Figura 12 – Ancinhos DMB e (a) e STABRA (b).



Figura 13 –Ancinho AGROFORN em operação (a) e em detalhe (b).

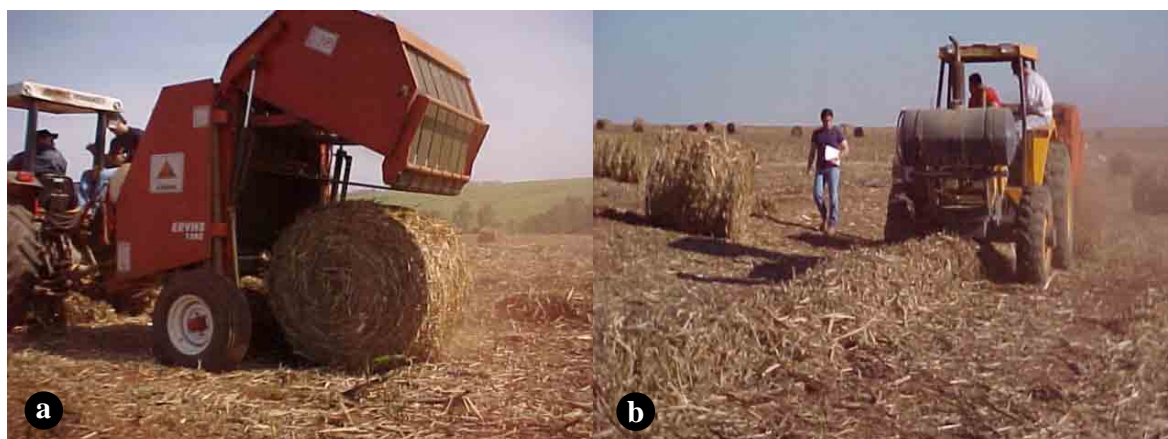


Figura 14 – Enfardadora STABRA liberando fardo (a) e o palhiço enleirado sendo enfardado (b).

### **3.2.2.2. Determinações de massa e umidade do palhiço, terra agregada e de algumas características do solo**

Utilizando-se de metodologia padrão, antes do início das operações de enleiramento e recolhimento foram coletados em sacos plásticos, casualizadamente, seis amostras compostas do palhiço “in natura”, das quais determinou-se a umidade e quantidade de terra. Foram tomadas, ainda, cinco amostras de solo, no perfil de 0 a 5cm, as quais passaram por análise do teor de água e granulométrica. Tais amostragens tiveram por objetivo conhecer as condições originais da área de estudo, sobre as quais as máquinas operaram.

### **3.2.2.3. Determinações das massas de palhiço não manipuladas (perdas) pelas operações**

Para cada área correspondente a uma repetição de recolhimento (duas leiras), foram tomadas oito amostras de palhiço remanescente, sobre a área coberta pelo ancinho, porém, fora da leira produzida (Figura 15) e antes da operação de enfardamento. Após esta operação, tomaram-se outras oito amostras, casualizadamente, do palhiço

remanescente, que não for enfardado. Todas as amostras foram pesadas individualmente (Figura 16) e a seguir, descartadas. Cada amostra correspondeu a área de um quadrado de ferro (1m de lado). As dezesseis amostras de material não enleirado e não enfardado, por leira de palhiço, foram pesadas (Figura 16) para estimata em massa ( $t.ha^{-1}$ ) de palhiço não manipulado.

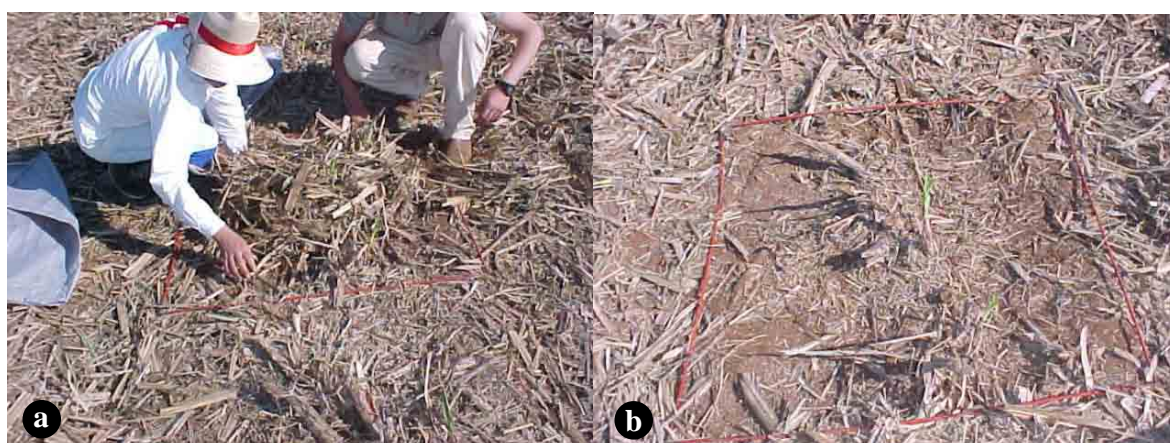


Figura 15 – Coleta de amostra de perdas do enleiramento e/ou de enfardamento (a) e área amostral após a coleta (b).

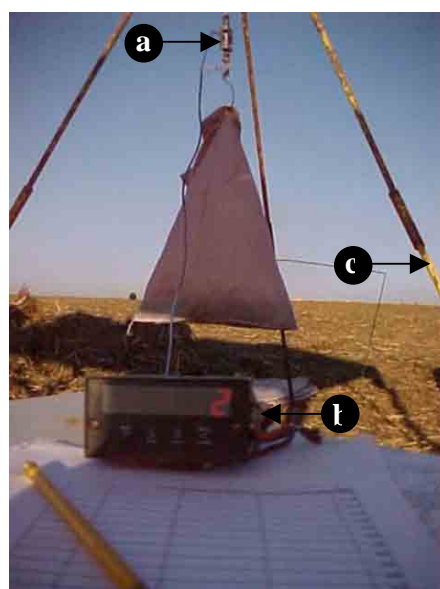


Figura 16 – Pesagem da amostra coletada de perdas do enleiramento e/ou do enfardamento com o uso de uma célula de carga (a), um display digital (b) e tripé para sustentação (c).

#### 3.2.2.4. Determinações de tempos e movimentos

Em cada repetição, de um total de 24 (quatro tratamentos e seis repetições por tratamento), foram efetuadas as seguintes amostragens e determinações:

- Distância percorrida sobre a leira e correspondente a confecção de cada fardo (Figura 17);
- Três determinações de tempos, por fardo: para recolher determinada quantidade de palhicho, para a amarração (pela enfardadora) do fardo resultante e soltá-lo sobre o terreno e para manobra de cabeceira.



Figura 17 – Cronometria e determinação das distâncias entre os fardos e comprimento de leiras, utilizando um “compasso” de madeira.

#### 3.2.2.5. Determinações das massas e das massas específicas dos fardos

Para estas variáveis, de todos os fardos foram obtidos os seus pesos, a partir dos quais obtiveram-se suas massas (Figura 18) e, em cada tratamento, casualizadamente, foram tomadas as larguras e os diâmetros de 10 fardos, para posterior obtenção das suas massas específicas.



Figura 18 – Pesagem individual de cada fardo. Detalhe da célula de carga (a) montadas em uma carregadora de cana adaptada em guincho e "display" digital (b).

### 3.2.2.6. Determinação de consumo de combustível

O consumo de combustível, em litros, foi obtido por tratamento efetuado (Figura 19). Nas operações de enleiramento, pelo número de leiras efetuadas e nas operações de enfardamento, ao completar-se cada 36 fardos. Dividindo-se esse consumo pelo número de fardos confeccionados, será obtido o consumo de combustível, por fardo.



Figura 19 – Determinação do consumo de combustível, por tratamento (nível de bolha (a) e bureta graduada (b)).

### **3.2.2.7. Determinações de umidade e terra no material enfardado**

Por sua vez, como últimas atividades de campo, casualizadamente, foram carregadas em caminhões de carga seca, seis fardos de cada um dos quatro tratamentos, os quais foram transportados para o laboratório de PCTS da Usina, onde foram, individualmente, amostrados pela sonda, para obtenção da umidade e da quantidade de terra neles contidos. Foram determinadas as cubagens e as massas específicas da carga transportada, medindo-se como uma trena as dimensões da carroceria do caminhão para se saber o volume que poderia ser transportado e, posteriormente, mediu-se o quanto faltava para completar esta carga. A Figura 20 mostra o aspecto da área de estudo deste sistema.



Figura 20 –Área de estudos.

### **3.2.2.8. Eficiência energética do sistema**

Em cada tratamento estudado, determinou-se a sua Eficiência Energética, ou seja, qual foi a razão entre a energia consumida, na forma de combustível, nas diversas operações mecanizadas e de transporte, e a energia disponibilizada, na forma de palhico, colocado na usina.

O método adotado para esta variável foi o mesmo descrito no tópico 3.2.1.10.

De posse dos resultados de PCU, apresentados na Tabela 30 (Ripoli, 1991) e assumindo-se o valor sugerido por Mialhe (1980) de  $8.883\text{kcal.L}^{-1}$  de energia contida no óleo diesel, foram obtidas, entre outras, as seguintes energias líquidas e respectivas eficiências energéticas:

- EDP ( $\text{EBP.t}^{-1}$ ) = Energia disponível no palhiço;
- ECEN ( $\text{EBP.t}^{-1}$ ) = Energia consumida, na forma de combustível, na operação de enleiramento;
- ECF ( $\text{EBP.t}^{-1}$ ) = Energia consumida, na forma de combustível, na operação de enfardamento;
- ECTP ( $\text{EBP.t}^{-1}$ ) = Energia consumida, na forma de combustível, no transporte do palhiço enfardado;
- ECDF ( $\text{EBP.t}^{-1}$ ) = Energia consumida, na forma de combustível, no descarregamento do palhiço enfardado;
- ECTS ( $\text{EBP.t}^{-1}$ ) = Energia total consumida, na forma de combustível, no sistema;
- BETS (%) = Eficiência energética do sistema.

Os resultados finais das eficiências energéticas são apresentados em equivalentes barril de petróleo (EBP), a fim de melhor permitir o entendimento da ordem de grandeza. Para tanto, utilizou-se dos valores abaixo, encontrados por Hodman et al. (1955).

- Poder calorífico médio do petróleo americano =  $10.800\text{cal.g}^{-1}$ ;
- Massa específica média do petróleo americano =  $0,86\text{kg.L}^{-1} = 1,163\text{L.kg}^{-1}$ ;
- Volume de um barril americano =  $119,24\text{L}$ .

Portanto, a energia (E) contida, em Mcal, em um barril de petróleo com as características acima citadas é:

$$E(\text{Mcal.barril}^{-1}) = \frac{\left(\frac{(10800 \cdot 119,24)}{1,163}\right)}{1000} = 1107,302$$

### 3.2.2.9. Determinações de tempo, consumo e carga, nas operações de carregamento, transporte e descarga de fardos

Determinou-se a cubagem teórica da unidade de transporte utilizada para conduzir os fardos até a usina, determinando-se, ainda, os tempos consumidos (em segundos) para carga e descarga, por fardo manipulado. Obteve-se os consumos de combustível, do transporte referente à distância do campo até a usina e a massa de carga transportada, por viagem.

### 3.2.2.10. Desempenho econômico do sistema

A metodologia adotada foi a mesma descrita no tópico 3.2.1.9., porém onde se tratava de colhedoras passou a ser enfardadoras.

### 3.2.2.11. Análises estatísticas

O modelo estatístico adotado para o tratamento foi o de parcelas subdividas (*split-plot*), utilizando-se do programa SAS com aplicação do Teste de Tukey, nos níveis de 1% e 5%.

As co-variáveis de desempenho dos dados originais de campo e que passaram por análise estatística foram:

- CEL (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo da operação de enleiramento ;
- CEF (R\$.h<sup>-1</sup>) = Custo da operação de enfardamento;
- CCFC(R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de carregamento dos fardos;
- CTF(R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de transporte do palhiço (em fardos);
- CDF(R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo de descarregamento do palhiço (em fardos);
- CTFU (R\$.t<sup>-1</sup>) = Custo total do palhiço, posto na usina (em fardos);
- CEPU (R\$.EBP<sup>-1</sup>) = Custo na energia, na forma de palhiço, posto na usina;
- BETS (%) = Balanço (eficiência) energético total do sistema.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Sistema de colheita integral

#### 4.1.1. Resultados da análise econômica

Conforme explicitado no tópico “Métodos”, para as determinações de custos de transbordo e transporte, levou-se em conta a massa específica ( $\text{kg.m}^{-3}$ ) da matéria-prima colhida. Tomando-se os valores obtidos dessa massa específica, a saber:

- T1 (colhedora CAMECO operando regularmente com extratores) =  $470,98\text{kg.m}^{-3}$ ;
- T2 (colhedora CAMECO operando apenas com o despontador, mantendo-se desligados os extratores primário e secundário) =  $265,84\text{kg.m}^{-3}$ ;
- T3 (colhedora CASE, operando regularmente, com extratores) =  $380,84\text{kg.m}^{-3}$ ;
- T4 (colhedora CASE operando apenas com o despontador funcionando, mantendo-se desligados os extratores primário e secundário) =  $238,44\text{kg.m}^{-3}$ .

Em função dos resultados acima apresentados e da metodologia adotada pela usina para custos, os resultados obtidos encontram-se na Tabela 31.

Determinou-se que a massa específica no tratamento T1 foi 1,77 vezes maior que no T2. Assim, os custos de transbordo e transporte no tratamento T2, foram 1,77 vezes maiores que no T1. Por sua vez, a massa específica no tratamento T3 foi 1,60 vezes maior que no T4. Dessa forma, os custos de transbordo e transporte foram acrescidos em 90% do correspondente à diminuição da massa específica da carga, ou seja, 1,59 vezes no tratamento T2 e 1,44 em T4.

Tabela 31. Custos das operações envolvidas no sistema para os diferentes tratamentos.

Operações	Tratamentos	Custos (R\$.t <sup>-1</sup> )
Colheita	T1	2,84
	T2	2,42
	T3	1,89
	T4	1,41
Transbordo	T1	1,90
	T2	3,03
	T3	1,90
	T4	2,74
Transporte (distância de 17km)	T1	2,25
	T2	3,58
	T3	2,25
	T4	3,24
Total posto usina	T1	6,99
	T2	9,03
	T3	6,04
	T4	7,39

T1 = Colhedora CAMECO operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados; T3 = Colhedora CASE operando normalmente; T4 = Colhedora CASE operando com os extratores desligados.

#### 4.1.2. Resultados tabulados

A seguir são apresentados os resultados obtidos das tabulações dos dados originais de campo e de laboratório e conforme as metodologias propostas.

Conforme os dados da Tabela 32, constatou-se que o canavial onde se foi realizado os testes apresentava porte ereto, com tendência ao acamamento. A Tabela 33 mostra os resultados da análise granulométrica e da umidade do solo da área em estudo.

Tabela 32. Resultados médios da biometria do canavial.

NC (ha)	MC (kg)	PA (t.ha <sup>-1</sup> )	Eretos (%)	Acamados (%)	Deitados (%)	PO (t.ha <sup>-1</sup> )	FV (t.ha <sup>-1</sup> )	PA (t.ha <sup>-1</sup> )
80.215	1,18	94,65	47,08	26,64	26,28	6,42	10,41	9,90

NC = Quantidades de rebolos industrializáveis por hectare; MC = Massas médias por rebolos industrializáveis; PA = Produtividades agrícolas de rebolos industrializáveis; PO= Ponteiros; FV = Folhas verdes; PA = Palhas. Obs.: Colmos eretos têm suas inclinações em relação a superfície do terreno maiores que 45°; colmos acamados, entre 45 e 22,5° e colmos deitados, abaixo de 22,5°.

Tabela 33. Resultados de análise granulométrica e de umidade do solo da área de ensaios.

Amostras	Argila	Silte	Areia	Umidades
	(%)			
A1	12,66	11,99	75,35	6,22
A2	17,26	7,16	75,58	4,99
A3	6,49	14,28	79,23	5,50
A4	8,55	13,99	77,46	5,56
A5	6,66	12,62	80,72	4,87
A6	8,08	14,08	77,84	3,91
<b>Médias</b>	<b>9,95</b>	<b>12,35</b>	<b>77,70</b>	<b>5,18</b>
<b>DP</b>	<b>4,22</b>	<b>2,70</b>	<b>2,08</b>	<b>0,78</b>
<b>CV</b>	<b>42,41</b>	<b>21,89</b>	<b>2,67</b>	<b>15,15</b>

Todas as variáveis determinadas nas Tabelas 34 a 39 tiveram por objetivo obter as três variáveis fundamentais para o confronto dos dois sistemas, ou seja, CEPU (R\$.EBP<sup>-1</sup>) = Custos em equivalente barril de petróleo posto na usina, BETS (%) = Eficiência energética do sistema e PTNT (%) = Percentagem de terra contida no palhiço posto na usina.

Tabela 34. Tabulação para determinações de capacidades efetivas brutas da colhedora CAMECO.

Trat./Rep.	VM (km.h <sup>-1</sup> )	CEBMP (t.h <sup>-1</sup> )	CCMP (L.h <sup>-1</sup> )	CCMP (L.t <sup>-1</sup> )	CEBCP (t.h <sup>-1</sup> )	CEBC (t.h <sup>-1</sup> )	CCC (L.t <sup>-1</sup> )	CELMP (t.h <sup>-1</sup> )	CELC (t.h <sup>-1</sup> )	EM (%)
T1R1	5,14	58,07	84,71	1,46	56,24	55,16	1,54	55,41	52,62	95,41
R2	5,67	68,56	83,72	1,22	64,23	64,06	1,31	66,41	62,05	96,86
R3	5,14	71,01	93,48	1,32	68,64	64,26	1,45	66,90	60,54	94,21
R4	5,67	45,69	122,37	2,68	44,78	43,06	2,84	42,83	40,37	93,75
R5	5,63	46,82	73,49	1,57	46,29	44,68	1,64	44,06	42,05	94,11
R6	5,18	61,44	64,73	1,05	60,53	58,35	1,11	58,58	55,63	95,34
R7	5,58	58,15	66,57	1,14	56,86	53,86	1,24	53,52	49,57	92,04
R8	5,58	63,86	72,92	1,14	63,44	60,33	1,21	61,09	57,72	95,67
<b>Médias</b>	<b>5,45</b>	<b>59,20</b>	<b>82,75</b>	<b>1,45</b>	<b>57,63</b>	<b>55,47</b>	<b>1,54</b>	<b>56,10</b>	<b>52,57</b>	<b>94,67</b>
<b>DP</b>	<b>0,25</b>	<b>9,20</b>	<b>18,74</b>	<b>0,53</b>	<b>8,48</b>	<b>8,07</b>	<b>0,55</b>	<b>9,12</b>	<b>8,09</b>	<b>1,47</b>
<b>CV</b>	<b>4,54</b>	<b>15,53</b>	<b>22,65</b>	<b>36,46</b>	<b>14,71</b>	<b>14,55</b>	<b>35,89</b>	<b>16,26</b>	<b>15,38</b>	<b>1,55</b>
T2R1	2,98	33,57	46,62	1,39	30,08	30,25	1,54	33,11	29,84	98,64
R2	3,79	41,31	48,43	1,17	36,32	35,12	1,38	40,68	34,59	98,47
R3	3,79	45,50	48,43	1,06	34,52	33,43	1,45	44,90	32,99	98,68
R4	3,65	46,85	54,36	1,16	39,55	38,24	1,42	46,35	37,83	98,93
R5	3,47	48,14	49,27	1,02	36,27	36,69	1,34	47,65	36,32	98,98
R6	3,79	45,19	53,81	1,19	38,61	36,65	1,47	44,83	36,36	99,21
R7	3,65	49,07	51,77	1,06	44,95	44,09	1,17	48,73	43,79	99,32
R8	3,62	45,05	59,16	1,31	38,55	39,43	1,50	44,61	39,04	99,01
<b>Médias</b>	<b>3,59</b>	<b>44,34</b>	<b>51,48</b>	<b>1,17</b>	<b>37,36</b>	<b>36,74</b>	<b>1,41</b>	<b>43,86</b>	<b>36,35</b>	<b>98,91</b>
<b>DP</b>	<b>0,27</b>	<b>4,94</b>	<b>4,14</b>	<b>0,13</b>	<b>4,29</b>	<b>4,13</b>	<b>0,12</b>	<b>4,96</b>	<b>4,17</b>	<b>0,29</b>
<b>CV</b>	<b>7,55</b>	<b>11,14</b>	<b>8,04</b>	<b>10,96</b>	<b>11,48</b>	<b>11,23</b>	<b>8,21</b>	<b>11,32</b>	<b>11,47</b>	<b>0,29</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados; VM = Velocidades médias; CEBMP= Capacidades efetivas brutas de matéria-prima colhida; CCMP = Consumos de combustível por matéria-prima; CEBCP = Capacidades efetivas brutas de rebolos industrializáveis e ponteiros; CEBC = Capacidades efetivas brutas de rebolos e/ou suas frações; CCC = Consumos de combustível por rebolos industrializáveis colhidos; CELMP = Capacidades efetivas líquidas de matéria-prima; CELC = Capacidades efetivas líquidas de rebolos e/ou suas frações; EM = Eficácias de manipulação; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 35. Tabulação para determinações de capacidades efetivas brutas da colhedora CASE.

Trat./Rep.	VM (km.h <sup>-1</sup> )	CEBMP (t.h <sup>-1</sup> )	CCMP (L.h <sup>-1</sup> )	CCMP (L.t <sup>-1</sup> )	CEBCP (t.h <sup>-1</sup> )	CEBC (t.h <sup>-1</sup> )	CCC (L.t <sup>-1</sup> )	CELMP (t.h <sup>-1</sup> )	CELC (t.h <sup>-1</sup> )	EM (%)
T3R1	6,05	73,80	59,62	0,81	72,22	70,24	0,85	72,67	69,17	98,47
R2	6,00	72,95	62,22	0,85	69,64	64,99	0,96	71,67	63,85	98,25
R3	5,76	70,21	62,38	0,89	68,13	63,16	0,99	69,28	62,32	98,67
R4	6,05	58,22	51,84	0,89	57,10	52,33	0,99	57,25	51,46	98,34
R5	6,10	68,49	72,56	1,06	66,36	62,00	1,17	66,86	60,53	97,62
R6	5,81	70,97	52,67	0,74	69,60	65,71	0,80	69,40	64,26	97,79
R7	5,76	63,80	52,67	0,83	62,58	59,99	0,88	63,00	59,25	98,76
R8	5,95	73,55	69,75	0,95	70,39	67,22	1,04	72,31	66,08	98,31
<b>Médias</b>	<b>5,94</b>	<b>69,00</b>	<b>60,46</b>	<b>0,88</b>	<b>67,00</b>	<b>63,21</b>	<b>0,96</b>	<b>67,81</b>	<b>62,12</b>	<b>98,28</b>
<b>DP</b>	<b>0,14</b>	<b>5,45</b>	<b>7,89</b>	<b>0,10</b>	<b>4,95</b>	<b>5,41</b>	<b>0,12</b>	<b>5,33</b>	<b>5,31</b>	<b>0,40</b>
<b>CV</b>	<b>2,34</b>	<b>7,90</b>	<b>13,05</b>	<b>11,01</b>	<b>7,39</b>	<b>8,56</b>	<b>12,22</b>	<b>7,86</b>	<b>8,55</b>	<b>0,40</b>
T4R1	6,40	73,92	52,64	0,71	68,98	64,89	0,81	73,53	64,55	99,48
R2	6,00	93,79	34,72	0,37	88,36	83,55	0,42	93,28	83,10	99,46
R3	5,88	89,21	57,87	0,65	73,37	71,03	0,81	88,13	70,17	98,79
R4	5,82	78,25	42,04	0,54	67,50	61,96	0,68	77,64	61,47	99,21
R5	5,76	73,55	49,23	0,67	53,62	46,62	1,06	73,00	46,27	99,25
R6	6,06	58,50	55,59	0,95	53,49	51,79	1,07	58,09	51,42	99,30
R7	5,38	78,62	60,99	0,78	69,68	69,13	0,88	78,07	68,65	99,30
R8	5,94	94,11	64,37	0,68	82,68	78,67	0,82			
<b>Médias</b>	<b>5,91</b>	<b>79,99</b>	<b>52,18</b>	<b>0,67</b>	<b>69,71</b>	<b>65,96</b>	<b>0,82</b>	<b>77,39</b>	<b>63,66</b>	<b>99,26</b>
<b>DP</b>	<b>0,29</b>	<b>12,07</b>	<b>9,91</b>	<b>0,17</b>	<b>12,29</b>	<b>12,53</b>	<b>0,21</b>	<b>11,37</b>	<b>12,27</b>	<b>0,23</b>
<b>CV</b>	<b>4,89</b>	<b>15,09</b>	<b>18,98</b>	<b>25,24</b>	<b>17,63</b>	<b>18,99</b>	<b>25,43</b>	<b>14,69</b>	<b>19,27</b>	<b>0,23</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE operando normalmente; T4 = Colhedora CASE operando com os extratores desligados; VM = Velocidades médias; CEBMP = Capacidades efetivas brutas de matéria-prima colhida; CCMP = Consumos de combustível por matéria-prima; CEBCP = Capacidades efetivas brutas de rebolos industrializáveis e ponteiros; CEBC = Capacidades efetivas brutas de rebolos e/ou suas frações; CCC = Consumos de combustíveis por rebolos industrializáveis colhidos; CELMP = Capacidades efetivas líquidas de matéria-prima; CELC = Capacidades efetivas líquidas de rebolos e/ou suas frações; EM = Eficácias de manipulação; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 36. Tabulação para determinações de perdas de colheita, da colhedora CAMECO.

Trat./Rep.	CI (t.ha <sup>-1</sup> )	CI (%)	PRI (t.ha <sup>-1</sup> )	PRI (%)	PRE (t.ha <sup>-1</sup> )	PRE (%)	PRT (t.ha <sup>-1</sup> )	PRT (%)	PTS (t.ha <sup>-1</sup> )	PTS (%)	PT (t.ha <sup>-1</sup> )	PT (%)	EM (%)
T1R1	0,15	0,15	0,83	0,88	1,04	1,10	1,87	1,98	0,46	0,48	2,47	4,59	95,41
R2	0,05	0,05	0,80	0,84	0,66	0,70	1,46	1,54	0,00	0,00	1,51	3,14	96,86
R3	0,81	0,86	1,86	1,97	0,47	0,50	2,33	2,47	0,00	0,00	3,15	5,79	94,21
R4	2,48	2,62	0,52	0,55	0,98	1,04	1,50	1,58	0,44	0,46	4,42	6,25	93,75
R5	2,52	2,66	0,35	0,37	0,88	0,93	1,23	1,30	0,60	0,63	4,35	5,89	94,11
R6	1,98	2,09	0,08	0,09	0,62	0,66	0,70	0,74	1,02	1,08	3,70	4,66	95,34
R7	4,24	4,48	0,40	0,42	0,94	0,99	1,34	1,42	0,61	0,65	6,20	7,96	92,04
R8	0,60	0,63	0,67	0,70	0,84	0,88	1,50	1,59	0,49	0,52	2,60	4,33	95,67
<b>Médias</b>	<b>1,60</b>	<b>1,69</b>	<b>0,69</b>	<b>0,73</b>	<b>0,80</b>	<b>0,85</b>	<b>1,49</b>	<b>1,58</b>	<b>0,45</b>	<b>0,48</b>	<b>3,55</b>	<b>5,33</b>	<b>94,67</b>
<b>DP</b>	<b>1,46</b>	<b>1,54</b>	<b>0,53</b>	<b>0,57</b>	<b>0,20</b>	<b>0,21</b>	<b>0,47</b>	<b>0,50</b>	<b>0,33</b>	<b>0,35</b>	<b>1,46</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>
<b>CV</b>	<b>90,86</b>	<b>91,05</b>	<b>77,64</b>	<b>77,77</b>	<b>24,81</b>	<b>24,62</b>	<b>31,71</b>	<b>31,82</b>	<b>73,76</b>	<b>74,01</b>	<b>41,00</b>	<b>27,56</b>	<b>1,55</b>
T2R1	0,00	0,00	0,34	0,36	0,28	0,30	0,62	0,65	0,05	0,05	0,67	1,36	98,64
R2	0,00	0,00	0,37	0,39	0,35	0,37	0,71	0,76	0,02	0,02	0,73	1,53	98,47
R3	0,00	0,00	0,30	0,31	0,13	0,14	0,43	0,45	0,39	0,41	0,82	1,32	98,68
R4	0,00	0,00	0,31	0,33	0,15	0,16	0,46	0,49	0,09	0,09	0,55	1,07	98,93
R5	0,11	0,12	0,18	0,19	0,22	0,23	0,40	0,42	0,06	0,06	0,57	1,02	98,98
R6	0,00	0,00	0,21	0,22	0,11	0,11	0,32	0,34	0,11	0,12	0,43	0,79	99,21
R7	0,05	0,05	0,19	0,21	0,07	0,07	0,26	0,28	0,07	0,07	0,38	0,68	99,32
R8	0,00	0,00	0,27	0,29	0,14	0,15	0,41	0,44	0,11	0,12	0,53	0,99	99,01
<b>Médias</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,27</b>	<b>0,29</b>	<b>0,18</b>	<b>0,19</b>	<b>0,45</b>	<b>0,48</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	<b>0,59</b>	<b>1,10</b>	<b>98,91</b>
<b>DP</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,16</b>	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>0,15</b>	<b>0,29</b>	<b>0,29</b>
<b>CV</b>	<b>201,78</b>	<b>205,03</b>	<b>26,25</b>	<b>25,68</b>	<b>52,13</b>	<b>52,99</b>	<b>32,88</b>	<b>32,85</b>	<b>103,31</b>	<b>104,70</b>	<b>25,35</b>	<b>26,57</b>	<b>0,29</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO operando com os tratores desligados; CI = Perdas de colmos industrializáveis na colheita; PRI= Perdas de rebolos inteiros, na colheita; PRE= Perdas de rebolos esmagados, na colheita; PRT= Perdas totais de rebolos, na colheita; PTS= Perdas de frações de rebolos industrializáveis, na soqueira, na forma de tocos; PT= Perdas totais de rebolos industrializáveis e/ou suas frações, na colheita; EM= Eficácias de manipulação na colheita; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 37. Tabulação para determinações de perdas de colheita, da colhedora CASE.

Trat./Rep.	CI (t.ha <sup>-1</sup> )	CI (%)	PRI (t.ha <sup>-1</sup> )	PRI (%)	PRE (t.ha <sup>-1</sup> )	PRE (%)	PRT (t.ha <sup>-1</sup> )	PRT (%)	PTS (t.ha <sup>-1</sup> )	PTS (%)	PT (t.ha <sup>-1</sup> )	PT (%)	EM (%)
T3R1	0,19	0,20	0,25	0,26	0,50	0,50	0,75	0,79	0,19	0,20	1,12	1,45	98,47
R2	0,03	0,03	0,18	0,19	0,70	0,70	0,88	0,93	0,48	0,51	1,39	1,66	98,25
R3	0,00	0,00	0,12	0,12	0,89	0,89	1,01	1,07	0,06	0,07	1,07	1,26	98,67
R4	0,14	0,15	0,08	0,09	0,51	0,51	0,60	0,63	0,66	0,70	1,40	1,57	98,34
R5	0,80	0,85	0,23	0,24	0,58	0,58	0,81	0,86	0,29	0,31	1,90	2,25	97,62
R6	0,00	0,00	0,27	0,29	0,69	0,69	0,96	1,02	0,75	0,79	1,71	2,10	97,79
R7	0,00	0,00	0,29	0,31	0,19	0,19	0,48	0,51	0,34	0,36	0,82	1,17	98,76
R8	0,07	0,08	0,19	0,21	0,58	0,58	0,77	0,81	0,47	0,50	1,32	1,60	98,31
<b>Médias</b>	<b>0,15</b>	<b>0,16</b>	<b>0,20</b>	<b>0,21</b>	<b>0,58</b>	<b>0,58</b>	<b>0,78</b>	<b>0,83</b>	<b>0,41</b>	<b>0,43</b>	<b>1,34</b>	<b>1,63</b>	<b>98,28</b>
<b>DP</b>	<b>0,27</b>	<b>0,29</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,20</b>	<b>0,20</b>	<b>0,18</b>	<b>0,19</b>	<b>0,23</b>	<b>0,24</b>	<b>0,35</b>	<b>0,38</b>	<b>0,40</b>
<b>CV</b>	<b>175,97</b>	<b>175,45</b>	<b>36,46</b>	<b>36,49</b>	<b>34,85</b>	<b>34,85</b>	<b>22,63</b>	<b>22,79</b>	<b>57,27</b>	<b>56,67</b>	<b>25,96</b>	<b>23,05</b>	<b>0,40</b>
T4R1	0,00	0,00	0,11	0,12	0,00	0,00	0,11	0,12	0,10	0,10	0,21	0,34	99,48
R2	0,02	0,03	0,19	0,20	0,00	0,00	0,19	0,20	0,26	0,27	0,47	0,69	99,46
R3	0,00	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	0,07	0,07	0,34	0,36	0,40	0,49	98,79
R4	0,00	0,00	0,16	0,17	0,00	0,00	0,16	0,17	0,16	0,17	0,32	0,51	99,21
R5	0,10	0,10	0,19	0,21	0,20	0,21	0,40	0,42	0,39	0,42	0,89	1,14	99,25
R6	0,01	0,01	0,05	0,05	0,24	0,26	0,29	0,31	0,35	0,37	0,65	0,75	99,30
R7	0,00	0,00	0,22	0,23	0,07	0,07	0,29	0,30	0,17	0,18	0,46	0,71	99,30
R8													
<b>Médias</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,14</b>	<b>0,15</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,22</b>	<b>0,23</b>	<b>0,25</b>	<b>0,27</b>	<b>0,49</b>	<b>0,66</b>	<b>99,26</b>
<b>DP</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,10</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	<b>0,22</b>	<b>0,26</b>	<b>0,23</b>
<b>CV</b>	<b>197,67</b>	<b>184,84</b>	<b>46,26</b>	<b>47,30</b>	<b>143,24</b>	<b>144,88</b>	<b>53,92</b>	<b>53,78</b>	<b>44,14</b>	<b>45,22</b>	<b>46,20</b>	<b>38,83</b>	<b>0,23</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE operando normalmente; T4 = Colhedora CASE operando com os extratores desligados; CI = Perdas de colmos industrializáveis na colheita; PRI = Perdas de rebolos inteiros, na colheita; PRE = Perdas de rebolos esmagados, na colheita; PRT = Perdas totais de rebolos, na colheita; PTS = Perdas de frações de rebolos industrializáveis, na soqueira, na forma de tocos; PT = Perdas totais de rebolos industrializáveis e/ou suas frações, na colheita; EM = Eficácias de manipulação na colheita; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação. Obs.: A oitava repetição (R8) não foi efetuada por motivos de chuva

Tabela 38. Tabulação para determinações de qualidade de matéria-prima colhida, da colhedora CAMECO.

Trat./Rep.	PO (%)	FVPA (%)	PA (%)	FV (%)	MEV (%)	IT (%)	TO (%)	RI (%)	RE (%)	TR (%)	TC (%)
T1R1	3,92	1,11			5,02	0,29	2,04	79,18	11,41	92,64	94,68
R2	4,71	1,86			6,57	1,52	4,37	72,45	10,74	87,56	91,94
R3	7,42	2,08			9,50	0,88	1,22	78,73	8,45	88,40	89,62
R4	3,77	1,97			5,74	1,15	0,00	73,86	19,26	93,13	93,13
R5	3,77	0,80			4,56	0,71	0,33	81,08	13,00	94,40	94,73
R6	4,21	0,82			5,03	0,59	0,66	79,51	13,56	93,73	94,39
R7	6,03	1,35			7,39	1,10	0,85	75,43	14,39	90,67	91,52
R8	4,86	0,66			5,53	0,36	0,00	81,18	12,95	94,12	94,12
<b>Médias</b>	<b>4,84</b>	<b>1,33</b>			<b>6,17</b>	<b>0,83</b>	<b>1,18</b>	<b>77,68</b>	<b>12,97</b>	<b>91,83</b>	<b>93,02</b>
<b>DP</b>	<b>1,29</b>	<b>0,57</b>			<b>1,63</b>	<b>0,42</b>	<b>1,45</b>	<b>3,33</b>	<b>3,16</b>	<b>2,65</b>	<b>1,84</b>
<b>CV</b>	<b>26,64</b>	<b>42,98</b>			<b>26,39</b>	<b>50,98</b>	<b>122,85</b>	<b>4,28</b>	<b>24,34</b>	<b>2,89</b>	<b>1,98</b>
T2R1	1,28		6,60	3,16	11,03	1,59	0,34	78,25	8,47	87,07	87,41
R2	3,17		8,26	3,56	14,98	2,41	0,00	62,28	20,39	82,67	82,67
R3	3,53		18,09	4,92	26,54	4,93	0,00	36,12	32,65	68,77	68,77
R4	4,15		10,54	3,69	18,38	2,56	0,95	70,33	6,89	78,17	79,13
R5	4,25		12,66	6,88	23,78	1,45	4,78	57,83	7,40	70,01	74,79
R6	5,54		8,75	4,62	18,91	1,69	0,96	72,43	5,09	78,48	79,43
R7	2,94		5,32	1,88	10,14	1,29	1,08	77,12	9,30	87,50	88,59
R8	3,75		5,92	2,82	12,48	5,23	4,99	68,83	3,75	77,56	82,55
<b>Médias</b>	<b>3,58</b>		<b>9,52</b>	<b>3,94</b>	<b>17,03</b>	<b>2,64</b>	<b>1,64</b>	<b>65,40</b>	<b>11,74</b>	<b>78,78</b>	<b>80,42</b>
<b>DP</b>	<b>1,23</b>		<b>4,24</b>	<b>1,53</b>	<b>5,97</b>	<b>1,57</b>	<b>2,05</b>	<b>13,69</b>	<b>9,85</b>	<b>6,96</b>	<b>6,49</b>
<b>CV</b>	<b>34,27</b>		<b>44,52</b>	<b>38,81</b>	<b>35,07</b>	<b>59,39</b>	<b>125,16</b>	<b>20,94</b>	<b>83,88</b>	<b>8,83</b>	<b>8,08</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados; PO = Quantidades de ponteiros contidos na matéria-prima colhida; FVPA = Quantidades de folhas verdes e palhas conjuntamente contidas na matéria-prima colhida; PA = Quantidades de palhas contidas na matéria-prima colhida; FV = Quantidades de folhas verdes contidas na matéria-prima colhida; MEV = Matérias estranha vegetal contida na matéria-prima colhida; IT = Quantidades de terra na matéria-prima colhida; TO = Quantidades de frações de rebolos industrializáveis, na forma de tocos, contida na matéria-prima colhida; RI = Quantidades de rebolos inteiros, contida na matéria-prima colhida; RE = Quantidades de rebolos esmagados, na matéria-prima colhida; TR = Quantidades totais de rebolos (inteiros/esmagados) contidas na matéria-prima colhida; TC = Quantidades totais de cana, em suas diversas formas, contida na matéria-prima colhida; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 39. Tabulação para determinações de qualidade de matéria-prima colhida, da colhedora CASE.

Trat./Rep.	PO (%)	FVPA (%)	PA (%)	FV (%)	MEV (%)	IT (%)	TO (%)	RI (%)	RE (%)	TR (%)	TC (%)
T1R1	3,41	1,41			4,82	0,72	0,02	89,10	5,36	94,48	94,50
R2	8,48	2,43			10,91	1,12	1,01	79,48	6,59	87,09	88,10
R3	7,85	2,18			10,04	0,78	0,01	78,80	10,44	89,25	89,27
R4	8,36	1,75			10,11	0,17	0,00	78,44	11,29	89,73	89,73
R5	6,63	2,85			9,48	0,26	0,00	80,66	9,62	90,28	90,28
R6	6,49	0,92			7,41	1,03	0,00	82,38	9,26	91,64	91,64
R7	4,31	1,65			5,96	0,24	0,02	88,05	5,72	93,79	93,81
R8	5,44	3,17			8,61	0,46	0,69	83,31	6,29	90,29	90,98
<b>Médias</b>	<b>6,37</b>	<b>2,05</b>			<b>8,42</b>	<b>0,60</b>	<b>0,22</b>	<b>82,53</b>	<b>8,07</b>	<b>90,82</b>	<b>91,04</b>
<b>DP</b>	<b>1,87</b>	<b>0,76</b>			<b>2,17</b>	<b>0,37</b>	<b>0,40</b>	<b>4,10</b>	<b>2,33</b>	<b>2,42</b>	<b>2,21</b>
<b>CV</b>	<b>29,40</b>	<b>36,93</b>			<b>25,74</b>	<b>61,71</b>	<b>182,39</b>	<b>4,97</b>	<b>28,88</b>	<b>2,67</b>	<b>2,42</b>
T2R1	6,54		3,87	1,80	12,22	1,01	0,00	81,43	5,35	86,78	86,78
R2	6,43		2,73	1,75	10,91	1,33	0,00	78,64	9,14	87,78	87,78
R3	3,84		12,05	4,48	20,37	1,24	0,00	73,29	5,11	78,40	78,40
R4	9,15		7,08	4,59	20,82	2,12	0,00	71,27	5,84	77,10	77,10
R5	10,64		15,33	10,64	36,61	1,14	0,00	55,14	7,13	62,27	62,27
R6	3,70		5,54	2,23	11,47	0,80	0,00	79,64	8,10	87,74	87,74
R7	4,02		6,23	1,81	12,06	1,54	1,81	70,38	12,43	84,62	86,42
R8	7,02		6,64	2,75	16,41	2,84	0,00	74,58	6,25	80,83	80,83
<b>Médias</b>	<b>6,42</b>		<b>7,43</b>	<b>3,76</b>	<b>17,61</b>	<b>1,50</b>	<b>0,23</b>	<b>73,05</b>	<b>7,42</b>	<b>80,69</b>	<b>80,92</b>
<b>DP</b>	<b>2,55</b>		<b>4,21</b>	<b>3,01</b>	<b>8,64</b>	<b>0,67</b>	<b>0,64</b>	<b>8,27</b>	<b>2,45</b>	<b>8,54</b>	<b>8,68</b>
<b>CV</b>	<b>39,71</b>		<b>56,68</b>	<b>80,24</b>	<b>49,08</b>	<b>44,56</b>	<b>282,84</b>	<b>11,32</b>	<b>33,05</b>	<b>10,58</b>	<b>10,72</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CASE operando normalmente; T2 = Colhedora CASE operando com os extratores desligados; PO = Quantidades de ponteiros contidos na matéria-prima colhida; FVPA = Quantidades de folhas verdes e palhas conjuntamente contidas na matéria-prima colhida; PA = Quantidades de palhas contidas na matéria-prima colhida; FV = Quantidades de folhas verdes contidas na matéria-prima colhida; MEV = Matérias estranha vegetal contida na matéria-prima colhida; IT = Quantidades de terra na matéria-prima colhida; TO = Quantidades de frações de rebolos industrializáveis, na forma de tocos, contida na matéria-prima colhida; RI = Quantidades de rebolos inteiros, contida na matéria-prima colhida; RE = Quantidades de rebolos esmagados, na matéria-prima colhida; TR = Quantidades totais de rebolos (inteiros/esmagados) contidas na matéria-prima colhida; TC = Quantidades totais de cana, em suas diversas formas, contida na matéria-prima colhida; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Quanto à condição de cisalhamento dos rebolos, as Figuras 21 a 24 ilustram os gráficos com as porcentagens de rebolos determinadas sob situações: Perfeitos (as duas extremidades com cisalhamento adequado); 1 Lado (uma extremidade mal cisalhada) e 2 Lados (ambas extremidades mal cisalhadas).

A qualidade do cisalhamento e o tamanho dos rebolos cortados também influem na quantidade de terra agregada aos rebolos que é transportada para dentro da Usina, pois cortes imperfeitos e em maior número expõem uma maior superfície de contato para agregação de impureza mineral. Estas informações servirão de base para outros estudos futuros referentes a qualidade da colheita, mostrando a variabilidade que ocorre em uma situação como esta. A Figura 25 confronta as médias obtidas nestes quatro tratamentos.

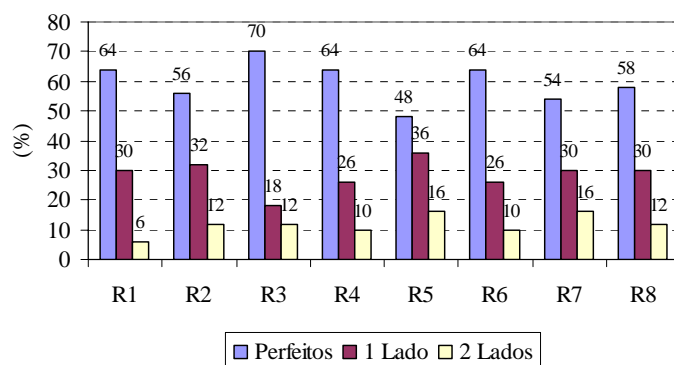


Figura 21 – Percentagens em relação às condições de cisalhamento dos rebolos do tratamento T1 (Colhedora CAMECO operando normalmente).

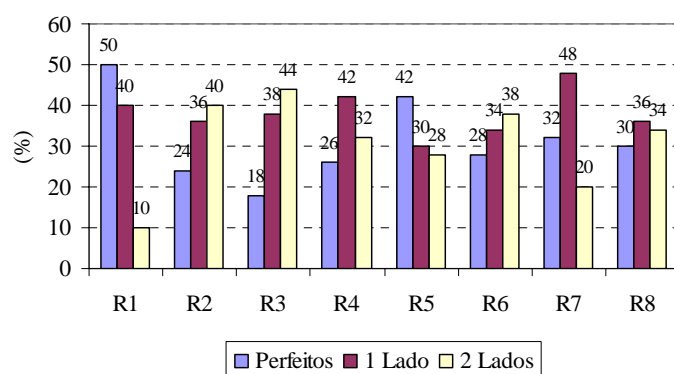


Figura 22 – Percentagens em relação às condições de cisalhamento dos rebolos do tratamento T2 (Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados).

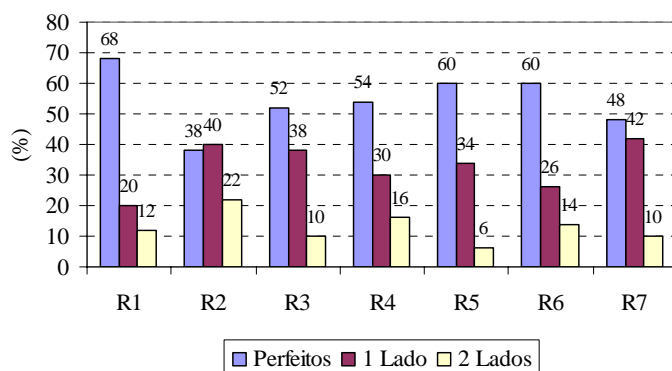


Figura 23 – Percentagens em relação às condições de cisalhamento dos rebolos do tratamento T3 (Colhedora CASE operando normalmente).

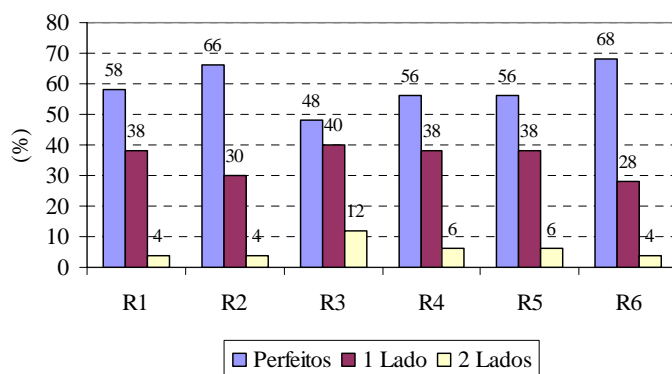


Figura 24 – Percentagens em relação às condições de cisalhamento dos rebolos do tratamento T4 (Colhedora CASE operando com os extratores desligados).

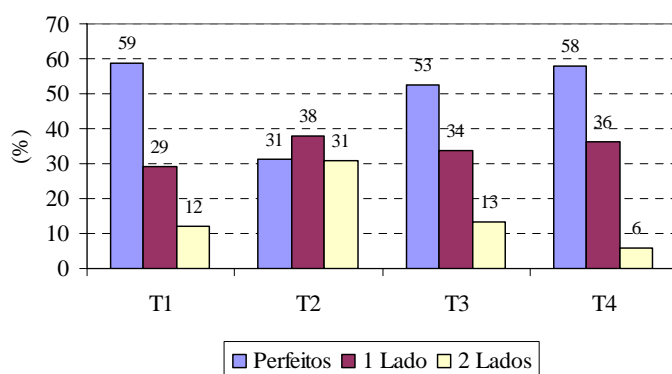


Figura 25 – Valores médios percentuais das condições de cisalhamento dos rebolos, nos quatro tratamentos.

Segundo Ripoli & Ripoli (2004) o índice de cisalhamento em cana deve atingir 95%. De acordo com as Figuras 21 a 24 nenhum tratamento atingiu este valor.

Apesar da análise de 1.495 rebolos, para a verificação da condição do cisalhamento, não é possível afirmar que a condição das colhedoras operando normalmente (tratamentos T1 e T3) ou com seus exaustores desligados (tratamentos T2 e T4), reflita diretamente na perfeição do corte dos rebolos industrializáveis, conforme mostrado nas Figuras 26 a 29.

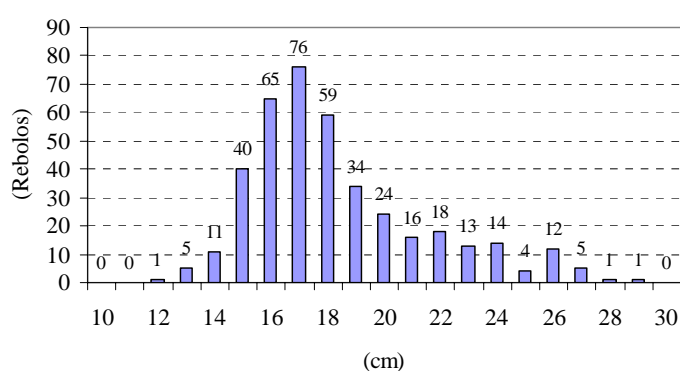


Figura 26 – Frequência dos tamanhos dos rebolos (399 determinações) no tratamento T1 (Colhedora CAMECO operando normalmente).

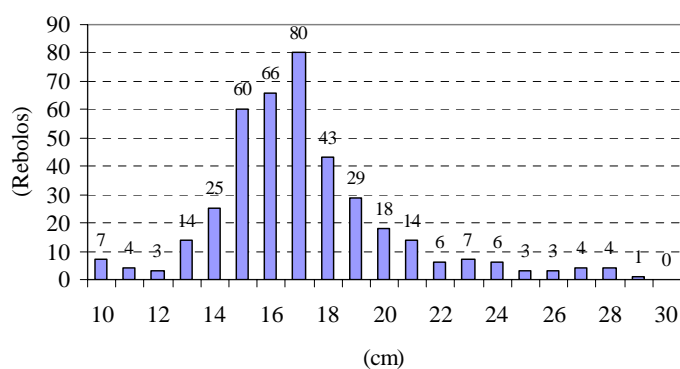


Figura 27 – Frequência dos tamanhos dos rebolos (397 determinações) no tratamento T2 (Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados).

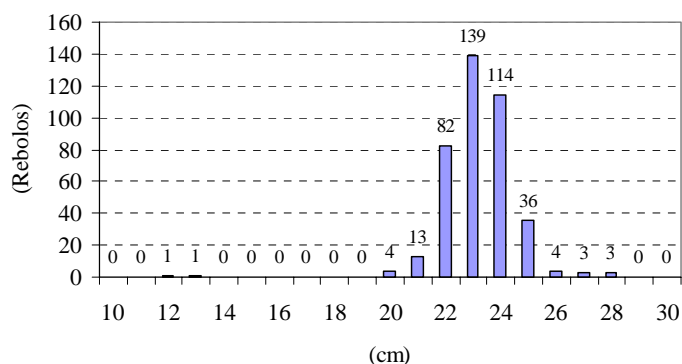


Figura 28 – Frequência dos tamanhos dos rebolos (400 determinações) no tratamento T3 (Colhedora CASE operando normalmente).

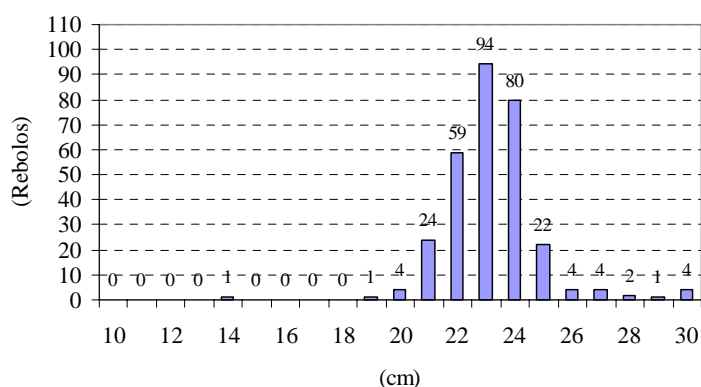


Figura 29 – Frequência dos tamanhos dos rebolos (300 determinações) no tratamento T4 (Colhedora CASE operando com os extratores desligados).

Pelas Figuras 26 a 29, pode-se observar que as variações de tamanho dos rebolos, nos quatro tratamentos, não apresentaram diferenças que possam justificar uma significativa variação na massa específica da carga, em função das colhedoras operarem ou não, com os extratores ligados e em relação a esta característica. Não se referencia aqui a questão do palhço. As maiores frequências ocorreram, nos tratamentos, conforme a seguir: T1 (16 a 19cm), T2 (15 a 17cm), T3 (22 a 24cm) e T4 (22 a 24cm).

Segundo Ripoli & Ripoli (2004) 95% dos tamanhos devem estar no intervalo entre 25 e 35 centímetros, portanto, os resultados apresentados estão abaixo do

recomendado. Todavia, observa-se que os tratamentos T3 e T4 apresentam melhor uniformidade quanto a tamanho dos rebolos.

As Tabelas 40 e 41 apresentam resultados relativos a determinação de umidade do palhiço.

Tabela 40. Resultados de umidade, com base em peso úmido, obtidos em estufa, de folhas verdes e palhas contidas na matéria-prima colhida, para os tratamentos T2 e T4.

Folhas Verdes	Umidades (%)	Palhas	Umidades (%)
T2A1	70,28	T2A1	37,32
A2	70,04	A2	32,15
A3	69,13	A3	28,87
A4	68,34	A4	22,4
A5	79,84	A5	25,32
A6	68,99	A6	32,74
A7	53,78	A7	17,68
R8	67,09	A8	24,27
<b>Médias</b>	<b>68,44</b>	<b>Médias</b>	<b>27,59</b>
<b>DP</b>	<b>7,11</b>	<b>DP</b>	<b>6,38</b>
<b>CV</b>	<b>10,38</b>	<b>CV</b>	<b>23,12</b>
T4A1	65,25	T4A1	6,08
A2	64,35	A2	15,95
A3	62,76	A3	7,1
A4	77,86	A4	13,26
A5	61,69	A5	7,4
A6	60,54	A6	18,72
A7	56	A7	17,14
A8	52,99	A8	28,99
<b>Médias</b>	<b>62,68</b>	<b>Médias</b>	<b>14,33</b>
<b>DP</b>	<b>7,41</b>	<b>DP</b>	<b>7,69</b>

Tabela 40. Resultados de umidade, com base em peso úmido, obtidos em estufa, de folhas verdes e palhas contidas na matéria-prima colhida, para os tratamentos T2 e T4.

Folhas Verdes	Umidades (%)	Palhas	Umidades (%)
<i>CV</i>	<b>11,82</b>	<i>CV</i>	<b>53,68</b>

A = Amostras; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação. Obs: Nos tratamentos T1 e T3 não foram determinadas essas umidades.

Tabela 41. Resultados de umidade, com base em peso úmido, obtidos em estufa, de ponteiros, do canavial objeto de estudo.

Amostras	Umidades (%)
A1	80,69
A2	79,71
A3	75,00
A4	80,64
A5	75,98
A6	74,65
A7	80,23
A8	78,12
<b>Médias</b>	<b>78,13</b>
<b>DP</b>	<b>2,57</b>
<b>CV</b>	<b>3,29</b>

DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Dessa forma, os resultados obtidos para o grau de umidade ponderal do palhicho, conforme critério adotado foram: Para o tratamento T2 (Cameco, extratores desligados) = 48,63% e para o tratamento T4 (Case, extratores desligados) = 48,55 %.

Aplicando-se a esses valores as equações de Doat (1967), explicitadas no tópico "Métodos" chegou-se aos valores disponíveis no palhicho colhido pelas colhedoras, quando operaram com os extratores desligados (tratamentos T2 e T4) conforme as Tabelas 42 e 43.

Tabela 42. Determinação de energia disponível e consumida na operação de colheita e percentagens dos constituintes da matéria-estranha. Tratamentos T1 e T2 (CAMECO).

Trat./ Rep.	PCUpo (Mcal.t <sup>-1</sup> )	PCUfv (Mcal.t <sup>-1</sup> )	PCUpa (Mcal.t <sup>-1</sup> )	ECpo (EBP.t <sup>-1</sup> )	ECfv (EBP.t <sup>-1</sup> )	ECpa (EBP.t <sup>-1</sup> )	Ppo MEV (%)	PFv MEV (%)	Ppa MEV (%)	Pfvpa MEV (%)	ECP (EBP.t <sup>-1</sup> )	EGD (EBP.t <sup>-1</sup> )	ECTT (EBP.t <sup>-1</sup> )
T1R1	371,70	602,73	1.315,53	0,26	0,04	0,18	77,97	7,13	14,90	22,03	0,48	0,0117	0,0005
R2	392,39	607,77	1.427,12	0,25	0,05	0,25	71,69	8,53	19,78	28,31	0,56	0,0098	0,0004
R3	492,37	627,44	1.497,94	0,35	0,03	0,23	78,09	4,68	17,23	21,91	0,61	0,0106	0,0002
R4	372,72	644,53	1.637,63	0,22	0,05	0,38	65,72	8,90	25,39	34,28	0,65	0,0215	0,0006
R5	471,60	396,78	1.574,61	0,35	0,02	0,16	82,56	6,14	11,30	17,44	0,53	0,0126	0,0008
R6	499,77	630,38	1.414,38	0,38	0,03	0,14	83,68	5,64	10,68	16,32	0,55	0,0085	0,0005
R7	426,95	958,27	1.739,58	0,31	0,04	0,21	81,69	4,78	13,53	18,31	0,57	0,0092	0,0004
R8	381,42	671,38	1.597,30	0,30	0,02	0,12	88,03	3,86	8,11	11,97	0,44	0,0092	0,0005
<b>Médias</b>	<b>426,12</b>	<b>642,41</b>	<b>1525,51</b>	<b>0,30</b>	<b>0,04</b>	<b>0,21</b>	<b>78,68</b>	<b>6,21</b>	<b>15,12</b>	<b>21,32</b>	<b>0,55</b>	<b>0,01164</b>	<b>0,00049</b>
<b>DP</b>	<b>54,55</b>	<b>153,11</b>	<b>137,76</b>	<b>0,06</b>	<b>0,01</b>	<b>0,08</b>	<b>7,11</b>	<b>1,84</b>	<b>5,58</b>	<b>7,11</b>	<b>0,07</b>	<b>0,00422</b>	<b>0,00017</b>
<b>CV</b>	<b>12,80</b>	<b>23,83</b>	<b>9,03</b>	<b>18,51</b>	<b>34,15</b>	<b>39,37</b>	<b>9,04</b>	<b>29,64</b>	<b>36,89</b>	<b>33,36</b>	<b>12,22</b>	<b>36,2213</b>	<b>35,4233</b>
T2R1	310,18	602,73	1.315,53	0,03	0,16	0,71	11,60	28,61	59,80	88,40	0,90	0,0111	0,0003
R2	527,82	607,77	1.427,12	0,10	0,13	0,71	21,14	23,75	55,11	78,86	0,94	0,0094	0,0002
R3	471,92	627,44	1.497,94	0,06	0,10	0,92	13,30	18,53	68,17	86,70	1,08	0,0085	0,0001
R4	426,36	644,53	1.637,63	0,09	0,12	0,85	22,57	20,09	57,34	77,43	1,05	0,0093	0,0002
R5	436,24	396,78	1.574,61	0,07	0,10	0,76	17,87	28,92	53,21	82,13	0,93	0,0082	0,0001
R6	450,53	630,38	1.414,38	0,12	0,14	0,59	29,29	24,45	46,26	70,71	0,85	0,0096	0,0002
R7	391,76	958,27	1.739,58	0,10	0,16	0,82	28,98	18,53	52,50	71,02	1,09	0,0085	0,0003
R8	328,82	671,38	1.597,30	0,09	0,14	0,68	30,02	22,57	47,41	69,98	0,91	0,0105	0,0002
<b>Médias</b>	<b>417,95</b>	<b>642,41</b>	<b>1525,51</b>	<b>0,08</b>	<b>0,13</b>	<b>0,76</b>	<b>21,85</b>	<b>23,18</b>	<b>54,98</b>	<b>78,15</b>	<b>0,97</b>	<b>0,00939</b>	<b>0,0002</b>
<b>DP</b>	<b>72,40</b>	<b>153,11</b>	<b>137,76</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>0,11</b>	<b>7,25</b>	<b>4,10</b>	<b>7,02</b>	<b>7,25</b>	<b>0,09</b>	<b>0,0010</b>	<b>0,0001</b>
<b>CV</b>	<b>17,32</b>	<b>23,83</b>	<b>9,03</b>	<b>34,13</b>	<b>17,96</b>	<b>13,93</b>	<b>33,19</b>	<b>17,68</b>	<b>12,78</b>	<b>9,28</b>	<b>9,42</b>	<b>10,8101</b>	<b>37,7964</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados; PCUpo = Poderes caloríficos úteis de ponteiros; PCUfv = Poderes caloríficos úteis de folhas verdes; PCUpa = Poderes caloríficos úteis de palhas; ECpo = Energias contidas nos ponteiros, ECfv = Energias contidas nas folhas verdes; ECPa = Energias contidas nas palhas; PpoMEV = % de ponteiros no total de matéria estranha vegetal; PfvMEV = % de folhas verdes no total de matéria estranha vegetal; PpaMEV = % de palhas no total de matéria estranha vegetal; PfvPaMEV = % de folhas verdes e palhas no total de matéria estranha vegetal, ECP = Quantidades de energia contida no palhão; EGD = Quantidades de energia contida no combustível consumido pela colhedora; ECTT = Quantidades de energia consumida no transporte; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 43. Determinação de energia disponível e consumida na operação de colheita e percentagens dos constituintes da matéria-estranha. Tratamentos T3 e T4 (CASE).

Trat./ Rep.	PCUpo (Mcal.t <sup>-1</sup> )	PCUfv (Mcal.t <sup>-1</sup> )	PCUpa (Mcal.t <sup>-1</sup> )	ECpo (EBP.t <sup>-1</sup> )	ECfv (EBP.t <sup>-1</sup> )	ECpa (EBP.t <sup>-1</sup> )	Ppo MEV (%)	PFv MEV (%)	Ppa MEV (%)	Pfvpa MEV (%)	ECP (EBP.t <sup>-1</sup> )	EGD (EBP.t <sup>-1</sup> )	ECTT (EBP.t <sup>-1</sup> )
T3R1	371,7	711,0	1990,0	0,24	0,06	0,36	70,68	9,31	20,01	29,32	0,66	0,0065	0,0005
R2	392,4	730,5	1777,0	0,28	0,06	0,22	77,69	8,70	13,61	22,31	0,55	0,0068	0,0002
R3	492,4	764,6	1967,9	0,35	0,04	0,28	78,25	5,89	15,86	21,75	0,67	0,0071	0,0002
R4	372,7	439,4	1835,1	0,28	0,03	0,17	82,66	6,83	10,52	17,34	0,48	0,0071	0,0003
R5	471,6	787,7	1961,5	0,30	0,09	0,31	69,93	12,32	17,75	30,07	0,70	0,0085	0,0003
R6	499,8	812,6	1717,0	0,40	0,03	0,14	87,62	3,56	8,82	12,38	0,56	0,0060	0,0003
R7	426,9	910,4	1751,3	0,28	0,05	0,34	72,28	6,24	21,49	27,72	0,67	0,0066	0,0004
R8	381,4	975,2	1495,3	0,22	0,10	0,35	63,18	10,80	26,02	36,82	0,66	0,0076	0,0003
<b>Médias</b>	<b>426,11</b>	<b>766,43</b>	<b>1811,89</b>	<b>0,29</b>	<b>0,06</b>	<b>0,27</b>	<b>75,29</b>	<b>7,96</b>	<b>16,76</b>	<b>24,71</b>	<b>0,62</b>	<b>0,00703</b>	<b>0,0003</b>
<b>DP</b>	<b>54,57</b>	<b>159,56</b>	<b>166,09</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>	<b>0,08</b>	<b>7,81</b>	<b>2,86</b>	<b>5,76</b>	<b>7,81</b>	<b>0,08</b>	<b>0,0008</b>	<b>0,0001</b>
<b>CV</b>	<b>12,81</b>	<b>20,82</b>	<b>9,17</b>	<b>19,68</b>	<b>45,30</b>	<b>31,31</b>	<b>10,37</b>	<b>35,97</b>	<b>34,38</b>	<b>31,59</b>	<b>12,62</b>	<b>10,861</b>	<b>31,7130</b>
T4R1	310,2	711,0	1990,0	0,15	0,09	0,57	53,53	14,76	31,72	46,47	0,81	0,0057	0,0002
R2	527,8	730,5	1777,0	0,28	0,11	0,40	58,93	16,02	25,05	41,07	0,79	0,0030	0,0002
R3	471,9	764,6	1967,9	0,08	0,15	1,05	18,87	21,97	59,16	81,13	1,28	0,0052	0,0001
R4	426,4	439,4	1835,1	0,17	0,09	0,56	43,94	22,06	34,00	56,06	0,82	0,0043	0,0001
R5	436,2	787,7	1961,5	0,11	0,21	0,74	29,07	29,07	41,86	70,93	1,06	0,0054	0,0001
R6	450,5	812,6	1717,0	0,13	0,14	0,75	32,27	19,48	48,26	67,73	1,02	0,0076	0,0003
R7	391,8	910,4	1751,3	0,12	0,12	0,82	33,33	15,00	51,67	66,67	1,06	0,0062	0,0002
R8	328,8	975,2	1495,3	0,13	0,15	0,55	42,80	16,77	40,43	57,20	0,82	0,0055	0,0001
<b>Médias</b>	<b>417,95</b>	<b>766,43</b>	<b>1811,89</b>	<b>0,15</b>	<b>0,13</b>	<b>0,68</b>	<b>39,09</b>	<b>19,39</b>	<b>41,52</b>	<b>60,91</b>	<b>0,96</b>	<b>0,00536</b>	<b>0,0002</b>
<b>DP</b>	<b>72,39</b>	<b>159,56</b>	<b>166,09</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>0,20</b>	<b>13,25</b>	<b>4,88</b>	<b>11,24</b>	<b>13,25</b>	<b>0,18</b>	<b>0,0013</b>	<b>0,0001</b>
<b>CV</b>	<b>17,32</b>	<b>20,82</b>	<b>9,17</b>	<b>41,18</b>	<b>29,85</b>	<b>29,77</b>	<b>33,89</b>	<b>25,15</b>	<b>27,08</b>	<b>21,75</b>	<b>18,37</b>	<b>24,9978</b>	<b>45,7861</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE operando normalmente; T4 = Colhedora CASE operando com os extratores desligados; PCUpo = Poderes caloríficos úteis de ponteiros; PCUfv = Poderes caloríficos úteis de folhas verdes; PCUpa = Poderes caloríficos úteis de palhas; ECpo = Energias contidas nos ponteiros; ECFv = Energias contidas nas folhas verdes; ECPa = Energias contidas nas palhas; PpoMEV = % de ponteiros no total de matéria estranha vegetal; PfvMEV = % de folhas verdes no total de matéria estranha vegetal; PpaMEV = % de palhas no total de matéria estranha vegetal; PfvPaMEV = % de folhas verdes e palhas no total de matéria estranha vegetal; ECP = Quantidades de energia contida no palheiro; EGD = Quantidades de energia contida no combustível consumido pela colhedora; ECTT = Quantidades de energia consumida no transporte; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

A Tabela 44 resume as médias obtidas pelo laboratório da usina referente a algumas variáveis tecnológicas da matéria-prima colhida.

Tabela 44. Resumo das médias de algumas variáveis das análises tecnológicas efetuadas nos quatro tratamentos.

Tratamentos	Fibra (%)	Pureza (%)	AR(%)	ATR
T1	11,79	81,22	0,73	125,8
T2	20,20	73,91	0,81	95,72
T3	12,68	80,82	0,73	136,70
T4	22,18	79,49	0,64	115,03

T1 = Colhedora CAMECO operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados; T3 = Colhedora CASE operando normalmente; T4 = Colhedora CASE operando com os extratores desligados.

A Tabela 45 apresenta as cubagens e a correspondente massa específica da carga obtida na unidade de transporte utilizada, com o objetivo de determinação de custo de transporte.

Tabela 45. Caracterização ponderal e dimensional média, da carga transportada pelas unidades rodotrem.

Tratamentos	Cubagens Reais (m <sup>3</sup> )	Massa Específica de Carga (kg.m <sup>-3</sup> )
T1	57,56	470,98
T2	55,26	265,66
T3	63,35	380,84
T4	52,01	238,44

T1 = Colhedora CAMECO operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados; T3 = Colhedora CASE operando normalmente; T4 = Colhedora CASE operando com os extratores desligados.

A Figura 30 apresenta as Capacidades Efetivas comparativas entre os quatro tratamentos.

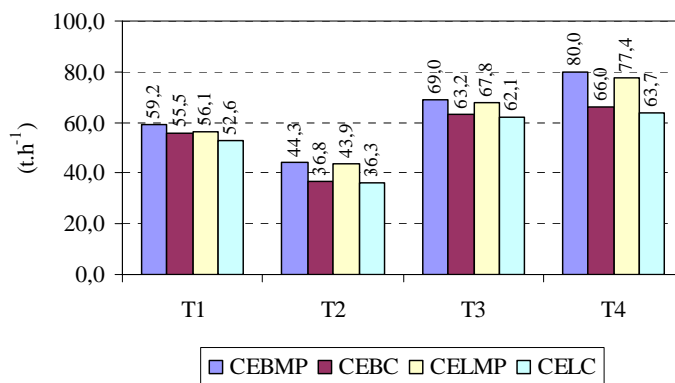


Figura 30 – Resultados de Capacidades Efetivas dos quatro tratamentos (CEBMP = Capacidade efetiva bruta de matéria-prima; CEBC = Capacidade efetiva bruta de rebolos e suas frações; CELMP = Capacidade efetiva líquida de matéria-prima; CELC = Capacidade efetiva líquida de rebolos e suas frações).

As Tabelas 46 a 53 mostram as variáveis que foram analisadas estatisticamente. Por sua vez, as Tabelas 54 e 55 tratam dos valores determinados e relativos a eficiência energética do sistema de colheita.

Tabela 46. Variáveis sujeitas à análise estatística, tratamentos T1 e T2 (CAMECO) (I).

Trat./Rep.	CUCC	CCCCP	CTPA	CCPSP	CCTE	CCD	CCPD	CPD	CPDSP	CDT	CCT
(R\$.t <sup>-1</sup> )											
T1R1	2,69	2,80	0,14	0,03	0,01	1,80	1,87	0,10	0,02	0,01	2,13
R2	2,61	2,74	0,19	0,05	0,04	1,75	1,84	0,12	0,04	0,03	2,07
R3	2,55	2,76	0,27	0,06	0,03	1,70	1,84	0,18	0,04	0,02	2,02
R4	2,64	2,75	0,16	0,06	0,03	1,77	1,84	0,11	0,04	0,02	2,10
R5	2,69	2,80	0,13	0,02	0,02	1,80	1,87	0,09	0,02	0,01	2,13
R6	2,68	2,80	0,14	0,02	0,02	1,79	1,87	0,10	0,02	0,01	2,12
R7	2,60	2,77	0,21	0,04	0,03	1,74	1,85	0,14	0,03	0,02	2,06
R8	2,67	2,81	0,16	0,02	0,01	1,79	1,88	0,10	0,01	0,01	2,12
<b>Médias</b>	<b>2,64</b>	<b>2,78</b>	<b>0,18</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>1,77</b>	<b>1,86</b>	<b>0,12</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>2,09</b>
<b>DP</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>
<b>CV</b>	<b>1,92</b>	<b>0,97</b>	<b>26,80</b>	<b>46,73</b>	<b>44,66</b>	<b>2,00</b>	<b>0,90</b>	<b>25,23</b>	<b>42,36</b>	<b>45,79</b>	<b>1,91</b>
T2R1	2,12	2,15	0,27	0,24	0,04	2,64	2,68	0,33	0,29	0,05	3,13
R2	2,00	2,08	0,36	0,29	0,06	2,50	2,59	0,45	0,36	0,07	2,96
R3	1,66	1,75	0,64	0,56	0,12	2,08	2,18	0,80	0,69	0,15	2,46
R4	1,91	2,02	0,44	0,34	0,06	2,39	2,51	0,56	0,43	0,08	2,83
R5	1,81	1,91	0,58	0,47	0,04	2,26	2,39	0,72	0,59	0,04	2,68
R6	1,92	2,06	0,46	0,32	0,04	2,40	2,57	0,57	0,40	0,05	2,84
R7	2,14	2,21	0,25	0,17	0,03	2,68	2,76	0,31	0,22	0,04	3,17
R8	2,00	2,09	0,30	0,21	0,13	2,49	2,61	0,38	0,26	0,16	2,96
<b>Médias</b>	<b>1,95</b>	<b>2,03</b>	<b>0,41</b>	<b>0,33</b>	<b>0,07</b>	<b>2,43</b>	<b>2,54</b>	<b>0,52</b>	<b>0,41</b>	<b>0,08</b>	<b>2,88</b>
<b>DP</b>	<b>0,16</b>	<b>0,14</b>	<b>0,14</b>	<b>0,13</b>	<b>0,04</b>	<b>0,20</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>0,16</b>	<b>0,05</b>	<b>0,23</b>
<b>CV</b>	<b>8,15</b>	<b>7,12</b>	<b>34,88</b>	<b>40,65</b>	<b>59,30</b>	<b>8,07</b>	<b>7,13</b>	<b>34,97</b>	<b>40,31</b>	<b>60,50</b>	<b>8,09</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados; CUCC = Custos de colheita de rebolos industrializáveis; CCCC = Custos de colheita de rebolos industrializáveis e de ponteiros; CTPA = Custos de colheita de palhão; CCPSP = Custos de colheita de palhão, sem ponteiro; CCTE = Custos da colheita de terra contida na matéria-prima, CCD = Custos de transbordo de rebolos industrializáveis; CCPD = Custos de transbordo de rebolos industrializáveis e ponteiros; CPD = Custos de transbordo de palhão, CPDSP = Custos transbordo de palhão sem ponteiro; CDT = Custos de transbordo de terra contida na matéria-prima; CCT = Custos de transporte dos rebolos industrializáveis; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 47. Variáveis sujeitas à análise estatística, tratamentos T1 e T2 (CAMECO) (II).

Trat./Rep.	CTCP	CPT	CPTSP	CTT	CCPU	CCPPU	CPPU	CPSPPU	CTPU	CMPU
	(R\$.t <sup>-1</sup> )									
T1R1	2,22	0,11	0,02	0,01	6,62	6,89	0,35	0,08	0,02	6,99
R2	2,17	0,15	0,04	0,03	6,43	6,76	0,46	0,13	0,11	6,99
R3	2,18	0,21	0,05	0,02	6,26	6,78	0,66	0,15	0,06	6,99
R4	2,18	0,13	0,04	0,03	6,51	6,77	0,40	0,14	0,08	6,99
R5	2,22	0,10	0,02	0,02	6,62	6,89	0,32	0,06	0,05	6,99
R6	2,22	0,11	0,02	0,01	6,60	6,89	0,35	0,06	0,04	6,99
R7	2,20	0,17	0,03	0,02	6,40	6,82	0,52	0,09	0,08	6,99
R8	2,23	0,12	0,01	0,01	6,58	6,92	0,39	0,05	0,02	6,99
<b>Médias</b>	<b>2,20</b>	<b>0,14</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>6,50</b>	<b>6,84</b>	<b>0,43</b>	<b>0,10</b>	<b>0,06</b>	<b>6,99</b>
<b>DP</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,13</b>	<b>0,06</b>	<b>0,11</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>
<b>CV</b>	<b>1,05</b>	<b>27,14</b>	<b>47,17</b>	<b>44,51</b>	<b>1,99</b>	<b>0,94</b>	<b>26,19</b>	<b>41,73</b>	<b>54,80</b>	<b>0,00</b>
T2R1	3,17	0,39	0,35	0,06	7,88	7,999	1,00	0,88	0,14	9,02
R2	3,07	0,54	0,42	0,09	7,46	7,742	1,35	1,07	0,22	9,03
R3	2,59	0,95	0,82	0,18	6,20	6,521	2,39	2,08	0,44	9,04
R4	2,98	0,66	0,51	0,09	7,14	7,511	1,66	1,29	0,23	9,03
R5	2,83	0,85	0,70	0,05	6,75	7,129	2,15	1,76	0,13	9,02
R6	3,04	0,68	0,48	0,06	7,16	7,664	1,71	1,21	0,15	9,02
R7	3,28	0,36	0,26	0,05	7,99	8,255	0,91	0,65	0,12	9,02
R8	3,09	0,45	0,31	0,19	7,45	7,784	1,13	0,79	0,47	9,04
<b>Médias</b>	<b>3,01</b>	<b>0,61</b>	<b>0,48</b>	<b>0,10</b>	<b>7,25</b>	<b>7,58</b>	<b>1,54</b>	<b>1,22</b>	<b>0,24</b>	<b>9,03</b>
<b>DP</b>	<b>0,21</b>	<b>0,21</b>	<b>0,19</b>	<b>0,06</b>	<b>0,59</b>	<b>0,54</b>	<b>0,54</b>	<b>0,49</b>	<b>0,14</b>	<b>0,01</b>
<b>CV</b>	<b>7,10</b>	<b>35,16</b>	<b>40,25</b>	<b>59,28</b>	<b>8,07</b>	<b>7,12</b>	<b>35,03</b>	<b>40,33</b>	<b>59,11</b>	<b>0,10</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados; CTCP = Custos de transporte de rebolos industrializáveis e de ponteiros; CPT = Custos de transporte do palhão; CPTSP = Custos de transporte de palhão sem ponteiro; CTT = Custos de transporte de terra contida na matéria-prima colhida; CCPU = Custos de rebolos industrializáveis postos na usina; CCPPU = Custos de rebolos industrializáveis e ponteiros, posto na usina; CPPU = Custos do palhão posto na usina; CPSPPU = Custos do palhão, excluído o ponteiro, posto na usina; CTPU = Custos de terra contida na matéria-prima colhida, posto na usina; CMPU = Custos da matéria-prima posta na usina; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 48. Variáveis sujeitas a análise estatística, tratamentos T1 e T2 (CAMECO) (III).

Trat./Rep.	BETS	ETCU	ECP	ECPSP	CPPU	CPSPPU	CEPU	CEPUSP
	(%)		(EBP.t <sup>-1</sup> )		(R\$.t <sup>-1</sup> )	(R\$.t <sup>-1</sup> )	(R\$.EBP <sup>-1</sup> )	
T1R1	96,48	0,0168	0,4776	0,1419	0,35	0,08	0,74	0,16
R2	97,42	0,0144	0,5558	0,2014	0,46	0,13	0,83	0,23
R3	97,60	0,0146	0,6068	0,1622	0,66	0,15	1,09	0,24
R4	95,62	0,0284	0,6485	0,3119	0,40	0,14	0,62	0,21
R5	96,36	0,0195	0,5343	0,1084	0,32	0,06	0,60	0,10
R6	97,56	0,0133	0,5462	0,0949	0,35	0,06	0,64	0,11
R7	97,46	0,0145	0,5689	0,1834	0,52	0,09	0,91	0,17
R8	96,83	0,0141	0,4436	0,0991	0,39	0,05	0,87	0,10
<b>Médias</b>	<b>96,92</b>	<b>0,02</b>	<b>0,55</b>	<b>0,16</b>	<b>0,43</b>	<b>0,10</b>	<b>0,79</b>	<b>0,17</b>
<b>DV</b>	<b>0,72</b>	<b>0,01</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,11</b>	<b>0,04</b>	<b>0,17</b>	<b>0,06</b>
<b>CV</b>	<b>0,74</b>	<b>29,67</b>	<b>11,97</b>	<b>44,15</b>	<b>26,19</b>	<b>41,73</b>	<b>21,59</b>	<b>35,04</b>
T2R1	98,02	0,0178	0,8986	0,6185	1,00	0,88	1,11	0,98
R2	98,33	0,0157	0,9414	0,4647	1,35	1,07	1,44	1,13
R3	98,69	0,0142	1,0839	0,6577	2,39	2,08	2,21	1,92
R4	98,60	0,0147	1,0518	0,6668	1,66	1,29	1,58	1,22
R5	98,58	0,0133	0,9307	0,5368	2,15	1,76	2,30	1,89
R6	98,20	0,0153	0,8492	0,4423	1,71	1,21	2,01	1,42
R7	98,74	0,0137	1,0876	0,7338	0,91	0,65	0,84	0,60
R8	98,22	0,0162	0,9098	0,6129	1,13	0,79	1,24	0,87
<b>Médias</b>	<b>98,42</b>	<b>0,02</b>	<b>0,97</b>	<b>0,59</b>	<b>1,54</b>	<b>1,22</b>	<b>1,59</b>	<b>1,25</b>
<b>DV</b>	<b>0,26</b>	<b>0,00</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>	<b>0,54</b>	<b>0,49</b>	<b>0,53</b>	<b>0,47</b>
<b>CV</b>	<b>0,27</b>	<b>9,71</b>	<b>9,49</b>	<b>17,24</b>	<b>35,03</b>	<b>40,33</b>	<b>33,62</b>	<b>37,44</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados; BETS = Balanços energéticos dos sistemas (energia líquida posta nas usinas); ETCU = Consumos totais de energia pelos sistemas; ECP = Custos de energia contidas no palhão, da matéria-prima; ECPSP = Energias contidas no palhão, sem ponto; CPPU = Custos do palhão posto nas usinas; CPSPPU = Custos do palhão, excluído o ponto, posto nas usinas; CEPU = Custos da energia, na forma de palhão, posta nas usinas; CEPUSP = Custos da energia contida no palhão, sem ponto, posta nas usinas; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 49. Variáveis sujeitas a análise estatística, tratamentos T3 e T4 (CASE) (I).

Trat./Rep.	CUCC	CCCP	CTPA	CCPSP	CCTE	CCD	CCPD	CPD	CPDSP	CDT	CCT
	(R\$.t <sup>-1</sup> )										
T3R1	1,79	1,85	0,09	0,03	0,01	1,80	1,86	0,09	0,03	0,01	2,13
R2	1,67	1,83	0,21	0,05	0,02	1,67	1,83	0,21	0,05	0,02	1,98
R3	1,69	1,84	0,19	0,04	0,01	1,70	1,85	0,19	0,04	0,01	2,01
R4	1,70	1,85	0,19	0,03	0,00	1,70	1,86	0,19	0,03	0,00	2,02
R5	1,71	1,83	0,18	0,05	0,00	1,72	1,84	0,18	0,05	0,01	2,03
R6	1,73	1,85	0,14	0,02	0,02	1,74	1,86	0,14	0,02	0,02	2,06
R7	1,77	1,85	0,11	0,03	0,00	1,78	1,86	0,11	0,03	0,00	2,11
R8	1,72	1,82	0,16	0,06	0,01	1,73	1,83	0,16	0,06	0,01	2,05
<b>Médias</b>	<b>1,72</b>	<b>1,84</b>	<b>0,16</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>1,73</b>	<b>1,85</b>	<b>0,16</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>2,05</b>
<b>DP</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,05</b>
<b>CV</b>	<b>2,34</b>	<b>0,65</b>	<b>26,61</b>	<b>35,00</b>	<b>95,37</b>	<b>2,49</b>	<b>0,73</b>	<b>26,61</b>	<b>35,00</b>	<b>75,59</b>	<b>2,47</b>
T4R1	1,22	1,32	0,17	0,08	0,01	2,38	2,56	0,33	0,16	0,03	2,81
R2	1,24	1,33	0,15	0,06	0,02	2,41	2,58	0,30	0,12	0,04	2,84
R3	1,11	1,16	0,29	0,23	0,02	2,15	2,25	0,56	0,45	0,03	2,54
R4	1,09	1,22	0,29	0,16	0,03	2,11	2,36	0,57	0,32	0,06	2,50
R5	0,88	1,03	0,52	0,37	0,02	1,71	2,00	1,00	0,71	0,03	2,02
R6	1,24	1,29	0,16	0,11	0,01	2,40	2,51	0,31	0,21	0,02	2,84
R7	1,22	1,28	0,17	0,11	0,02	2,37	2,48	0,33	0,22	0,04	2,80
R8	1,14	1,24	0,23	0,13	0,04	2,21	2,41	0,45	0,26	0,08	2,62
<b>Médias</b>	<b>1,14</b>	<b>1,23</b>	<b>0,25</b>	<b>0,16</b>	<b>0,02</b>	<b>2,22</b>	<b>2,39</b>	<b>0,48</b>	<b>0,31</b>	<b>0,04</b>	<b>2,62</b>
<b>DP</b>	<b>0,12</b>	<b>0,10</b>	<b>0,12</b>	<b>0,10</b>	<b>0,01</b>	<b>0,24</b>	<b>0,19</b>	<b>0,24</b>	<b>0,19</b>	<b>0,02</b>	<b>0,28</b>
<b>CV</b>	<b>10,66</b>	<b>8,06</b>	<b>50,04</b>	<b>64,54</b>	<b>46,64</b>	<b>10,70</b>	<b>8,06</b>	<b>49,18</b>	<b>62,78</b>	<b>47,50</b>	<b>10,66</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE operando normalmente; T4 = Colhedora CASE operando com os extratores desligados; CUCC = Custos de colheita de rebolos industrializáveis; CCCP = Custos de colheita de rebolos industrializáveis e de ponteiros; CTPA = Custos de colheita de palhão; CCPSP = Custos de colheita de palhão, sem ponteiro; CCTE = Custos da colheita de terra contida na matéria-prima, CCD = Custos de transbordo de rebolos industrializáveis; CCPD = Custos de transbordo de rebolos industrializáveis e ponteiros; CPD = Custos de transbordo de palhão sem ponteiro; CPDSP = Custos de transbordo de palhão sem ponteiro; CDT = Custos de transbordo de terra contida na matéria-prima; CCT = Custos de transporte dos rebolos industrializáveis; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 50. Variáveis sujeitas a análise estatística, tratamentos T3 e T4 (CASE) (II).

Trat./Rep.	CTCP	CPT	CPTSP	CTT	CCPU	CCPPU	CPPU	CPSPPU	CTPU	CMPU
	(R\$.t <sup>-1</sup> )									
T3R1	2,20	0,11	0,03	0,02	5,71	5,91	0,29	0,09	0,04	6,04
R2	2,17	0,25	0,05	0,03	5,32	5,83	0,66	0,15	0,07	6,05
R3	2,19	0,23	0,05	0,02	5,39	5,87	0,61	0,13	0,05	6,05
R4	2,21	0,23	0,04	0,00	5,42	5,92	0,61	0,11	0,01	6,04
R5	2,18	0,21	0,06	0,01	5,45	5,85	0,57	0,17	0,02	6,04
R6	2,21	0,17	0,02	0,02	5,54	5,93	0,45	0,06	0,06	6,05
R7	2,21	0,13	0,04	0,01	5,67	5,93	0,36	0,10	0,01	6,04
R8	2,17	0,19	0,07	0,01	5,50	5,82	0,52	0,19	0,03	6,04
<b>Médias</b>	<b>2,19</b>	<b>0,19</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>5,50</b>	<b>5,88</b>	<b>0,51</b>	<b>0,13</b>	<b>0,04</b>	<b>6,04</b>
<b>DP</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,14</b>	<b>0,05</b>	<b>0,13</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>
<b>CV</b>	<b>0,80</b>	<b>26,39</b>	<b>35,63</b>	<b>61,72</b>	<b>2,46</b>	<b>0,78</b>	<b>25,81</b>	<b>34,74</b>	<b>62,45</b>	<b>0,09</b>
T4R1	3,024	0,40	0,18	0,03	6,41	6,90	0,90	0,42	0,07	7,39
R2	3,052	0,35	0,15	0,04	6,49	6,96	0,81	0,33	0,10	7,39
R3	2,665	0,66	0,54	0,04	5,79	6,08	1,51	1,22	0,09	7,39
R4	2,795	0,67	0,38	0,07	5,70	6,37	1,54	0,86	0,16	7,39
R5	2,362	1,19	0,84	0,04	4,60	5,39	2,71	1,92	0,08	7,39
R6	2,963	0,37	0,25	0,03	6,48	6,76	0,85	0,57	0,06	7,39
R7	2,930	0,39	0,26	0,05	6,39	6,68	0,89	0,59	0,11	7,39
R8	2,846	0,53	0,30	0,09	5,97	6,49	1,21	0,69	0,21	7,39
<b>Médias</b>	<b>2,83</b>	<b>0,57</b>	<b>0,36</b>	<b>0,05</b>	<b>5,98</b>	<b>6,45</b>	<b>1,30</b>	<b>0,83</b>	<b>0,11</b>	<b>7,39</b>
<b>DP</b>	<b>0,23</b>	<b>0,28</b>	<b>0,23</b>	<b>0,02</b>	<b>0,64</b>	<b>0,52</b>	<b>0,64</b>	<b>0,52</b>	<b>0,05</b>	<b>0,00</b>
<b>CV</b>	<b>8,04</b>	<b>49,35</b>	<b>63,02</b>	<b>43,08</b>	<b>10,73</b>	<b>8,03</b>	<b>49,15</b>	<b>63,21</b>	<b>46,10</b>	<b>0,00</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE operando normalmente; T4 = Colhedora CASE operando com os extratores desligados; CTCP = Custos de transporte de rebolos industrializáveis e de ponteiros; CPT = Custos de transporte do palhão; CPTSP = Custos de transporte de palhão sem ponteiro; CTT = Custos de transporte de terra contida na matéria-prima colhida; CCPU = Custos de rebolos industrializáveis postos na usina; CCPPU = Custos de rebolos industrializáveis e ponteiros, posto na usina; CPPU = Custos do palhão posto na usina; CPSPPU = Custos do palhão, excluído o ponteiro, posto na usina; CTPU = Custos de terra contida na matéria-prima colhida, posto na usina; CMPU = Custos da matéria-prima posta na usina; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 51. Variáveis sujeitas a análise estatística, tratamentos T3 e T4 (CASE) (III).

Trat./Rep.	BETS	ETCU	ECP	ECPSP	CPPU	CPSPPU	CEPU	CEPUSP
	(%)		(EBP.t <sup>-1</sup> )		(R\$.t <sup>-1</sup> )	(R\$.t <sup>-1</sup> )	(R\$.EBP <sup>-1</sup> )	(R\$.EBP <sup>-1</sup> )
T3R1	98,09	0,0125	0,6567	0,3210	0,29	0,09	0,44	0,16
R2	97,67	0,0129	0,5511	0,1968	0,66	0,15	1,20	0,23
R3	98,04	0,0131	0,6705	0,2258	0,61	0,13	0,90	0,24
R4	97,03	0,0143	0,4796	0,1430	0,61	0,11	1,27	0,21
R5	97,88	0,0149	0,6999	0,2740	0,57	0,17	0,82	0,10
R6	97,86	0,0120	0,5584	0,1070	0,45	0,06	0,80	0,11
R7	98,05	0,0131	0,6698	0,2842	0,36	0,10	0,54	0,17
R8	97,96	0,0135	0,6641	0,3197	0,52	0,19	0,78	0,10
<b>Médias</b>	<b>97,82</b>	<b>0,01</b>	<b>0,62</b>	<b>0,23</b>	<b>0,51</b>	<b>0,13</b>	<b>0,84</b>	<b>0,17</b>
<b>DV</b>	<b>0,35</b>	<b>0,00</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,13</b>	<b>0,04</b>	<b>0,29</b>	<b>0,06</b>
<b>CV</b>	<b>0,36</b>	<b>7,06</b>	<b>12,66</b>	<b>34,23</b>	<b>25,81</b>	<b>34,74</b>	<b>33,93</b>	<b>35,04</b>
T4R1	98,26	0,0142	0,8147	0,5346	0,90	0,42	1,11	0,98
R2	98,69	0,0104	0,7886	0,3119	0,81	0,33	1,02	1,13
R3	99,00	0,0128	1,2835	0,8573	1,51	1,22	1,17	1,92
R4	98,49	0,0124	0,8201	0,4351	1,54	0,86	1,88	1,22
R5	98,71	0,0137	1,0628	0,6689	2,71	1,92	2,55	1,89
R6	98,31	0,0172	1,0225	0,6156	0,85	0,57	0,83	1,42
R7	98,67	0,0141	1,0584	0,7046	0,89	0,59	0,84	0,60
R8	98,44	0,0128	0,8208	0,5238	1,21	0,69	1,48	0,87
<b>Médias</b>	<b>98,57</b>	<b>0,01</b>	<b>0,96</b>	<b>0,58</b>	<b>1,30</b>	<b>0,83</b>	<b>1,36</b>	<b>1,25</b>
<b>DV</b>	<b>0,24</b>	<b>0,00</b>	<b>0,18</b>	<b>0,17</b>	<b>0,64</b>	<b>0,52</b>	<b>0,59</b>	<b>0,47</b>
<b>CV</b>	<b>0,25</b>	<b>14,43</b>	<b>18,41</b>	<b>29,05</b>	<b>49,15</b>	<b>63,21</b>	<b>43,65</b>	<b>37,44</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE operando normalmente; T4 = Colhedora CASE operando com os extratores desligados; BETS = Balanços energéticos dos sistemas (energia líquida posta nas usinas); ETCU = Consumos totais de energia pelos sistemas; ECP = Custos de energia contidas no palhão, da matéria-prima; ECPSP = Energias contidas no palhão, sem ponto; CPPU = Custos do palhão posto nas usinas; CPSPPU = Custos do palhão, excluindo o ponto, posto nas usinas; CEPU = Custos da energia, na forma de palhão, posta nas usinas; CEPUSP = Custos da energia contida no palhão, sem ponto, posta nas usinas; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 52. Resultados médios, por tratamento e médias por tipo de operação.

Valores Médios	CMPC	CUCC	CCCCP	CTPA	CCPSP	CCTE	CCD	CCPD	CPD	CPDSP	CDT	CCT
(R\$.t <sup>-1</sup> )												
T1	2,84	2,64	2,78	0,18	0,04	0,02	1,77	1,86	0,12	0,03	0,02	2,09
T2	2,42	1,95	2,03	0,41	0,33	0,06	2,43	2,54	0,51	0,41	0,08	2,88
T3	1,89	1,72	1,84	0,16	0,04	0,01	1,73	1,85	0,16	0,04	0,01	2,05
T4	1,41	1,14	1,23	0,25	0,16	0,02	2,22	2,39	0,48	0,31	0,04	2,62
<b>Médias (T1 e T3)</b>	<b>2,37</b>	<b>2,18</b>	<b>2,31</b>	<b>0,17</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>1,75</b>	<b>1,86</b>	<b>0,14</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>2,07</b>
<b>Médias (T2 e T4)</b>	<b>1,92</b>	<b>1,55</b>	<b>1,63</b>	<b>0,33</b>	<b>0,25</b>	<b>0,04</b>	<b>2,33</b>	<b>2,47</b>	<b>0,50</b>	<b>0,36</b>	<b>0,06</b>	<b>2,75</b>

T1 = Colhedora CAMECO operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados; T3 = Colhedora CASE operando normalmente; T4 = Colhedora CASE operando com os extratores desligados; CMPC = Custos de colheita da matéria-prima; CUCC = Custos de colheita de rebolos industrializáveis; CCCC = Custos de colheita de rebolos industrializáveis e de ponteiros; CTPA = Custos de colheita de palhão; CCPSP = Custos de colheita de palhão, sem ponteiro; CCTE = Custos da colheita de terra contida na matéria-prima; CCD = Custos de transbordo de rebolos industrializáveis; CCPD = Custos de transbordo de rebolos industrializáveis e ponteiros; CPD = Custos de transbordo de palhão; CPDSP = Custos transbordo de palhão sem ponteiro; CDT = Custos de transbordo de terra contida na matéria-prima; CCT = Custos de transporte dos rebolos industrializáveis.

Tabela 53. Resultados médios, por tratamento e médias por tipo de operação.

Valores Médios	CTCP	CPT	CPTSP	CTT	CCPU	CCPPU	CPPU	CPSPPU	CTPU	CMPU	CTCP	CPT
(R\$.t <sup>-1</sup> )												
T1	2,20	0,14	0,03	0,02	6,50	6,84	0,43	0,09	0,06	6,99	2,20	0,14
T2	3,01	0,61	0,48	0,09	7,25	7,58	1,54	1,22	0,24	9,03	3,01	0,61
T3	2,19	0,19	0,05	0,01	5,50	5,88	0,51	0,13	0,04	6,04	2,19	0,19
T4	2,83	0,57	0,36	0,05	5,98	6,45	1,30	0,83	0,11	7,39	2,83	0,57
<b>Médias (T1 e T3)</b>	<b>2,20</b>	<b>0,17</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>6,00</b>	<b>6,36</b>	<b>0,47</b>	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>6,52</b>	<b>2,20</b>	<b>0,17</b>
<b>Médias (T2 e T4)</b>	<b>2,92</b>	<b>0,59</b>	<b>0,42</b>	<b>0,07</b>	<b>6,62</b>	<b>7,02</b>	<b>1,42</b>	<b>1,03</b>	<b>0,18</b>	<b>8,21</b>	<b>2,92</b>	<b>0,59</b>

T1 = Colhedora CAMECO operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados; T3 = Colhedora CASE operando normalmente; T4 = Colhedora CASE operando com os extratores desligados; CTCP = Custos de transporte de rebolos industrializáveis e de ponteiros; CPT = Custos de transporte do palhão; CPTSP = Custos de transporte de palhão sem ponteiro; CTT = Custos de transporte de terra contida na matéria-prima colhida; CCPU = Custos de rebolos industrializáveis postos na usina; CCPPU = Custos de rebolos industrializáveis e ponteiros, posto na usina; CPPU = Custos do palhão posto na usina; CPSPPU = Custos do palhão, excluído o ponteiro, posto na usina; CTPU = Custos de terra contida na matéria-prima colhida, posto na usina; CMPU = Custos da matéria-prima posta na usina.

Tabela 54. Quantidades de energia consumidas nas operações, balanço (eficiência) energético e graus de umidade dos constituintes vegetais do palhicho (Tratamentos T1 e T2).

Trat./Rep.	ECTC	ECTT	EGD (EBP.t <sup>-1</sup> )	ETCU	ECP	BETS	UPUfv (%)	UPUpa	UPUpo
T1R1	0,0046	0,0005	0,0117	0,0168	0,4776	96,48	70,28	37,32	83,59
R2	0,0042	0,0004	0,0098	0,0144	0,5558	97,42	70,04	32,15	73,33
R3	0,0038	0,0002	0,0106	0,0146	0,6068	97,60	69,13	28,87	75,96
R4	0,0063	0,0006	0,0215	0,0284	0,6485	95,62	68,34	22,40	78,11
R5	0,0061	0,0008	0,0126	0,0195	0,5343	96,36	79,84	25,32	77,65
R6	0,0044	0,0005	0,0085	0,0133	0,5462	97,56	68,99	32,74	76,97
R7	0,0049	0,0004	0,0092	0,0145	0,5689	97,46	53,78	17,68	79,74
R8	0,0045	0,0005	0,0092	0,0141	0,4436	96,83	67,09	24,27	82,71
<b>Médias</b>	<b>0,0049</b>	<b>0,0005</b>	<b>0,0116</b>	<b>0,0170</b>	<b>0,5477</b>	<b>96,92</b>	<b>68,44</b>	<b>27,59</b>	<b>78,51</b>
<b>DV</b>	<b>0,0009</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0042</b>	<b>0,0050</b>	<b>0,0656</b>	<b>0,72</b>	<b>7,11</b>	<b>6,38</b>	<b>3,41</b>
<b>CV</b>	<b>18,4088</b>	<b>35,4233</b>	<b>36,2213</b>	<b>29,6750</b>	<b>11,9726</b>	<b>0,74</b>	<b>10,38</b>	<b>23,12</b>	<b>4,35</b>
T2R1	0,0064	0,0003	0,0111	0,0178	0,8986	98,02	70,28	37,32	83,59
R2	0,0061	0,0002	0,0094	0,0157	0,9414	98,33	70,04	32,15	73,33
R3	0,0056	0,0001	0,0085	0,0142	1,0839	98,69	69,13	28,87	75,96
R4	0,0052	0,0002	0,0093	0,0147	1,0518	98,60	68,34	22,40	78,11
R5	0,0049	0,0001	0,0082	0,0133	0,9307	98,58	79,84	25,32	77,65
R6	0,0056	0,0002	0,0096	0,0153	0,8492	98,20	68,99	32,74	76,97
R7	0,0050	0,0003	0,0085	0,0137	1,0876	98,74	53,78	17,68	79,74
R8	0,0054	0,0002	0,0105	0,0162	0,9098	98,22	67,09	24,27	82,71
<b>Médias</b>	<b>0,0055</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0094</b>	<b>0,0151</b>	<b>0,9691</b>	<b>98,42</b>	<b>68,44</b>	<b>27,59</b>	<b>78,51</b>
<b>DV</b>	<b>0,0005</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0010</b>	<b>0,0015</b>	<b>0,0919</b>	<b>0,26</b>	<b>7,11</b>	<b>6,38</b>	<b>3,41</b>
<b>CV</b>	<b>9,4172</b>	<b>37,7964</b>	<b>10,8101</b>	<b>9,7085</b>	<b>9,4865</b>	<b>0,27</b>	<b>10,38</b>	<b>23,12</b>	<b>4,35</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO operando com os extratores desligados; ECTC = Quantidade de energia consumida no transbordo; ECTT = Quantidade de energia consumida no transporte; EGD = Quantidade de energia contida no combustível consumido pela colhedora; ETCU = Consumo total de energia pelo sistema; ECP = Quantidade de energia contida no palhicho, da matéria-prima; BETS = Balanço energético do sistema (energia líquida posta na usina); UPUfv = Umidade das folhas verdes; UPUpa = Umidade das palhas; UPUpo = Umidade dos ponteiros; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 55. Quantidades de energia consumidas nas operações, balanço (eficiência) energético e graus de umidade dos constituintes vegetais do palhicho (Tratamentos T3 e T4).

Trat./Rep.	ECTC	ECTT	EGD (EBP.t <sup>-1</sup> )	ETCU	ECP	BETS	UPUfv (%)	UPUpa	UPUpo
T3R1	0,0039	0,0021	0,0065	0,0125	0,6567	98,09	65,25	6,08	83,59
R2	0,0039	0,0021	0,0068	0,0129	0,5511	97,67	64,35	15,95	73,33
R3	0,0039	0,0021	0,0071	0,0131	0,6705	98,04	62,76	7,10	75,96
R4	0,0050	0,0021	0,0071	0,0143	0,4796	97,03	77,86	13,26	78,11
R5	0,0042	0,0021	0,0085	0,0149	0,6999	97,88	61,69	7,40	77,65
R6	0,0039	0,0021	0,0060	0,0120	0,5584	97,86	60,54	18,72	76,97
R7	0,0043	0,0021	0,0066	0,0131	0,6698	98,05	56,00	17,14	79,74
R8	0,0038	0,0021	0,0076	0,0135	0,6641	97,96	52,99	28,99	82,71
<b>Médias</b>	<b>0,0041</b>	<b>0,0021</b>	<b>0,0070</b>	<b>0,0133</b>	<b>0,6188</b>	<b>97,82</b>	<b>62,68</b>	<b>14,33</b>	<b>78,51</b>
<b>DV</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0008</b>	<b>0,0009</b>	<b>0,0783</b>	<b>0,35</b>	<b>7,41</b>	<b>7,69</b>	<b>3,41</b>
<b>CV</b>	<b>9,6775</b>	<b>0,0000</b>	<b>10,8610</b>	<b>7,0649</b>	<b>12,6589</b>	<b>0,36</b>	<b>11,82</b>	<b>53,68</b>	<b>4,35</b>
T4R1	0,0045	0,0039	0,0057	0,0142	0,8147	98,26	65,25	6,08	83,59
R2	0,0035	0,0039	0,0030	0,0104	0,7886	98,69	64,35	15,95	73,33
R3	0,0036	0,0039	0,0052	0,0128	1,2835	99,00	62,76	7,10	75,96
R4	0,0041	0,0039	0,0043	0,0124	0,8201	98,49	77,86	13,26	78,11
R5	0,0044	0,0039	0,0054	0,0137	1,0628	98,71	61,69	7,40	77,65
R6	0,0057	0,0039	0,0076	0,0172	1,0225	98,31	60,54	18,72	76,97
R7	0,0039	0,0039	0,0062	0,0141	1,0584	98,67	56,00	17,14	79,74
R8	0,0034	0,0039	0,0055	0,0128	0,8208	98,44	52,99	28,99	82,71
<b>Médias</b>	<b>0,0041</b>	<b>0,0039</b>	<b>0,0054</b>	<b>0,0135</b>	<b>0,9589</b>	<b>98,57</b>	<b>62,68</b>	<b>14,33</b>	<b>78,51</b>
<b>DV</b>	<b>0,0008</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0013</b>	<b>0,0019</b>	<b>0,1766</b>	<b>0,24</b>	<b>7,41</b>	<b>7,69</b>	<b>3,41</b>
<b>CV</b>	<b>18,1298</b>	<b>0,0000</b>	<b>24,9978</b>	<b>14,4278</b>	<b>18,4133</b>	<b>0,25</b>	<b>11,82</b>	<b>53,68</b>	<b>4,35</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE operando normalmente; T2 = Colhedora CASE operando com os extratores desligados; ECTC = Quantidade de energia consumida no transbordo; ECTT = Quantidade de energia consumida no transporte; EGD = Quantidade de energia contida no combustível consumido pela colhedora; ETCU = Consumo total de energia pelo sistema; ECP = Quantidade de energia contida no palhicho, da matéria-prima; BETS = Balanço energético do sistema (energia líquida posta na usina); UPUfv = Umidade das folhas verdes; UPUpa = Umidade das palhas; UPUpo = Umidade dos ponteiros; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

As Figuras 31 a 34 permitem visualizar os resultados obtidos nos quatro tratamentos estudados relativos a custos de colheita, transbordo, transporte e posto na usina, em relação à matéria-prima.

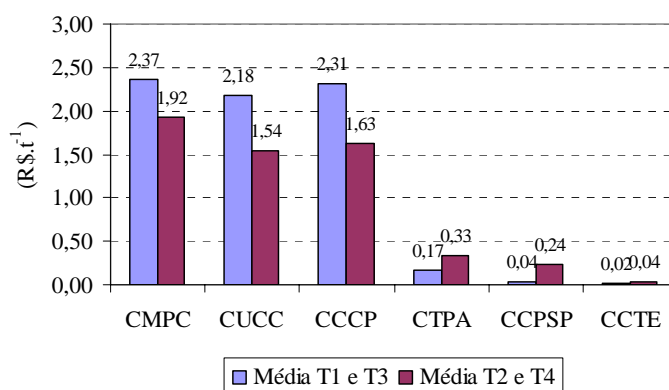


Figura 31 – Comparação entre as médias dos tipos de colheita convencional e integral (CMPC= Custo de colheita de matéria-prima; CUCC = Custo de colheita de rebolos industrializáveis; CCCP = Custo de colheita de rebolos industrializáveis e de ponteiros; CTPA = Custo de colheita de palhiço; CCPSP = Custo de colheita de palhiço, sem ponteiro; CTE = Custo da colheita de terra contida na matéria-prima).

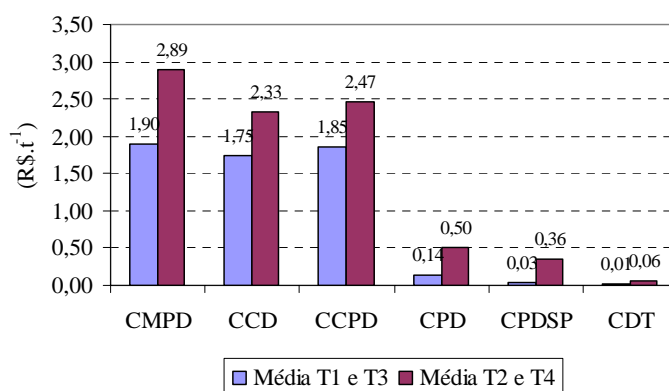


Figura 32 – Comparação entre as médias dos tipos de colheita convencional e integral (CMPD= Custo de transbordo de matéria-prima; CCD = Custo de transbordo de rebolos industrializáveis; CCPD = Custo de transbordo de rebolos industrializáveis e ponteiros; CPD = Custo de transbordo de palhiço; CPDSP = Custo transbordo de palhiço sem ponteiro; CDT= Custo de transbordo de terra contida na matéria-prima).

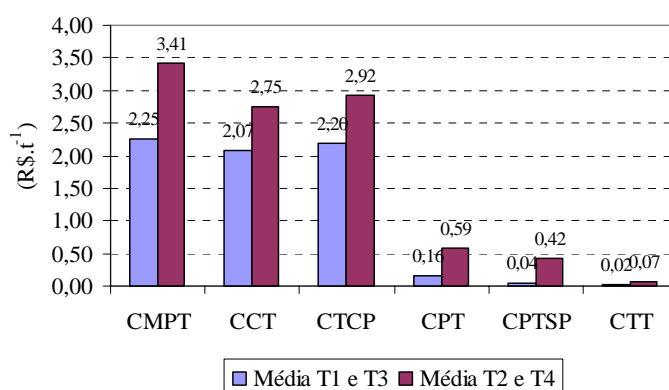


Figura 33 – Comparação entre as médias dos tipos de colheita convencional e integral (CMPT= Custo de transporte de matéria-prima; CCT = Custo de transporte dos rebolos industrializáveis; CTCP = Custo de transporte de rebolos industrializáveis e de ponteiros; CPT = Custo de transporte do palhiço; CPTSP = Custo de transporte de palhiço sem ponteiro; CTT = Custo de transporte de terra contida na matéria-prima colhida).

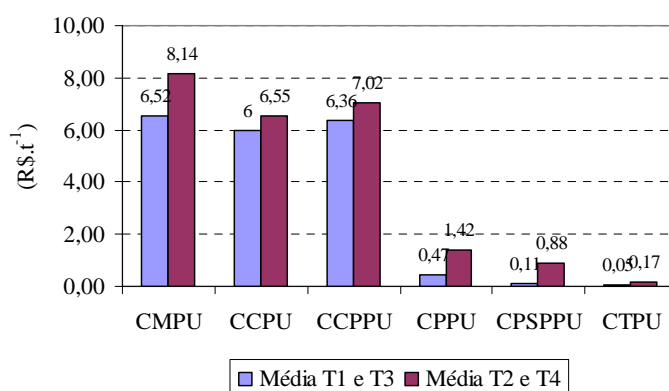


Figura 34 – Comparação entre as médias dos tipos de colheita convencional e integral (CMPU= Custo da matéria-prima posta na usina; CCPU = Custo de rebolos industrializáveis postos na usina; CCPPU = Custo de rebolos industrializáveis e ponteiros, posto na usina; CPPU= Custo do palhiço posto na usina; CPSPPU = Custo do palhiço, excluído o ponteiro, posto na usina; CTPU = Custo de terra contida na matéria-prima colhida, posto na usina).

Considerando os resultados da análise estatística, permite-se as seguintes análises:

O CCPSP (R\$.t<sup>-1</sup>), custo do palhiço sem a porção ponteiro, nos tratamentos T1 e T3 (colhedoras operando convencionalmente) foram iguais e mais baratos que os outros tratamentos.

O CUCC ( $R\$.t^{-1}$ ), custo de colheita de rebolos industrializáveis e CCCP ( $R\$.t^{-1}$ ), custo de colheita de rebolos industrializáveis e ponteiros, apresentaram diferenças significativas em todos os tratamentos, sendo que o mais barato foi o tratamento T4 (CASE com extratores desligados).

O CTPA ( $R\$.t^{-1}$ ), custo de colheita de palhiço do tratamento T3 apresentou menor valor mas não diferiu estatisticamente do T4, diferindo apenas de T2.

O CCD ( $R\$.t^{-1}$ ), custo de transbordo de rebolos industrializáveis, que apresentou o melhor custo foi dos tratamentos T1 e T3 (colhedoras operando convencionalmente), os quais não diferiram entre si. Por sua vez, os demais tratamentos também não diferiram entre si, o que evidencia que colhedoras operando com extratores desligados encarecem o custo do transbordo.

O CCPD ( $R\$.t^{-1}$ ), custo de transbordo de rebolos industrializáveis e ponteiros, dos tratamentos T1 e T3 não diferiram entre si, mas diferiram de T2 e T4, que, por sua vez, não diferiram entre si, sendo o que se mostrou mais barato foi o tratamento T3 (CASE operando convencionalmente).

O CPD ( $R\$.t^{-1}$ ), custo de transbordo do palhiço e o CPDSP ( $R\$.t^{-1}$ ), custo de transbordo de palhiço, sem ponteiros não apresentaram diferenças entre os tratamentos T1 e T3 (colhedoras operando normalmente), diferindo dos demais, que também não apresentaram diferenças entre eles. Permite-se afirmar que a operação das colhedoras com os extratores desligados encarece o custo do transbordo de palhiço e de palhiço sem ponteiros.

O CDT ( $R\$.t^{-1}$ ), custo de transbordo de terra contida na matéria-prima, mostra que os tratamentos T1 e T3 (colhedoras operando convencionalmente) não diferem entre si e apresentam menores custos em relação aos outros dois tratamentos.

O CCT ( $R\$.t^{-1}$ ), custo de transporte dos rebolos industrializáveis, ao nível de 5%, mostrou que todos os tratamentos diferiram entre si, sendo o melhor o T3. Por sua vez, ao nível de 1% de significância, os tratamentos T1 e T3 (CASE operando convencionalmente) não diferiram entre si, apresentando menores custos, mas diferiram dos demais, os quais, não diferiram entre si.

O CCPU ( $R\$.t^{-1}$ ), custo dos rebolos postos na usina, mostra o tratamento T2 (CAMECO operando com extratores desligados), ao nível de 5%, como tendo o maior custo e diferindo dos demais e, o tratamento T3 (CASE, operando convencionalmente)

com o menor custo, também diferindo de T2 e não diferindo de T4. Ao nível de 1% de probabilidade, o tratamento T2 não diferiu de T3 e T4, enquanto que o T3 (CASE, operando convencionalmente) somente difere dos tratamentos T1 e T2.

O CTCPCP (R\$.t<sup>-1</sup>), custo de transporte de rebolos industrializáveis e de ponteiros, dos tratamentos T1 e T3 não diferiram entre si, mas diferiram de T2 e T4, que por sua vez, não diferiram entre si ao nível de 1% e os que melhor se comportaram foram T1 (CAMECO operando convencionalmente) e T3.

O CPT (R\$.t<sup>-1</sup>), custo de transporte do palhiço e CPTSP (R\$/t), custo de transporte de palhiço sem ponteiro; dos tratamentos com colhedoras operando convencionalmente apresentaram melhores resultados e não diferiram entre si, o que vale dizer que colhedoras operando com extratores desligados, encarecem estas variáveis.

O CTT (R\$.t<sup>-1</sup>), custo de transporte de terra contida na matéria-prima colhida, do tratamento T4 (CASE, operando com extratores desligados) diferiu de T1 e T3 e não diferiu de T2. O tratamento T3 apresentou o menor custo, porém não diferiu de T1 e T4.

O CCPPU (R\$.t<sup>-1</sup>), custo de rebolos industrializáveis e ponteiros, postos na usina, apresentou o tratamento T3 com menor custo, não diferindo de T4, ao nível de 1%. Os tratamentos T1 e T2 diferiram entre si, mas T1 não diferiu de T4.

O CTPU (R\$.t<sup>-1</sup>), custo de terra contida na matéria-prima colhida, posto na usina, dos tratamentos T1, T3 e T4 não diferiam entre si a 1%, sendo que T2 foi o mais caro, apenas não diferiu de T4.

O CMPU (R\$.t<sup>-1</sup>), custo da matéria-prima posta na usina, ao nível de 1%, de menor custo foi o do tratamento T3 (CASE, operando convencionalmente), diferindo significativamente dos demais. O tratamento T2 (CAMECO, operando com extratores desligados), foi o mais oneroso e diferiu dos demais.

O BETS (%), balanço energético do sistema (energia líquida posta na usina), ao nível de 5%, apresentou o tratamento T4 (CASE, operando com extratores desligados) como diferindo de T1 e T3 e apresentando melhor balanço energético (ou eficiência energética). O tratamento T2 (CAMECO, operando com extratores desligados) diferiu do T1 (CAMECO, operando convencionalmente), enquanto que o tratamento T3 (CASE, operando convencionalmente) diferiu dos demais. Por fim, o tratamento T1 (CAMECO, operando convencionalmente) diferiu de todos os demais. Ao nível de 1% de

probabilidade, os comportamentos dos tratamentos foram diferentes. O tratamento T1 (CAMECO, operando convencionalmente) diferiu dos demais e apresentou o pior balanço energético (eficiência energética). O tratamento T2 não diferiu de T4, mas diferiu de T3.

O CPPU ( $R\$.t^{-1}$ ), custo do palhiço posto na usina, ao nível de 1% de significância, apresentou os tratamentos T2 (CAMECO, operando com extratores desligados) e T4 (CASE, operando com extratores desligados) não diferindo entre si, mas diferiram significativamente de T1 (CAMECO, operando convencionalmente) e T3 (CASE, operando convencionalmente). Assim, os melhores tratamentos foram T1 e T3. Por sua vez, ao nível de 5% de significância, o tratamento T4 não diferiu de T2, que diferiram dos demais. Os tratamentos T1 e T3 não diferiram entre si e apresentaram os menores custos.

O CEPU ( $R\$.EBP^{-1}$ ), custo da energia na forma de palhiço posta na usina, ao nível de 5%, apresentou o tratamento T4 (CASE, operando com extratores desligados), não diferindo de T2 (CAMECO, operando com extratores desligados), ambos com os maiores custos encontrados, porém diferiram dos demais. Estes por sua vez (tratamentos T1 e T3), não diferiram entre si. Ao nível de 1% de probabilidade, o tratamento T4 diferiu de T1, sendo este o que apresentou menor custo, porém não diferiu de T3.

O ETCU ( $EBP.t^{-1}$ ), consumo total de energia pelo sistema, não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos.

O ECP ( $EBP.t^{-1}$ ), quantidade de energia contida no palhiço e a ECPSP ( $EBP.t^{-1}$ ), energia contida no palhiço sem ponteiro da matéria-prima, apresentaram melhores comportamentos nos tratamentos T1 (CAMECO, operando convencionalmente) e T3 (CASE, operando convencionalmente), não diferindo entre si. Por sua vez, os tratamentos T2 e T4 não diferiram entre si.

O CPSPPU ( $R\$.t^{-1}$ ), custo do palhiço sem ponteiro posto na usina e o CEPUSP ( $R\$.EBP^{-1}$ ), custo da energia contida no palhiço sem ponteiro posta na usina, apresentaram com os menores custos os tratamentos T1 e T3, não diferindo entre si, mas diferindo dos demais.

O CEPUSP ( $R\$.EBP^{-1}$ ), custo da energia do palhiço sem ponteiro posto na usina, dos tratamentos T1 e T3 (convencional) diferiam de T2 e T4 (integral) encarecendo estes dois últimos.

Não se efetuaram as discussões entre os resultados aqui obtidos com os resultados apresentados no capítulo Revisão Bibliográfica justamente pelo fato de que estes dois sistemas foram analisados com base na proposta metodológica deste estudo, enquanto que, os resultados da bibliografia apresentam total desuniformidade metodológica.

#### 4.1.3. Resultados da análise estatística

Com base no Relatório Estatístico, apresenta-se o resumo dos resultados obtidos (Teste de Tukey), para as variáveis analisadas. Médias com mesmas letras não diferiram significativamente. Os tratamentos apresentados na Tabela 56 obedecem a seguinte seqüência: T1 = colhedora CAMECO operando normalmente; T2 = colhedora CAMECO operando com extratores desligados; T3 = colhedora CASE em operação convencional e T4 = colhedora CASE operando com extratores desligados; respectivamente.

Tabela 56. Resumo estatístico dos valores obtidos de algumas variáveis estudadas.

Variáveis	Médias
CCPSP (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de colheita de palhiço, sem ponteiro (*)	0,03750 C
	0,32500 A
	0,03875 C
	0,15625 B
CCPSP (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de colheita de palhiço, sem ponteiro (**)	0,03750 B
	0,32500 A
	0,03875 B
	0,15625 B
CUCC (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de colheita de rebolos industrializáveis (**)	2,64125 A
	1,94500 B
	1,72250 C
	1,14250 D

Tabela 56. Resumo estatístico dos valores obtidos algumas variáveis estudadas.

Variáveis	Médias
CCCP (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de recolhimento de rebolos industrializáveis e de ponteiros (**)	2,77875 A
	2,03375 B
	1,84000 C
	1,23375 D
CTPA (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de recolhimento de palhiço (**)	0,17500 B
	0,41250 A
	0,15875 B
	0,24750 AB
CCTE (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo da recolhimento de terra contida na matéria-prima (**)	0,02375 B
	0,06500 A
	0,01875 B
	0,02125 B
CCD (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de transbordo de rebolos industrializáveis (**)	1,76750 B
	2,43000 A
	1,73000 B
	2,21750 A
CCPD (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de transbordo de rebolos industrializáveis e ponteiros (**)	1,85750 D
	2,53625 B
	1,84875 C
	2,39375 A
CPD (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de transbordo de palhiço (**)	0,11750 B
	0,51500 A
	0,15875 B
	0,48125 A
CPDSP (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de transbordo de palhiço sem ponteiro (**)	0,02750 B
	0,40500 A
	0,03875 B
	0,30625 A

Tabela 56. Resumo estatístico dos valores obtidos algumas variáveis estudadas.

Variáveis	Médias
CDT (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de transbordo de terra contida na matéria-prima (**)	0,01625 B
	0,08000 A
	0,01375 B
	0,04125 BA
CCT (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de transporte dos rebolos industrializáveis (*)	2,09375 C
	2,87875 A
	2,04875 C
	3,62125 B
CCT (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de transporte dos rebolos industrializáveis (**)	2,09375 B
	2,87875 A
	2,04875 B
	3,62125 A
CTCP (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de transporte de rebolos industrializáveis e de ponteiros (**)	2,20250 B
	3,00625 A
	2,19250 B
	2,83000 A
CPT (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de transporte do palhiço (**)	0,13750 B
	0,61000 A
	0,19000 B
	0,57000 A
CPTSP (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de transporte de palhiço sem ponteiro (**)	0,02875 B
	0,48125 A
	0,04500 B
	0,35550 A
CTT (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de transporte de terra contida na matéria-prima colhida (**)	0,01875 B
	0,09625 A
	0,01500 B
	0,04875 BA

Tabela 56. Resumo estatístico dos valores obtidos algumas variáveis estudadas.

Variáveis	Médias	
CCPU (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de rebolos industrializáveis postos na usina (*)	6,5025	B
	7,2538	A
	5,5000	C
	5,8300	CB
CCPU (R\$.t <sup>-1</sup> )= Custo rebolos industrializáveis postos na usina (**)	6,50250	BA
	7,25380	A
	5,50000	C
	5,97880	BC
CCPPU (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de rebolos industrializáveis e ponteiros postos na usina (**)	6,84000	B
	7,57500	A
	5,88250	C
	6,45380	CB
CPPU (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo do palhiço posto na usina (*)	0,43130	B
	1,53750	A
	0,50880	B
	1,30250	A
CPPU (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo do palhiço posto na usina (**)	0,43130	B
	1,53750	A
	0,50880	B
	1,30250	A
CPSPPU (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo do palhiço, sem ponteiro, posto na usina (**)	0,09500	B
	0,83380	A
	0,12500	B
	0,82500	A
CTPU (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de terra contida na matéria-prima colhida, posto na usina (**)	0,05750	B
	0,23750	A
	0,03625	B
	0,11000	BA

Tabela 56. Resumo estatístico dos valores obtidos algumas variáveis estudadas.

Variáveis	Médias	
CMPU (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo da matéria-prima posta na usina (**)	6,99000	C
	9,02750	A
	6,04375	D
	7,39000	B
BETS (%) = Balanço energético do sistema (energia líquida posta na usina) (*)	96,9163	C
	98,4225	A
	97,8225	B
	98,5713	A
BETS (%) = Balanço energético do sistema (energia líquida posta na usina) (**)	96,9163	C
	98,4225	BA
	97,8225	B
	98,5713	A
CEPU (R\$.EBP <sup>-1</sup> ) = Custo da energia, na forma de palhiço, posta na usina (*)	0,01695	B
	0,01511	A
	0,01328	B
	0,01345	BA
CEPU (R\$.EBP <sup>-1</sup> ) = Custo da energia, na forma de palhiço, posta na usina (**)	0,78750	B
	1,59130	A
	0,84380	A
	1,36000	BA
ETCU (EBP.t <sup>-1</sup> ) = Consumo total de energia, pelo sistema (**)	0,01695	A
	0,01511	A
	0,01328	A
	0,01345	A
ECP (EBP.t <sup>-1</sup> ) = Quantidade de energia contida no palhiço, da matéria-prima (**)	0,54771	B
	0,96913	A
	1,61876	B
	0,95893	A

Tabela 56. Resumo estatístico dos valores obtidos algumas variáveis estudadas.

Variáveis	Médias	
ECPSP (EBP.t <sup>-1</sup> ) = Energia contida no palhiço, sem ponteiro <sup>(**)</sup>	0,16290	B
	0,59159	A
	0,23394	B
	0,58148	A
CMPC (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de colheita de matéria-prima	2,84	A
	2,42	A
	1,89	B
	1,41	B
CEPUSP (R\$.EBP <sup>-1</sup> ) = Custo da energia contida no palhiço, sem ponteiro, posta na usina <sup>(**)</sup>	0,16590	B
	1,25410	A
	0,19960	B
	0,83900	A

<sup>(\*)</sup>A 5% de significância; <sup>(\*\*)</sup>A 1% de significância. Obs.: Médias com mesmas letras não diferem significativamente entre si.

## 4.2. Sistema de enfardamento

### 4.2.1. Resultados tabulados

Com base nos dados obtidos em campo e em função das metodologias adotadas são apresentados nas Tabelas 57 a 64 os resultados finais de campo e laboratório obtidos, por repetição, de cada tratamento das variáveis estudadas.

Tabela 57. Resultados finais de campo obtidos sobre o enleiramento e enfardamento de T1E1 e T1E2.

Trat./Rep.	PTIN (t.ha <sup>-1</sup> )	PPEL (t.ha <sup>-1</sup> )	VMEL (km.h <sup>-1</sup> )	COEN (ha.h <sup>-1</sup> )	CEEN (ha.h <sup>-1</sup> )	MPE	PRAE (t.ha <sup>-1</sup> )	MPEnf	PTF (%)	GUF (%)	VMEF (km.h <sup>-1</sup> )	CEEF (t.h <sup>-1</sup> )	COEF
T1E1R1	9,39	1,27	6,15	1,69	1,85	8,12	2,52	5,46	0,68	11,82	3,37	4,09	3,84
T1E1R2	9,41	0,80	6,09	1,68	1,85	8,61	1,99	6,51	0,95	8,06	3,06	4,80	4,44
T1E1R3	13,11	1,75	6,13	1,69	1,84	11,36	2,83	7,82	1,01	22,34	3,29	6,49	6,03
T1E1R4	12,31	1,54	6,10	1,68	1,85	10,77	2,26	8,22	0,71	13,84	3,34	6,24	6,01
T1E1R5	14,40	2,43	6,09	1,67	1,85	11,98	3,50	7,49	0,76	24,98	3,16	5,94	5,13
T1E1R6	12,30	1,82	6,18	1,70	1,85	10,48	2,74	7,47	0,90	14,02	4,29	6,16	5,99
<b>Médias</b>	<b>11,82</b>	<b>1,60</b>	<b>6,12</b>	<b>1,69</b>	<b>1,85</b>	<b>10,22</b>	<b>2,64</b>	<b>7,16</b>	<b>0,83</b>	<b>15,84</b>	<b>3,42</b>	<b>5,62</b>	<b>5,24</b>
<b>DP</b>	<b>2,03</b>	<b>0,55</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>1,53</b>	<b>0,52</b>	<b>1,01</b>	<b>0,14</b>	<b>6,48</b>	<b>0,44</b>	<b>0,95</b>	<b>0,94</b>
<b>CV</b>	<b>17,13</b>	<b>34,34</b>	<b>0,60</b>	<b>0,62</b>	<b>0,22</b>	<b>15,01</b>	<b>19,81</b>	<b>14,07</b>	<b>16,36</b>	<b>40,88</b>	<b>12,95</b>	<b>17,00</b>	<b>17,89</b>
T1E2R1	18,10	3,66	4,82	2,62	2,85	14,44	4,72	9,63	0,55	13,68	4,37	6,47	6,47
T1E2R2	15,44	2,34	4,88	2,65	2,98	13,10	3,99	8,99	0,37	11,14	4,06	6,30	6,03
T1E2R3	16,57	2,53	5,05	2,74	3,07	14,04	3,64	10,33	0,79	16,66	4,11	7,02	6,69
T1E2R4	15,42	2,81	5,10	2,77	3,15	12,61	3,74	8,73	0,77	13,84	4,13	7,99	7,99
T1E2R5	16,12	3,19	5,60	3,04	3,28	12,93	4,84	8,03	0,13	15,60	4,02	7,07	6,88
T1E2R6	16,85	1,77				15,08	2,67	12,14	0,15	12,12	4,24	8,74	8,27
<b>Médias</b>	<b>16,42</b>	<b>2,72</b>	<b>5,09</b>	<b>2,76</b>	<b>3,07</b>	<b>13,70</b>	<b>3,93</b>	<b>9,64</b>	<b>0,46</b>	<b>13,84</b>	<b>4,16</b>	<b>7,27</b>	<b>7,06</b>
<b>DP</b>	<b>1,01</b>	<b>0,66</b>	<b>0,31</b>	<b>0,17</b>	<b>0,16</b>	<b>0,97</b>	<b>0,80</b>	<b>1,45</b>	<b>0,29</b>	<b>2,07</b>	<b>0,13</b>	<b>0,93</b>	<b>0,88</b>
<b>CV</b>	<b>6,14</b>	<b>24,39</b>	<b>6,05</b>	<b>6,01</b>	<b>5,33</b>	<b>7,08</b>	<b>20,22</b>	<b>15,08</b>	<b>63,47</b>	<b>14,92</b>	<b>3,11</b>	<b>12,86</b>	<b>12,53</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1E1 = Enfardadora AGROFORN + ancinho DMB; T1E2 = Enfardadora AGROFORN + ancinho AGROFORN; PTIN = Massas de palhço existente sobre o terreno, antes do enleiramento; PPEL = Massas de palhço remanescente sobre o terreno, sem terra, após enleiramento; VMEL = Velocidades médias efetivas de enleiramento; COEN = Capacidades operacionais de enleiramento; CEEN = Capacidades efetivas de enleiramento; MPE = Massas de palhço enleirado; PRAE = Massas de palhço remanescente sobre o terreno, sem terra, após enleiramento; MPEnf = Massas de palhço enleirado; PTF = Percentagens de terra no palhço enleirado; GUF = Graus de umidade do palhço enleirado; VMEF = Velocidades efetivas médias de enleiramento; CEEF = Capacidades efetivas de enleiramento; COEF = Coeficientes de enleiramento; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 58. Resultados finais de campo obtidos sobre o enleiramento e enfardamento de T2E1 e T2E3.

Trat./Rep.	PTIN (t.ha <sup>-1</sup> )	PPEL (t.ha <sup>-1</sup> )	VMEL (km.h <sup>-1</sup> )	COEN (ha.h <sup>-1</sup> )	CEEN (ha.h <sup>-1</sup> )	MPE (t.ha <sup>-1</sup> )	PRAE (t.ha <sup>-1</sup> )	MPEnf	PTF (%)	GUF (%)	VMEF (km.h <sup>-1</sup> )	CEEF (t.h <sup>-1</sup> )	COEF
T2E1R1	8,55	1,54	6,18	1,70	1,85	7,01	2,61	4,16	0,65	19,84	4,73	5,08	4,92
T2E1R2	15,47	2,77	6,18	1,70	1,85	12,70	4,20	7,88	0,16	17,62	4,28	5,05	4,81
T2E1R3	11,79	2,02	6,13	1,69	1,85	9,78	2,83	6,82	0,62	13,66	3,97	3,99	3,75
T2E1R4	14,95	2,29	6,14	1,69	1,84	12,66	3,20	9,29	0,71	12,92	4,05	4,97	4,83
T2E1R5	17,35	2,63	6,19	1,70	1,84	14,72	4,11	10,32	1,01	16,46	4,24	4,94	4,78
T2E1R6	18,32	2,63	6,22	1,71	1,85	15,69	4,13	11,41	0,75	20,64	4,08	5,79	5,62
<b>Médias</b>	<b>14,41</b>	<b>2,31</b>	<b>6,17</b>	<b>1,70</b>	<b>1,85</b>	<b>12,09</b>	<b>3,51</b>	<b>8,31</b>	<b>0,65</b>	<b>16,86</b>	<b>4,23</b>	<b>4,97</b>	<b>4,79</b>
<b>DP</b>	<b>3,65</b>	<b>0,47</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>3,22</b>	<b>0,72</b>	<b>2,62</b>	<b>0,28</b>	<b>3,15</b>	<b>0,27</b>	<b>0,57</b>	<b>0,60</b>
<b>CV</b>	<b>25,33</b>	<b>20,22</b>	<b>0,54</b>	<b>0,44</b>	<b>0,28</b>	<b>26,59</b>	<b>20,48</b>	<b>31,48</b>	<b>42,65</b>	<b>18,70</b>	<b>6,48</b>	<b>11,57</b>	<b>12,50</b>
T2E3R1	19,24	5,05	4,37	2,45	2,70	14,19	6,06	7,70	0,02	11,70	4,48	6,45	6,45
T2E3R2	20,73	6,39	4,61	2,58	2,79	14,33	8,27	6,00	0,40	12,36	4,34	5,44	5,21
T2E3R3	21,27	6,39	4,79	2,68	2,92	14,87	7,97	6,32	1,17	11,48	4,58	5,81	5,72
T2E3R4	20,33	6,00	4,92	2,76	2,99	14,32	8,29	5,81	0,56	9,90	4,01	6,14	5,85
T2E3R5	23,47	8,02	5,09	2,85	3,09	15,45	9,49	5,82	0,79	11,86	3,65	5,61	5,35
T2E3R6	16,38	4,09	4,56	2,56	2,52	12,28	5,59	6,51	0,45	12,70	4,10	5,64	5,49
<b>Médias</b>	<b>20,24</b>	<b>5,99</b>	<b>4,72</b>	<b>2,65</b>	<b>2,84</b>	<b>14,24</b>	<b>7,61</b>	<b>6,36</b>	<b>0,57</b>	<b>11,67</b>	<b>4,19</b>	<b>5,85</b>	<b>5,68</b>
<b>DP</b>	<b>2,35</b>	<b>1,34</b>	<b>0,26</b>	<b>0,15</b>	<b>0,21</b>	<b>1,07</b>	<b>1,49</b>	<b>0,71</b>	<b>0,39</b>	<b>0,97</b>	<b>0,34</b>	<b>0,38</b>	<b>0,44</b>
<b>CV</b>	<b>11,62</b>	<b>22,32</b>	<b>5,54</b>	<b>5,50</b>	<b>7,33</b>	<b>7,51</b>	<b>19,53</b>	<b>11,21</b>	<b>68,74</b>	<b>8,35</b>	<b>8,20</b>	<b>6,47</b>	<b>7,83</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T2E1 = Enfardadora STABRA + ancinho DMB; T2E3 = Enfardadora STABRA + ancinho STABRA; PTIN = Massas de palhicho existente sobre o terreno, antes do enleiramento; PPEL = Massas de palhicho, remanescente sobre o terreno, sem terra, após enleiramento; VMEL = Velocidades médias efetivas de enleiramento; COEN = Capacidades operacionais de enleiramento; CEEN = Capacidades efetivas de enleiramento; MPE = Massas de palhicho enleirado; PRAE = Massas de palhicho remanescente sobre o terreno, sem terra, após enleiramento; MPEnf = Massas de palhicho enfardado; PTF = Percentagens de terra no palhicho enfardado; GUF = Graus de umidade do palhicho enfardado; VMEF = Velocidades efetivas médias de enfardamento; CEEF = Capacidades efetivas de enfardamento; COEF = Capacidades operacionais de enfardamento; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 59. Custos das operações realizadas no estudo deste sistema.

Trat./Rep.	CEL	CEF	CCFC	CTF	CDF	CTFU	CEPU
	(R\$.t <sup>-1</sup> )						(R\$.EBP <sup>-1</sup> )
T1E1R1	1,53	6,17	3,51	7,60	0,81	19,49	11,57
T1E1R2	1,44	5,17	3,23	6,99	0,74	17,74	10,09
T1E1R3	1,09	4,30	3,28	7,11	0,76	16,75	11,32
T1E1R4	1,15	4,09	3,47	7,52	0,80	17,44	10,60
T1E1R5	1,03	4,50	3,53	7,65	0,81	17,55	12,28
T1E1R6	1,18	4,51	3,43	7,44	0,79	17,64	10,74
<b>Médias</b>	<b>1,24</b>	<b>4,79</b>	<b>3,41</b>	<b>7,39</b>	<b>0,79</b>	<b>17,77</b>	<b>11,10</b>
<b>DP</b>	<b>0,20</b>	<b>0,77</b>	<b>0,12</b>	<b>0,27</b>	<b>0,03</b>	<b>0,91</b>	<b>0,78</b>
<b>CV</b>	<b>16,27</b>	<b>16,01</b>	<b>3,66</b>	<b>3,68</b>	<b>3,67</b>	<b>5,14</b>	<b>7,05</b>
T1E2R1	0,50	3,61	3,65	7,91	0,84	17,22	10,44
T1E2R2	0,56	3,87	3,51	7,59	0,81	16,93	9,97
T1E2R3	0,52	3,37	3,61	7,82	0,83	16,88	10,61
T1E2R4	0,58	3,99	3,78	8,19	0,87	17,94	10,90
T1E2R5	0,56	4,33	3,59	7,78	0,83	17,56	10,89
T1E2R6	0,48	2,86	3,68	7,97	0,85	16,71	9,95
<b>Médias</b>	<b>0,53</b>	<b>3,67</b>	<b>3,64</b>	<b>7,88</b>	<b>0,84</b>	<b>17,21</b>	<b>10,46</b>
<b>DP</b>	<b>0,04</b>	<b>0,52</b>	<b>0,09</b>	<b>0,20</b>	<b>0,02</b>	<b>0,47</b>	<b>0,42</b>
<b>CV</b>	<b>7,37</b>	<b>14,03</b>	<b>2,51</b>	<b>2,56</b>	<b>2,43</b>	<b>2,72</b>	<b>4,06</b>
T2E1R1	1,77	9,67	3,53	7,64	0,81	21,23	13,89
T2E1R2	0,98	5,10	3,44	7,45	0,79	17,27	10,99
T2E1R3	1,27	5,90	3,57	7,73	0,82	18,71	11,34
T2E1R4	0,98	4,33	3,63	7,86	0,84	17,62	10,59
T2E1R5	0,84	3,89	3,43	7,44	0,79	16,51	10,35
T2E1R6	0,79	3,52	3,83	8,30	0,88	17,61	11,63
<b>Médias</b>	<b>1,11</b>	<b>5,40</b>	<b>3,57</b>	<b>7,74</b>	<b>0,82</b>	<b>18,16</b>	<b>11,47</b>
<b>DP</b>	<b>0,37</b>	<b>2,26</b>	<b>0,15</b>	<b>0,32</b>	<b>0,03</b>	<b>1,66</b>	<b>1,28</b>
<b>CV</b>	<b>33,13</b>	<b>41,83</b>	<b>4,14</b>	<b>4,14</b>	<b>4,17</b>	<b>9,16</b>	<b>11,14</b>

Tabela 59. Custos das operações realizadas neste estudo.

Trat./Rep.	CEL	CEF	CCFC	CTF	CDF	CTFU	CEPU
	(R\$.t <sup>-1</sup> )						(R\$.EBP <sup>-1</sup> )
T2E3R1	0,49	3,73	3,45	7,48	0,80	16,83	9,97
T2E3R2	0,48	4,78	3,57	7,73	0,82	18,59	11,10
T2E3R3	0,47	4,54	3,48	7,53	0,80	17,72	10,47
T2E3R4	0,48	4,94	3,39	7,35	0,78	17,95	10,42
T2E3R5	0,45	4,94	3,34	7,24	0,77	17,84	10,59
T2E3R6	0,56	4,41	3,56	7,72	0,82	18,13	10,87
<b>Médias</b>	<b>0,49</b>	<b>4,56</b>	<b>3,47</b>	<b>7,51</b>	<b>0,80</b>	<b>17,84</b>	<b>10,57</b>
<b>DP</b>	<b>0,04</b>	<b>0,46</b>	<b>0,09</b>	<b>0,20</b>	<b>0,02</b>	<b>0,58</b>	<b>0,39</b>
<b>CV</b>	<b>7,71</b>	<b>10,05</b>	<b>2,64</b>	<b>2,61</b>	<b>2,56</b>	<b>3,26</b>	<b>3,70</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1E1 = Enfardadora AGROFORN + ancinho DMB; T1E2 = Enfardadora AGROFORN + ancinho AGROFORN; T2E1 = Enfardadora STABRA + ancinho DMB; T2E3 = Enfardadora STABRA + ancinho STABRA; CEL = Custo da operação de enleiramento do palhico; CEF = Custo da operação de enfardamento do palhico; CCFC = Custo de carregamento dos fardos no transporte, CTF = Custo do transporte dos fardos; CDF = Custo de descarregamento dos fardos; CTFU = Custo total do palhico enfardado posto na usina; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 60. Balanços energéticos (Eficiências dos sistemas) obtidos para os tratamentos T1E1 e T1E2.

Trat./Rep.	EDP (EBP.t <sup>-1</sup> )	EDF (EBP.fardo <sup>-1</sup> )	ECEN (EBP.t <sup>-1</sup> )	ECF (EBP.t <sup>-1</sup> )	ECCF (EBP.t <sup>-1</sup> )	ECTP (EBP.t <sup>-1</sup> )	ECDF (EBP.t <sup>-1</sup> )	ETCS (EBP.t <sup>-1</sup> )	BETS (%)
T1E1R1	1,69	0,31	0,0022	0,009	0,027	0,010	0,234	0,271	83,92
T1E1R2	1,76	0,31	0,0021	0,010	0,027	0,010	0,247	0,284	83,85
T1E1R3	1,48	0,26	0,0016	0,009	0,027	0,010	0,245	0,282	80,93
T1E1R4	1,65	0,29	0,0017	0,009	0,027	0,010	0,245	0,282	82,86
T1E1R5	1,43	0,26	0,0015	0,009	0,027	0,010	0,237	0,274	80,81
T1E1R6	1,64	0,28	0,0017	0,010	0,027	0,010	0,251	0,288	82,48
<b>Médias</b>	<b>1,61</b>	<b>0,29</b>	<b>0,002</b>	<b>0,009</b>	<b>0,027</b>	<b>0,010</b>	<b>0,243</b>	<b>0,280</b>	<b>82,48</b>
<b>DP</b>	<b>0,13</b>	<b>0,02</b>	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,006</b>	<b>0,006</b>	<b>1,36</b>
<b>CV</b>	<b>7,90</b>	<b>7,92</b>	<b>15,713</b>	<b>5,533</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>2,632</b>	<b>2,285</b>	<b>1,65</b>
T1E2R1	1,65	0,31	0,0010	0,009	0,027	0,010	0,234	0,272	83,53
T1E2R2	1,70	0,31	0,0011	0,009	0,027	0,010	0,238	0,275	83,81
T1E2R3	1,59	0,31	0,0010	0,009	0,027	0,010	0,225	0,262	83,52
T1E2R4	1,65	0,32	0,0011	0,009	0,027	0,010	0,223	0,261	84,17
T1E2R5	1,61	0,30	0,0010	0,009	0,027	0,010	0,233	0,271	83,21
T1E2R6	1,68	0,34	0,0011	0,008	0,027	0,010	0,214	0,251	85,05
<b>Médias</b>	<b>1,65</b>	<b>0,32</b>	<b>0,001</b>	<b>0,009</b>	<b>0,027</b>	<b>0,010</b>	<b>0,228</b>	<b>0,265</b>	<b>83,88</b>
<b>DP</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>	<b>0,66</b>
<b>CV</b>	<b>2,51</b>	<b>4,38</b>	<b>5,216</b>	<b>4,622</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>3,881</b>	<b>3,393</b>	<b>0,78</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1E1 = Enfardadora AGROFORN + ancinho DMB; T1E2 = Enfardadora AGROFORN + ancinho AGROFORN; EDP = Energia disponível no palheiro; EDF = Energia disponível, na forma de palheiro, por fardo ; ECEN = Energia consumida, na forma de combustível, na operação de enleiramento; ECF = Energia consumida, na forma de combustível, por fardo; ECCF = Energia consumida, na forma de combustível, para carregar o palheiro enfiado; ECTP = Energia consumida, na forma de combustível, no transporte do palheiro enfiado; ECDF = Energia consumida, na forma de combustível, para descarregar os fardos; ETCS = Energia total consumida, na forma de combustível, no sistema, material posto na usina; BETS = Balanço energético total do sistema; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 61. Balanços energéticos (Eficiências dos sistemas) obtidos para os tratamentos T2E1 e T2E3.

Tratamentos	EDP (EBP.t <sup>-1</sup> )	EDF (EBP.fardo <sup>-1</sup> )	ECEN (EBP.t <sup>-1</sup> )	ECF (EBP.t <sup>-1</sup> )	ECCF (EBP.t <sup>-1</sup> )	ECTP (EBP.t <sup>-1</sup> )	ECDF (EBP.t <sup>-1</sup> )	ETCS (EBP.t <sup>-1</sup> )	BETS (%)
T2E1R1	1,53	0,30	0,0021	0,008	0,027	0,010	0,220	0,257	83,17
T2E1R2	1,57	0,30	0,0011	0,009	0,027	0,010	0,228	0,266	83,10
T2E1R3	1,65	0,29	0,0015	0,010	0,027	0,010	0,250	0,287	82,59
T2E1R4	1,66	0,30	0,0012	0,009	0,027	0,010	0,245	0,282	83,06
T2E1R5	1,59	0,30	0,0010	0,009	0,027	0,010	0,235	0,272	82,95
T2E1R6	1,51	0,28	0,0009	0,009	0,027	0,010	0,234	0,271	82,10
<b>Médias</b>	<b>1,59</b>	<b>0,30</b>	<b>0,001</b>	<b>0,009</b>	<b>0,027</b>	<b>0,010</b>	<b>0,235</b>	<b>0,273</b>	<b>82,83</b>
<b>DP</b>	<b>0,06</b>	<b>0,01</b>	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,011</b>	<b>0,011</b>	<b>0,41</b>
<b>CV</b>	<b>3,86</b>	<b>2,84</b>	<b>34,055</b>	<b>7,027</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>4,652</b>	<b>3,971</b>	<b>0,50</b>
T2E3R1	1,69	0,30	0,0002	0,010	0,027	0,010	0,247	0,285	83,13
T2E3R2	1,67	0,27	0,0004	0,010	0,027	0,010	0,266	0,303	81,92
T2E3R3	1,69	0,30	0,0004	0,010	0,027	0,010	0,247	0,284	83,20
T2E3R4	1,72	0,30	0,0004	0,009	0,027	0,010	0,246	0,283	83,57
T2E3R5	1,68	0,29	0,0004	0,010	0,027	0,010	0,250	0,287	82,93
T2E3R6	1,67	0,30	0,0005	0,009	0,027	0,010	0,245	0,282	83,09
<b>Médias</b>	<b>1,69</b>	<b>0,29</b>	<b>0,000</b>	<b>0,010</b>	<b>0,027</b>	<b>0,010</b>	<b>0,250</b>	<b>0,287</b>	<b>82,97</b>
<b>DP</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,008</b>	<b>0,008</b>	<b>0,56</b>
<b>CV</b>	<b>1,10</b>	<b>4,13</b>	<b>25,648</b>	<b>5,342</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>3,172</b>	<b>2,737</b>	<b>0,67</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T2E1 = Enfardadora STABRA + ancinho DMB; T2E3 = Enfardadora STABRA + ancinho STABRA; EDP = Energia disponível no palhão; EDF = Energia disponível, na forma de palhão, por fardo; ECEN = Energia consumida, na forma de combustível, na operação de enleiramento; ECF = Energia consumida, na forma de combustível, por fardo; ECCF = Energia consumida, na forma de combustível, para carregar o palhão enfardado; ECTP = Energia consumida, na forma de combustível, no transporte do palhão enfardado; ECDF = Energia consumida, na forma de combustível, para descarregar os fardos; ETCS = Energia total consumida, na forma de combustível, no sistema, material posto na usina; BETS = Balanço energético total do sistema; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 62. Valores de umidade e de terra, no palhiço “in natura”, antes da operação de enleiramento, obtidos na área de ensaios.

Amostras	UPIN (%)	TPIN (%)
A1	11,54	2,87
A2	12,88	3,68
A3	11,80	4,03
A4	8,78	4,63
A5	15,52	2,12
A6	39,30	0,34
<b>Médias</b>	<b>16,64</b>	<b>2,95</b>
<b>DP</b>	<b>11,31</b>	<b>1,55</b>
<b>CV</b>	<b>68,01</b>	<b>52,67</b>

UPIN = Umidades do palhiço “in natura”; TPIN = Porcentagens de terra no palhiço *in natura*; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Tabela 63. Determinações da umidade, da terra e do poder calorífico útil do palhiço enfardado.

Tratamentos/Amostras	Umidades (%)	Terra (%)	PCU (kcal.g <sup>-1</sup> )
T1E1A1	11,82	3,97	1.866,1
A2	8,06	3,57	1.947,2
A3	22,34	18,41	1.639,0
A4	13,84	5,78	1.822,5
A5	24,98	15,81	1.582,0
A6	14,02	4,77	1.818,6
<b>Médias</b>	<b>15,84</b>	<b>8,72</b>	<b>1.779,2</b>
<b>DP</b>	<b>6,48</b>	<b>6,60</b>	<b>139,8</b>
<b>CV</b>	<b>40,88</b>	<b>75,65</b>	<b>7,9</b>
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
T1E2A1	13,68	3,92	1.825,9
A2	11,14	2,54	1.880,8
A3	16,66	14,52	1.761,6

Tabela 63. Determinações da umidade, da terra e do poder calorífico útil do palhicho enfardado.

Tratamentos/Amostras	Umidades (%)	Terra (%)	PCU (kcal.g <sup>-1</sup> )
A4	13,84	1,88	1.822,5
A5	15,60	6,64	1.784,5
A6	12,12	2,75	1.859,6
<b>Médias</b>	<b>13,84</b>	<b>5,38</b>	<b>1.822,5</b>
<b>DP</b>	<b>2,07</b>	<b>4,79</b>	<b>44,6</b>
<b>CV</b>	<b>14,92</b>	<b>89,03</b>	<b>2,5</b>
-----			
T2E1A1	19,84	13,37	1.692,9
A2	17,62	2,74	1.740,9
A3	13,66	3,47	1.826,4
A4	12,92	4,20	1.842,3
A5	16,46	4,07	1.765,9
A6	20,64	3,23	1.675,7
<b>Médias</b>	<b>16,86</b>	<b>5,18</b>	<b>1.757,4</b>
<b>DP</b>	<b>3,15</b>	<b>4,05</b>	<b>68,0</b>
<b>CV</b>	<b>18,70</b>	<b>78,15</b>	<b>3,9</b>
-----			
T2E3A1	11,70	4,87	1.868,7
A2	12,36	2,97	1.854,4
A3	11,48	6,15	1.873,4
A4	9,90	4,02	1.907,5
A5	11,86	2,56	1.865,2
A6	12,70	0,94	1.847,1
<b>Médias</b>	<b>11,67</b>	<b>3,59</b>	<b>1.869,4</b>
<b>DP</b>	<b>0,97</b>	<b>1,84</b>	<b>21,0</b>
<b>CV</b>	<b>8,35</b>	<b>51,20</b>	<b>1,1</b>

T1E1 = Enfardadora AGROFORN + ancinho DMB; T1E2 = Enfardadora AGROFORN + ancinho AGROFORN; T2E1 = Enfardadora STABRA + ancinho DMB; T2E3 = Enfardadora STABRA + ancinho STABRA; PCU = Poder calorífico útil.

Tabela 64. Valores médios de diâmetro, largura, massa, volume e massa específica dos fardos elaborados.

Tratamentos	Diâmetros	Larguras	Massas	Volumes	Massas Específicas
	(m)		(kg)	(m <sup>3</sup> )	(kg.m <sup>-3</sup> )
T1E1					
<i>Médias</i>	<i>1,31</i>	<i>1,28</i>	<i>180,35</i>	<i>1,73</i>	<i>104,40</i>
<i>DP</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>10,91</i>	<i>6,60</i>	<i>0,03</i>
<i>CV</i>	<i>0,95</i>	<i>0,72</i>	<i>6,05</i>	<i>6,32</i>	<i>1,75</i>
-----					
T1E2					
<i>Médias</i>	<i>1,29</i>	<i>1,27</i>	<i>194,62</i>	<i>1,64</i>	<i>118,41</i>
<i>DP</i>	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>	<i>11,61</i>	<i>7,46</i>	<i>0,05</i>
<i>CV</i>	<i>1,61</i>	<i>0,72</i>	<i>5,96</i>	<i>6,30</i>	<i>3,00</i>
-----					
T2E1					
<i>Médias</i>	<i>1,17</i>	<i>1,20</i>	<i>186,95</i>	<i>1,28</i>	<i>146,77</i>
<i>DP</i>	<i>0,04</i>	<i>0,03</i>	<i>13,75</i>	<i>15,36</i>	<i>0,09</i>
<i>CV</i>	<i>3,67</i>	<i>2,49</i>	<i>7,35</i>	<i>10,47</i>	<i>7,02</i>
-----					
T2E3					
<i>Médias</i>	<i>1,21</i>	<i>1,21</i>	<i>175,70</i>	<i>1,39</i>	<i>126,87</i>
<i>DP</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>7,87</i>	<i>6,86</i>	<i>0,04</i>
<i>CV</i>	<i>1,24</i>	<i>0,91</i>	<i>4,48</i>	<i>5,41</i>	<i>2,54</i>

T1E1 = Enfardadora AGROFORN + ancinho DMB; T1E2 = Enfardadora AGROFORN + ancinho AGROFORN; T2E1 = Enfardadora STABRA + ancinho DMB; T2E3 = Enfardadora STABRA + ancinho STABRA; DP = Desvio padrão; CV = Coef. de variação.

#### 4.2.2. Resultados da análise econômica

A Tabela 65 apresenta os valores determinados, segundo metodologia padrão adotada pela Usina Costa Pinto (Grupo COSAN), para determinação dos custos horário e por unidade de área, das máquinas analisadas, os quais permitiram as análises estatística e, por consequência, a econômica dos diversos tratamentos efetuados.

Tabela 65. Resumo dos resultados de custos das operações executadas no manuseio e colocação do palhiço enfardado, no pátio da usina (Usina Costa Pinto – Grupo COSAN).

Operações	Equipamentos/Tratamentos	R\$.h <sup>-1</sup>	R\$.ha <sup>-1</sup>
Enleiramento	Ancinho DMB	20,90	12,39
	Ancinho AGROFORN	22,38	7,29
	Ancinho STABRA	22,18	6,93
Enfardamento	AGROFORN com DMB	25,92	33,66
	AGROFORN com AGROFORN	26,43	34,78
	STABRA com DMB	26,13	40,20
	STABRA com STABRA	26,13	28,71
Transporte + Corda (sisal)		R\$1,463.fardo <sup>-1</sup>	
Carga e Descarga		R\$0,784.fardo <sup>-1</sup>	

Os resultados obtidos sobre carregamento, transporte e descarregamento dos fardos foram:

- Medidas dimensionais da unidade de transporte = 7,90 x 2,5 x 3,2m;
- Cubagem da unidade de transporte = 55,3m<sup>3</sup>;
- Peso médio por viagem = 6,12t;
- Tempo médio de carregamento por carga = 2.89s;
- Tempo médio de carregamento por fardo = 85s;
- Tempo médio de descarregamento por carga = 300s;
- Tempo médio de descarregamento por fardo = 8,82s;
- Consumo de combustível, pela unidade de transporte = 2,41km.L<sup>-1</sup>;
- Consumo de combustível, pela unidade de transporte = 1,22L.t<sup>-1</sup>;
- Consumo de combustível, pela unidade de transporte = 0,22L.fardo<sup>-1</sup>;
- Consumo da carregadora, utilizada em carregamento = 5,7L.h<sup>-1</sup>;
- Consumo da pá carregadora, utilizada no descarregamento = 26L.h<sup>-1</sup>.

Pelos resultados do Teste de Tukey pode-se concluir que ocorreram diferenças significativas nas diversas variáveis estudadas.

O CEL ( $\text{R}\$.t^{-1}$ ), custo da operação de enleiramento do palhiço, dos tratamentos DMB+AGROFORN e DMB+STABRA não diferiram entre si, diferindo dos demais.

O CCFC ( $\text{R}\$.t^{-1}$ ), custo de carregamento dos fardos, apresentou o tratamento DMB+AGROFORN como aquele que diferiu do tratamento AGROFORN+AGROFORN, não diferindo dos demais. O mesmo é válido para as variáveis CTF ( $\text{R}\$.t^{-1}$ ), custo de transporte do palhiço (em fardos) e CDF ( $\text{R}\$.t^{-1}$ ), custo de descarregamento do palhiço (em fardos).

Para a variável BETS (%), balanço energético total do sistema, o melhor tratamento foi o AGROFORN+AGROFORN, o qual diferiu, significativamente do tratamento DMB+AGROFORN, não diferindo dos demais.

#### 4.2.3. Resultados estatísticos

Com base na análise estatística, apresenta-se o resumo dos resultados obtidos das principais variáveis analisadas. A seqüência apresentada, por variável, obedece a seguinte ordem inicial dos tratamentos (T1, T2, T3 e T4), como mostra a Tabela 66.

Tabela 66. Resumo estatístico dos valores obtidos de algumas variáveis estudadas.

Variáveis	Médias
CEL ( $\text{R}\$.t^{-1}$ ) = Custo da operação de enleiramento <sup>(*)</sup>	1,24 A
	0,53 B
	1,11 A
	0,49 B
CEF ( $\text{R}\$.h^{-1}$ ) = Custo da operação de enfardamento <sup>(*)</sup>	4,79 A
	3,67 A
	5,40 A
	4,56 A

Tabela 66. Resumo estatístico dos valores obtidos de algumas variáveis estudadas.

Variáveis	Médias
CCFC (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de carregamento dos fardos <sup>(*)</sup>	3,41 A
	3,64 B
	3,57 B
	3,47 AB
CTF (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de transporte do palhico (em fardos) <sup>(*)</sup>	7,39 A
	7,88 B
	7,74 AB
	7,51 AB
CDF (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo de descarregamento do palhico (em fardos) <sup>(*)</sup>	0,79 A
	0,84 B
	0,82 AB
	0,80 AB
CTFU (R\$.t <sup>-1</sup> ) = Custo total do palhico, posto na usina (em fardos) <sup>(*)</sup>	17,76 A
	17,21 A
	18,16 A
	17,82 A
CEPU (R\$.EBP <sup>-1</sup> ) = Custo na energia, na forma de palhico, posto na usina <sup>(*)</sup>	11,10 A
	10,46 A
	11,47 A
	10,57 A
BETS (%) = Balanço (eficiência) energético total do sistema <sup>(*)</sup>	82,48 A
	83,88 B
	82,83 B
	82,97 B
BETS (%) = Balanço (eficiência) energético total do sistema <sup>(**)</sup>	82,48 A
	83,88 B
	82,83 B
	82,97 B

(\*)A 5% de significância; (\*\*)A 1% de significância. Obs.: Médias com mesmas letras não diferem significativamente entre si.

### 4.3. Confronto entre os sistemas de colheita integral e enfardamento

Neste item são apresentados os resultados de apenas três variáveis, resultantes finais das 35 estudadas estatisticamente ao longo da realização do estudo. Tais variáveis, CEPU (Custo da energia, na forma de palhiço, posta na usina), TPNT (Porcentagem de terra contida no palhiço posto na usina) e BETS (Eficiência energética do sistema) são consideradas as fundamentais para a tomada de decisão em relação ao tipo de sistema de colheita de palhiço, desde que se preconize utilizá-lo para co-geração de energia, como forma de agregação de valor na unidade agroindustrial.

Desta forma, os valores médios obtidos são apresentados nas Tabelas 67 e 68, de onde se retirou os valores para o confronto estatístico por meio do Teste T.

Tabela 67. Resultados obtidos, por repetição e por tratamento, para as três variáveis desejadas para o sistema de colheita integral.

	CEPU (R\$.EBP <sup>-1</sup> )	BETS (%)	PTNT (%)
<i>Médias T1E1</i>	0,79	96,92	0,83
<i>DP</i>	0,17	0,72	0,42
<i>CV</i>	21,59	0,74	50,98
<i>Médias T1E2</i>	1,59	98,42	2,64
<i>DP</i>	0,53	0,26	1,57
<i>CV</i>	33,62	0,27	59,39
<i>Médias T2E1</i>	0,84	97,82	0,60
<i>DP</i>	0,29	0,35	0,37
<i>CV</i>	33,93	0,36	61,71
<i>Médias T2E3</i>	1,36	98,57	1,50
<i>DP</i>	0,59	0,24	0,67
<i>CV</i>	43,65	0,25	44,56

CEPU = Custos, em equivalente barril de petróleo, posto usina; PTNT = Percentagens de terra contidas no palhico, posto usina (igual a IT nas Tabela 37 e 38); BETS = Eficiência energética do sistema; T1E1 = Enfardadora AGROFORN + ancinho DMB; T1E2 = Enfardadora AGROFORN + ancinho AGROFORN; T2E1 = Enfardadora STABRA + ancinho DMB; T2E3 = Enfardadora STABRA + ancinho STABRA; DP = Desvio padrão; CV = Coef. de variação.

Tabela 68. Resultados obtidos, por repetição e por tratamento, para as três variáveis desejadas para o sistema de enfardamento.

	CEPU (R\$.EBP <sup>-1</sup> )	BETS (%)	PTNT (%)
<i>Médias T1E1</i>	11,10	82,48	0,83
<i>DP</i>	0,78	1,36	0,14
<i>CV</i>	7,05	1,65	16,36
-----			
<i>Médias T1E2</i>	10,46	83,88	0,46
<i>DP</i>	0,42	0,66	0,29
<i>CV</i>	4,06	0,78	63,47
-----			
<i>Médias T2E1</i>	11,47	88,83	0,65
<i>DP</i>	1,28	0,41	0,28
<i>CV</i>	11,14	0,50	42,65
-----			
<i>Médias T2E3</i>	10,57	82,97	0,57
<i>DP</i>	0,39	0,56	0,39
<i>CV</i>	3,70	0,67	68,74

CEPU = Custos, em equivalente barril de petróleo, posto usina; PTNT = Percentagens de terra contidas no palhico, posto usina (igual a IT nas Tabela 37 e 38); BETS = Eficiência energética do sistema; T1E1 = Enfardadora AGROFORN + ancinho DMB; T1E2 = Enfardadora AGROFORN + ancinho AGROFORN; T2E1 = Enfardadora STABRA + ancinho DMB; T2E3 = Enfardadora STABRA + ancinho STABRA; DP = Desvio padrão; CV = Coef. de variação.

Ressalta-se que, tais custos são os efetivos, ou seja, foram obtidos com base em Capacidades Efetivas de todas as operações envolvidas. Este conceito de Capacidade Efetiva, retrata o comportamento de um equipamento em função de suas especificações técnicas apenas, não havendo interferência de gerenciamento, como por exemplo: formato de talhão, manobras de cabeceira, embuchamentos, quebras, interrupções por abastecimento e manutenção, deslocamentos, descansos de operadores, etc.

#### 4.3.1. Resultados de custos

A Tabela 71 apresenta os resultados estatísticos do confronto entre os dois sistemas para a variável CEPU (Custo da Energia Posta na Usina), em R\$.EBP<sup>-1</sup>, relativo apenas e tão somente as operações envolvidas em cada um deles, não se considerando o ônus da colheita integral conforme critério explicitado no item referente ao sistema de colheita integral de cana-de-açúcar. O nível de significância, neste Teste “T” é mostrado na Tabela 69, na linha P(T ≤ t) bi-caudal.

Tabela 69. Resultados do Teste T para o confronto entre os sistemas colheita integral e enfardamento para a variável CEPU (Custo da Energia Posta na Usina), em R\$.EBP<sup>-1</sup>.

	Enfardamento	Colheita Integral
Média	10,89875	1,1459375
Variância	0,7328288	0,2896701
Observações	24	32
Hipótese da diferença de média	0	
GL	36	
Stat t	49,0179449	
P(T ≤ t) uni-caudal	7,3656E-35	
t crítico uni-caudal	1,68829729	
<b>P(T ≤ t) bi-caudal</b>	<b>1,4731E-34</b>	
t crítico bi-caudal	2,02809133	

A figura 35 apresenta comparativamente, os resultados de custos efetivos dos dois sistemas estudados, referentes à massa e ao equivalente energético contido no palhiço, posto no pátio da usina. Assim, se cabe ressaltar que o CPSPPU (Custo do palhiço, sem ponteiro, posto na usina), mostrado nas planilhas e gráficos deste estudo, não representa o custo final de colheita do palhiço.

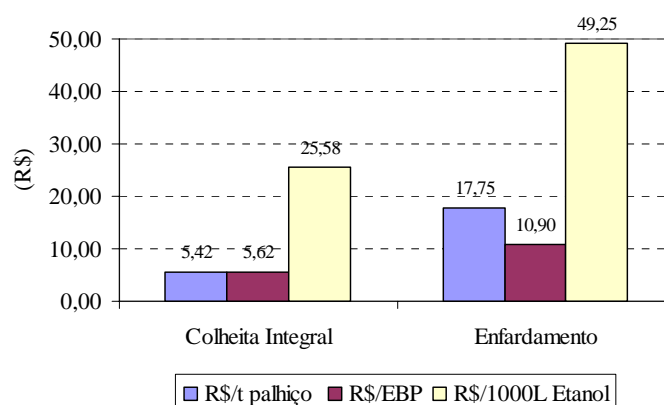


Figura 35. Comparação dos custos efetivos entre os dois sistemas estudados.

Há necessidade de se considerar, ainda, a diferença de custo que ocorre no CCPPU (Custo de colheita, transbordo e transporte de rebolos industrializáveis e ponteiros), que é maior no sistema integral em relação ao convencional e debitar este custo para o CPSPPU (Custo do palhiço, sem ponteiro, posto na usina).

Dessa forma a diferença do CCPPU do sistema integral, média dos tratamentos T2 e T4 ( $\text{R}\$7,02.t^{-1}$ ) e do sistema convencional, médias dos tratamentos T1 e T3 ( $\text{R}\$6,36$ ), portanto,  $\text{R}\$0,66.t^{-1}$  deverá ser debitado do CPSPPU.

Considerando-se que a produtividade de colmos foi de  $94,65t.ha^{-1}$  e a de ponteiros foi de  $6,42t.ha^{-1}$ , totalizando assim  $101,07t.ha^{-1}$ , o valor maior do CCPPU, de  $\text{R}\$0,66.t^{-1}$ , multiplicado por essa produção de colmos e ponteiros, de  $\text{R}\$66,71$  deverá ser debitada para a palha mais folha verde colhida naquela área.

Considerando-se, de acordo com a Tabela 72, que a quantidade de rebolos mais ponteiros, média entre T2 e T4 é de 84,73% e corresponde a 101,07t, significa

que a totalidade de matéria-prima é de  $119,28\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Ainda, a quantidade de palha mais folhas verdes, média entre T2 e T4 foi de 12,33%. Dessa forma, a quantidade de palha mais folhas verdes foi de  $14,71\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Assim, a diferença de CCPPU, de  $\text{R}\$66,71\cdot\text{ha}^{-1}$ , quando debitada para as 14,71t de palha mais folha verde, transfere para estes materiais o custo de  $\text{R}\$4,54\cdot\text{t}^{-1}$  de palha mais folhas verdes.

Por outro lado, deve-se, ainda, considerar a diferença do custo do CPSPPU (Custo do palhiço, sem ponteiro, posto na usina) do sistema integral, média entre T2 e T4 de  $\text{R}\$1,02\cdot\text{t}^{-1}$  e o custo do CPSPPU, do sistema convencional, média entre T1 e T3 de  $\text{R}\$0,11\cdot\text{t}^{-1}$ , que é de  $\text{R}\$0,91\cdot\text{t}^{-1}$ .

Dessa forma o custo final do palhiço posto na usina é de  $\text{R}\$4,45\cdot\text{t}^{-1} + \text{R}\$0,91\cdot\text{t}^{-1} = \text{R}\$5,45\cdot\text{t}^{-1}$ . A equação que, matematicamente, expressa o critério acima descrito ( $\text{R}\$ \cdot \text{t}^{-1}$ ), é a seguinte:

$$\text{CustoFinal}_{\text{Palhiço}} = (\text{CPSPPU}_{T2T4} - \text{CPSPPU}_{T1T3}) + \frac{(\text{CCPPU}_{T2T4} - \text{CCPPU}_{T1T3}) \cdot 101,07}{14,71} \quad (11)$$

Partindo-se destes resultados, a melhor opção para recolhimento do palhiço é a utilização do sistema de colheita integral, independentemente se este leva palhiço à usinas com maior grau de umidade ou, ainda, se ele confere à carga de matéria-prima, menor massa específica (inadequadamente denominado de densidade de carga). Obviamente, a adoção deste sistema exigirá a instalação, na usina, de uma estação de pré-limpeza, a seco, cujo custo de investimento e amortização deverão ser acrescentados aos custos da colheita integral.

A utilização das unidades EBP (Equivalente Barril de Petróleo) e do Equivalente 1.000L de etanol, calculados a partir do poder calorífico útil do palhiço, teve por objetivo permitir uma melhor comparação, com ordens de grandeza mais usuais do cotidiano. Dessa forma, independe o grau de umidade desse material, variável que atua diretamente no poder calorífico do mesmo e do índice de terra contido no material.

Comparando-se os dois sistemas, em termos de  $\text{R}\$.t^{-1}$ , a colheita integral foi 71,3% mais barata que o enfardamento. Por sua vez, comparando-se os sistemas em termos de  $\text{R}\$.EBP^{-1}$ , a colheita integral ficou 51,5% mais barata.

Por essa razão e com o intuito de melhor permitir uma análise dos resultados é que se apresentam as Figuras 36 e 37, onde os dados são transformados em custos operacionais, considerando-se eficiência de campo dentro de um intervalo de 45 à 75%. Assim o custo final irá depender dos aspectos gerenciais de cada unidade.

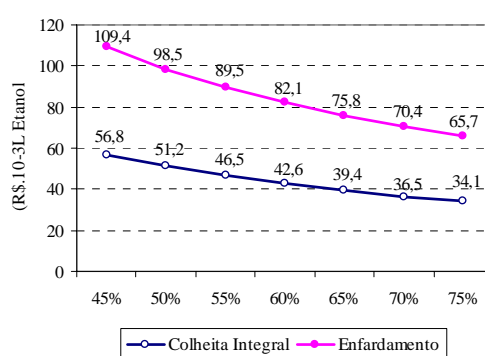


Figura 36. Comparação dos custos operacionais ( $\text{R}\$.10^{-3}\text{L}$  etanol), em função das variações das Eficiências de Campo dos dois sistemas estudados.

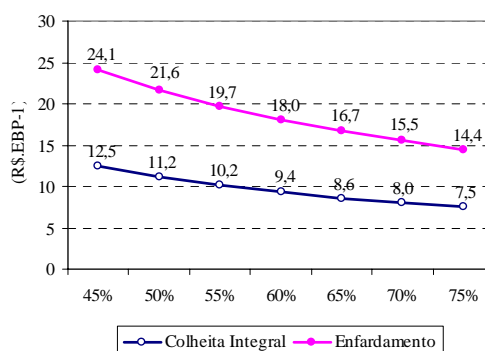


Figura 37. Comparação de custos operacionais ( $\text{R}\$.EBP^{-1}$ ), em função das variações das Eficiências de Campo dos dois sistemas estudados.

Regra geral, para os tipos de operações que ocorrem dentro do talhão, envolvidas no aproveitamento de palhicho, deve-se buscar uma Eficiência de Campo por volta de 65 a 70%. Eficiências menores que estas são um indicativo de que se deve melhorar o gerenciamento operacional do sistema mecanizado da empresa.

Não se efetuaram as discussões entre os resultados aqui obtidos com os resultados apresentados no capítulo Revisão Bibliográfica justamente pelo fato de que estes dois sistemas foram analisados com base na proposta metodológica deste estudo, enquanto que, os resultados da bibliografia apresentam total desuniformidade metodológica.

#### 4.3.2. Resultados de eficiências energéticas

Por outro lado, se faz necessário saber também, por sistema estudado, qual deles apresenta a melhor Eficiência Energética. Essa Eficiência Energética é uma variável que foi determinada, pois, na tomada de decisão por este ou aquele sistema, deve-se conhecer, também, qual deles consome menos energia, na forma de combustível (nas diversas operações envolvidas: enleiramento, enfardamento, recolhimento, carregamento, transporte, descarregamento, etc.), a fim de otimizar o processo de aproveitamento de palhiço. A Tabela 70 apresentam os resultados do Teste T, confrontando dois a dois os sistemas estudados.

Tabela 70. Resultados do Teste T para o confronto entre os sistemas de colheita integral e enfardamento para a variável Eficiência Energética (BETS).

	Enfardamento	Colheita Integral
Média	83,0395833	97,933125
Variância	0,88302156	0,610119
Observações	24	32
Hipótese da diferença de média	0	
GL	44	
Stat t	-63,016206	
P ( $T \leq t$ ) uni-caudal	4,5059E-45	
t crítico uni-caudal	1,68023007	
<b>P (<math>T \leq t</math>) bi-caudal</b>	<b>9,0118E-45</b>	
t crítico bi-caudal	2,0153675	

Assim, os valores médios obtidos nos dois sistemas para a Eficiência Energética foram os apresentados na Figura 38.

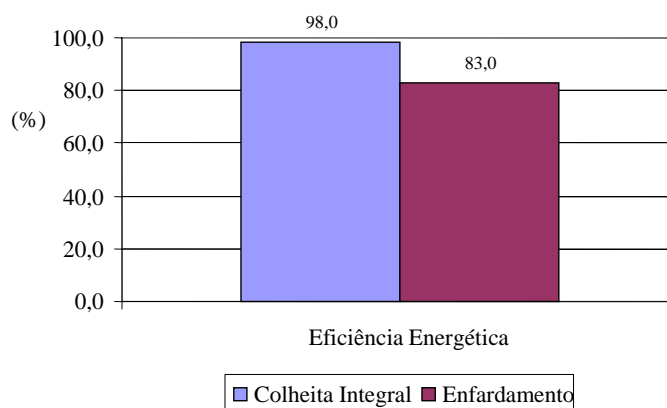


Figura 38. Eficiência energética dos dois sistemas estudados.

Para esta variável, observou-se que o sistema de colheita integral apresentou melhor resultado, diferindo significativamente, ao nível de 1%, do sistema de enfardamento. A leitura desta variável significa que, para cada 100 unidades de energia colocadas na usina, na forma de palhiço, os sistemas consumiram, respectivamente, 2,0 e 17,0 unidades de energia na forma de combustível em todas as operações envolvidas em cada um deles (desde o talhão até o pátio de descarregamento da usina).

Portanto, na colheita integral tem-se o consumo de energia, na forma de combustível, apenas nas operações de colheita, transbordo e transporte da matéria-prima integral, necessitando, todavia, de uma estação de pré-limpeza na usina, a qual consumirá energia gerada pelo próprio palhiço. E mais, adotado tal sistema, ter-se-á menos máquinas trafegando sobre os talhões e menos esmagamentos das soqueiras, além de não ser preciso o incremento de atividades gerenciais e de mão-de-obra, caso venha ser outra a opção escolhida.

#### 4.3.3. Resultados de índices de terra

A Figura 39 apresenta as médias obtidas nos dois sistemas, para a variável Índice de Terra, independente de tratamentos, os quais, tiveram comportamentos

diferenciados, com níveis de significância de 1%. A maior quantidade de terra sistema integral pode ser explicada pelo fato dos extratores estarem desligados em metade dos tratamentos.

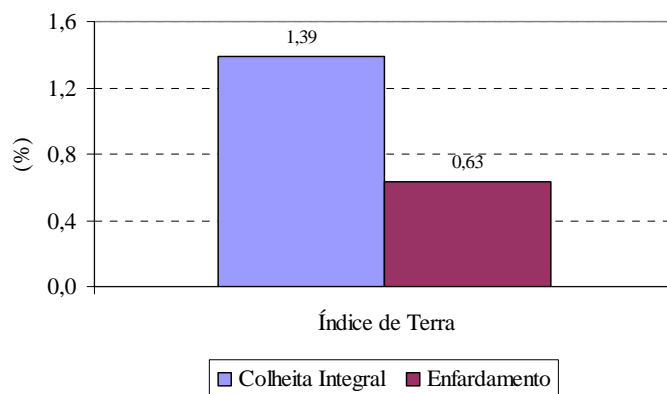


Figura 39 – Valores médios obtidos para o índice de terra nos dois sistemas estudados.

A Tabela 71 apresenta os resultados do Teste T para esta variável.

Tabela 71. Resultados do Teste T para o confronto entre os sistemas de colheita integral e enfardamento para a variável (Índice de terra contido no palhicho, posto na usina).

	Enfardamento	Colheita Integral
Média	0,6275	1,3921875
Variância	0,091784783	1,381843448
Observações	24	32
Hipótese da diferença de média	0	
Gl	36	
Stat t	-3,526978766	
P (T ≤ t) uni-caudal	0,000583761	
t crítico uni-caudal	1,688297289	
<b>P (T ≤ t) bi-caudal</b>	<b>0,001167522</b>	
t crítico bi-caudal	2,02809133	

O sistema de enfardamento apresentou o melhor resultado nesta variável, o que não inviabiliza a opção pela colheita integral, mesmo porque, um sistema de pré-limpeza, por ventilação, necessário para separar o palhiço dos rebolos, irá contribuir para eliminar parte dessa quantidade de terra.

O enfardamento poderá ser uma opção quando da colheita manual sem o uso da queima. O mercado nacional de enfardadoras dispõe de equipamentos com custos atrativos, permitindo a participação de prestadores de serviços, nessa atividade. Por outro lado, exigirá também, na indústria, um processo de preparo do palhiço para sua queima nas caldeiras.

Como a colheita integral mostrou-se ser a opção mais adequada, sob a luz da variável mais importante (R\$ por quantidade de energia), a tendência é de se obter outras vantagens econômicas, pois desde que provocado, o mercado de colhedoras poderá oferecer máquinas com valor de aquisição menor que os atuais, visto que não necessitarão de extratores e, portanto, um menor número de motores hidráulicos, mangueiras e demais componentes e, com certeza, por via de consequência, motores de combustão interna de menor potência e consumo específico de combustível. Digno de consideração, ainda, é o fato de que máquinas com tais características permitirão manutenções periódicas mais rápidas e mais baratas, considerando-se a simplificação das estruturas de apoio ao sistema de colheita.

## 5. CONCLUSÕES

A proposta metodológica para análise dos dois sistemas de recolhimento de palhiço, principal objetivo deste estudo, mostrou-se factível e viável, apesar de exigir um trabalho em equipe e contando com uma infra-estrutura adequada e compatível com a complexidade das análises.

Esta proposta além de permitir a análise individual de cada sistema possibilita, também, o confronto entre eles. Todavia, fica claro que para que se tenha resultados confiáveis em termos das variáveis que realmente levam a uma tomada de decisão, há a necessidade de se determinar mais de uma centena de variáveis intermediárias.

Pelos estudos efetuados ficou estatisticamente comprovado que a colheita integral de cana crua é o sistema de colheita de palhiço posto na usina, que apresenta: menor custo por unidade de energia posta na usina, na forma de palhiço; maiores eficiência energética e índice de terra.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (NORMA NBR 6023 DE 2002)

ABRAMO FILHO, J.; MATSUOCA, S.; SPERANDIO, M.L.; MARCHETI, L.L.; RODRIGUES, R.C.D. Resíduo da colheita mecanizada de colheita de cana crua. **Açúcar & Álcool**, São Paulo, v.67, n.2, p.23-25, 1993.

AGUILAR, A.; PEÑA, V.; FRIEDMAN, P.; BRITO, B. La combustión de los residuos agrícolas de la caña de azúcar. Parte I. Características combustibles. **Cuba Azúcar**, Habana, p.40, ene./mar. 1989.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Agricultural machinery management data**; ASAE D497. St. Joseph, 1992. 7p.

ANDRADE, L.A.B. de; CORREA, J.B.D; ANJOS, I.A. dos; FIGUEIREDO, P.A.M.; CARVALHO, G.J. Efeitos dos restos culturais da colheita de cana-de-açúcar com e sem queima prévia, na incidência de plantas infestantes e na produtividade da soqueira. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.18, n.1, p.34, set./out. 1999.

ANDRIETA, M.G.S. Novas alternativas para subprodutos da cana-de-açúcar. In: 3ª SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA – SECAPI'98, 3., Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: STAB, 1998. p.10-12.

AREVALO, R.A.; BERTONCINI, E.I. Manejo químico de plantas daninhas nos resíduos de colheita de cana crua. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba v.17, n.4, p.36-38, mar./abr. 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Carvão vegetal**: determinação do poder calorífico – método de determinação; NBR 8633. Rio de Janeiro, 1984. 13p.

BAGATEX. Analysis and prospects of rational utilization of sugar cane bagasse. Bagatex program. **Relatório interno**, Ribeirão Preto, 1984, 8p.

BALASTREIRE, L.A. Gerenciamento de operações agrícolas. In: BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Editora Manole, 1987. cap. 2, p.30-61.

BALASTREIRE, L.A; RIPOLI, T.C.C. Estudos básicos para quantificação de colhedoras e veículos de transporte. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 3., 1975, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Copersucar, 1975. p.345-353.

BASSINELLO, A.I.; FURLANI NETO, V.L.; MACEDO, N.; PARRAZI, C.; CASAGRANDE, J.C. **Implicações agrícolas e industriais da colheita de cana crua**. Araras: IAA, PLANALSUCAR, s.d. 55p.

BETACOURT, A.F. Materias extrañas en la cosecha de la caña de azúcar. **Boletim Oficial de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba**, Habana, v.22, n.2, p.3-29, 1976.

BIZUTI, S.F.G. Enleiramento e enfardamento cilíndrico de palhiço de cana-de-açúcar: alguns parâmetros de desempenho operacional e eficiência energética. 2003. 75p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

BOHM, G.M. Queima de cana-de-açúcar e saúde humana. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba v.16, n.4, p.40-41, mar./abr. 1998.

BOUYOUCOS, G.J. Studies on dispersion procedure used the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. **Soil Science**, Baltimore, v.33, n.1, p. 21-27, 1932.

BRANQUINHO, A.; JACOB, R.; RIPOLI, M.L.C. Avaliação da matéria estranha contida na matéria-prima da colheita mecanizada de cana sem queima prévia. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 10., 2002, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: EDUSP, 2002a. 1 CD-ROM.

BRANQUINHO, A.; JACOB, R.; RIPOLI, M.L.C.; RIPOLI, T.C. Capacidade efetiva e consumo de combustível de colhedora em canavial sem queima prévia. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 10., 2002, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: EDUSP, 2002b. 1 CD-ROM.

BRANQUINHO, A.; JACOB, R.; RIPOLI, M.L.C.; RIPOLI, T.C. Perdas de colheita mecanizada em cana sem queima prévia. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 10., 2002, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: EDUSP, 2002c. 1 CD-ROM.

BRITO, S.S. Energia de biomassa: uma alternativa para os trópicos. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE ENERGIA, 3., 1986, Guatemala. **Anais...** São Paulo: CONFEA; CREA, 1986. 20p.

CAMPOS, M.S.; MARCONATO, A. Sistema cana crua x cana queimada CLASS 2000. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba v.12, n.3, p.10-16, jan./fev. 1994.

CARVALHO, G.J. de. Análise da potencialidade autoalelopática de restos culturais da colheita de cana-de-açúcar. 1996. 72p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

CARVALHO, G.J.; ANDRADE, L.A.B.; ANJOS, I.A.; FIGUEIREDO, P.A.M. Efeitos de restos culturais da colheita, com e sem queima prévia, na rebrota e rendimentos de soqueiras de cana-de-açúcar. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.15, n.1, p.27, set./out. 1996.

CARVALHO, J.F. Madeira como fonte de energia. **Brasil Florestal**, Brasília, v.5, n.17, p.5-6, jan./mar. 1974.

CASTRO, M. A luz que vem da cana. **Jornal da Cana**, Ribeirão Preto, n.91, p.38-39, jul. 2001a.

CASTRO, M. Energia equivaleria a duas turbinas de Itaipu. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 17 jun. 2001b. p.B5.

CERRI, C.C.; POLO, A.; ANDREUX, F.; LOBO, M.C.; EDUARDO, P.E. Resíduos orgânicos da agroindústria canavieira: 1. características físicas e químicas. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.6, n.3, p.34-37, jan./fev. 1988.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar. **Sinal Verde**, São Paulo, v.10, n.19, p.8-9, set. 1997.

CLEMENTE, I. Bagaço de cana daria luz a 355 mil pessoas. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 20 maio 2001. p.A11.

COCK, J.; BRICEÑO, C.O.; TORRES, J. Energy from cane trash in Colombia. **International Cane Energy News**, p.6, apr. 2000.

COPERSUCAR - PROJETO BRA/96/G31. Impactos ambientais do uso em larga escala de sistemas BIG-GT na indústria da cana-de-açúcar. In: Projeto BRA/96/G31: Geração de Energia por biomassa, bagaço da cana-de-açúcar e resíduos. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.16, n.5, p.36-39, maio/jun. 1998.

COPERSUCAR - PROJETO BRA/96/G31. Conservação do Solo. **Cenbio Notícias**, Brasília, v.4, n.12. Disponível em: <http://www.cenbio.org.br/index1.htm>. Acesso em: 05 nov 2001b.

COPERSUCAR - PROJETO BRA/96/G31. Disponibilidade da palha de cana-de-açúcar. **Cenbio Notícias**, Brasília, v.4, n.12. Disponível em: <http://www.cenbio.org.br/index1.htm>. Acesso em: 05 nov 2001c.

COPERSUCAR - PROJETO BRA/96/G31. Efeito agronômico da palha remanescente de canaviais colhidos mecanicamente sem a utilização da queimada. **Cenbio Notícias**, Brasília, v.4, n.12. Disponível em: <http://www.cenbio.org.br/index1.htm>. Acesso em: 05 nov 2001a.

CORREA, A.A.M. **Uso da biomassa como fonte de energia**. Jaboticabal: SBEA, 1990. 8 p. (Boletim Informativo)

DE LEON, M.J. Avaliação de desempenho operacional de duas colhedoras em cana (*Saccharum spp*) crua. 2000. 111p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

DELGADO, A.A. Os efeitos da queima dos canaviais. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.3, n.6, p.42-5, jul./ago. 1985.

DOAT, J. Le pouvoir calorifique des bois tropical. **Bois et Forêts des Tropiques**, Paris, v.172, p.33-55, mar./avr. 1977.

FERNANDES, A.C. **Desempenho da agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil: 1990/1997**. Piracicaba: Centro de Tecnologia da Copersucar, 1998. 32p. (RT, B1783).

FIGUEIREDO, P.A.M. Efeitos da vinhaça e de sua complementação nitrogenada e biológica no palhicho, no solo e na cana-de-açúcar. 2000. 77p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **AGRIANUAL 2004**: anuário da agricultura brasileira, São Paulo, 2003. p.213-231.

FRANCO, A.R. **Aspectos médicos e epidemiológicos da queimada de canaviais na região de Ribeirão Preto**. Ribeirão Preto: USP, Centro de Estudos Brasileiros, 1992. 19p.

FURLANI NETO, V.L. Colhedora de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) – avaliação em canaviais com e sem queima prévia. 1995. 111p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

FURLANI NETO, V.L. Colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba. v.12, n.3, p.8-9, jan./fev. 1994.

FURLANI NETO, V.L.; MONTEIRO, H.; RIPOLI, T.C.C.; NOGUEIRA, R.R. Comparative analysis between green cane and burned cane: raw matter quality, cane losses, crop residue and chopper harvest performance. In: CONGRESS OS ISSCT, 1989, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 1989. v.2, p.1043-1050.

FURLANI NETO, V.L.; RIPOLI, T.C.C.; VILLANOVA, N.A. Avaliação de desempenho operacional de colhedora em canaviais com e sem queima prévia. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.15, n.2, p.18-23, nov./dez. 1996.

FURLANI NETO, V.L.; RIPOLI, T.C.C.; VILLANOVA, N.A. Biomassa de cana-de-açúcar: energia contida no palhiço remanescente de colheita mecânica. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.15, n.4, p.24-27, mar./abr. 1997.

FURLANI NETO, V.L.; RIPOLI, T.C.C.; VILLANOVA, N.A. Colheita mecânica: perdas de matéria prima em canaviais com e sem queima prévia. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.14, n.6, p.19-24, jul./ago. 1996.

- GENOÍNO, J. A crise de energia e a cana. **Jornal de Piracicaba**, Piracicaba, 10 jul. 2001. p.A3.
- GOLDENBERG, J. Biomassa como fonte de energia. **Energia**, São Paulo, v.1, n.2, p.21-22, maio/jun. 1979.
- GOMIDE, M.B. Potencialidades alelopáticas dos restos culturais de dois cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum sp*), no controle de algumas plantas daninhas. 1993. 96p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.
- GOPINATH, S. Development of cane trash as alternative biomass fuel in India. In: REPSO – RENEWABLE ENERGY PROJECT SUPPORT OFFICE OF WINROCK INTERNATIONAL, 1998, New Delhi. **REPSO...** New Delhi: Indian-Sugar, 1998. p.321-327.
- GRAHAM, R.L. Biomass, energy, and environment. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.97, p.93-95, 1997.
- HAWAIIAN SUGAR PLANTERS ASSOCIATION. Experiment Station. Energy. **Annual Report 1983**. Honolulu, 1983. cap.7, p.72-75.
- HAWAIIAN SUGAR PLANTERS ASSOCIATION. Experiment Station. Energy. In: **Annual Report 1987**. Honolulu, 1987. cap.7, p.72-74.
- HILER, E.A.; STOUT, B.A. Biomass energy: a monograph. College Station: Texas A & M University Press, 1985. 313p.
- HOBSON, P.A.; DIXON, T.F.; HOGARTH, D.M. Gasification technology – prospects for large-scale, high-efficiency cogeneration in the Australian sugar industry. In: CONFERENCE OF THE AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS 20., 1998, Balina. **Proceedings...** Balina: PK, 1998. p.1-9.

HOWE, R.; SREESANGKOM, P. **Costs and performance of equipment for baling sugar cane tops and leaves**. s.l.: United States Agency of International Development, 1990. 56p.

INSTITUTO Nacional de Pesquisas Espaciais mede efeitos das queimadas em São Paulo. **Jornal de Piracicaba**, Piracicaba, 26 set. 1989. p.5.

JENKINS, B.M.; BAXTER, L.L.; MILES JUNIOR, T.R.; MILES, T.R. Combustion properties of biomass. **Fuel Processing Technology**, Amsterdam, p.17-46, 1998.

JORNAL de Piracicaba. Energia elétrica reforça receita das usinas. **Jornal de Piracicaba**, Piracicaba, 01 jun. 2000. p.4

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 264p.

KIRCHHOFF, V.W.J.H. (Coord.) **As queimadas da cana**. São José dos Campos: INPE, 1991. 92p.

KOOPMANS, A.; KOPPEJAN, J. Agricultural and forest residues: Generation, utilization and availability. In: REGIONAL CONSULTATION ON MODERN APPLICATIONS OF BIOMASS ENERGY, 1997, Kuala Lumpur. **Paper...** Kuala Lumpur, 1997. 23p.

LANÇAS, K.P. **A evolução das alternativas energéticas com a crise do petróleo e a projeção da biomassa**. Botucatu: UNESP, 1984. 34p.

LAURE, C.J. Efeito de queima sobre atmosfera: produção de gases nocivos. In: KIRCHHOFF, V.W.J.H. **As queimadas da cana**. São José dos Campos: Transtec Editorial. 1991. 32p.

LEITE, W.B.; PINTO, L.A. O valor do bagaço como combustível. In: \_\_\_\_\_. **Avaliação do bagaço da cana-de-açúcar**. São Paulo: Coleção Sopral IV, 1983. p.22-39.

LESS, P. Petrocultura: vários cultivos ya son fuentes promisoras de combustibles.

**Agricultura de las Americas**, Great Neck, n.31, v.11, p.24-25, nov.1982.

LOPEZ, P.A. Recolección de bardojo como fuente energética en el Central Romana. In: GRUPO DE PAÍSES LATINOAMERICANOS Y DEL CARIBE EXPORTADORES DE AZÚCAR. **Uso alternativo de la caña de azúcar para energía y alimento**. Ciudad del México, 1987. p.57-62. (Colección GEPLACEA).

LORENZI, H. Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. In: TORRADO, P.V.; RAPHAEL, A.R. **Plantio direto no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. cap.2, p.13-46.

LORENZI, H. Tiririca. Uma séria ameaça aos canaviais. **Boletim técnico COPERSUCAR**. São Paulo, v.35, p.3-10, 1986.

MAGALHÃES, P.S.G.; BRAUNBECK, O.A. **Colheita de cana-de-açúcar verde**: energia renovável para uma agricultura sustentável. Disponível em: <http://www1.agrobrasil.com.br/agroartigos/artigo9.html>. Acesso em: 04 nov 2001.

MANECHINI, C. The impact of cane trash on weed control. **International Cane Energy News**, p.7-9, apr. 2000.

MATTOS, K.M.C.; MATTOS, A. Valoração Econômica do desperdício de energia na queima do canavial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBEA, 2001. v.4, p.51-57.

MIALHE, L. G. Combustão e combustíveis. In: MIALHE, L. G. **Máquinas motoras na agricultura**. São Paulo: Ceres, 1980. cap.9, p.187-212.

MOLINA JR, W.F. Enfardamento de resíduo de colheita de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*): Avaliação dos desempenhos operacional e econômico. 1991. 101p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

MOLINA JR, W.F.; RIPOLI, T.C.C.; COELHO, J. L. D.; BRITO, J. O. Energia Potencial da biomassa não industrializável de canaviais para emprego como combustível. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA 24., 1995, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: SBEA, 1995. p.142.

MOLINA JR, W. F.; RIPOLI, T.C.C.; GERALDI, R.N.; AMARAL, J.R. Aspectos econômicos e operacionais do enfardamento de resíduo de colheita de cana-de-açúcar para aproveitamento energético . **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.13, n.5, p.28-31, maio/jun. 1995.

NERY, M.S. Desempenhos operacional e econômico de uma colhedora em cana crua. 2000. 108p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

OLIVEIRA, E.R. Bagaço de cana: um combustível que ainda não recebeu a devida atenção. **Álcool e Açúcar**, São Paulo. n.2, v.4, p.10-19, maio/jun. 1982.

ORLANDO FILHO, J.; ROSSETO, R.; MURAOKA, T.; ZOTELLI, H.B. Efeitos do sistema de despalha (cana crua x cana queimada) sobre algumas propriedades do solo. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.16, n.6, p.30-33, jul./ago. 1998.

OSAVA, M. Fotossíntese, a energia do futuro. **Jornal Cana**, Ribeirão Preto, n.91, p.25, jul. 2001.

PEREIRA, R. Potencial de biomassa pode atingir 6 mil MW. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 18 nov. 2001. p.B4.

PERES, S. Biomassa como vocação. **Notícias Cenbio**, Brasília, v.1, n.2. Disponível em: <http://www.cenbio.org.br/index1.htm>. Acesso em: 06 nov 2001.

PEREZ, N.P. Eficiência em caldeiras na agroindústria canavieira. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.?, n.?, p.?, 1982.

PERRONE, J.C. Os processos hidrolíticos no aproveitamento dos recursos renováveis. **Silvicultura**, São Paulo, ed. Especial, p.22-33, dez. 1977.

PINTO, L.A.R. Aproveitamento do bagaço e da palha de cana-de-açúcar em programas energéticos comunitários. **Açúcar & Álcool**, São Paulo, n.63, p.34-37, jul./ago. 1992.

QUINTELA, A.C.R. Controle de plantas daninhas e rendimentos de cana crua, no sistema integrado palhiço, herbicida e vinhaça. 2001. 75p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

RIPOLI, M.L.C. Mapeamento do palhiço enfardado de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e do seu potencial energético. 2002. 91p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

RIPOLI, M.L.C.; CARDOSO, E.J.B.N.; RIPOLI, T.C.C. Queima de pré-colheita: Efeito na atividade microbiana em solos com cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 5., 1997, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: EDUSP, 1997b. v.1, p.512.

RIPOLI, M.L.C.; MENEGATTI, L.A.A.; RIPOLI, T.C.C. Biomassa e seu equivalente energético em algumas variedades de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 5., 1997, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: EDUSP, 1997c. v.1, p.511.

RIPOLI, M. L. C.; PASSARELLI, M. A., CARDOSO, E. J. B. N.; RIPOLI, T. C. Cana-de-açúcar – Perdas de açúcares totais, por exsudação decorrentes de queimadas de canavial. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 5., 1997, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: EDUSP, 1997a. v.1, p.510.

RIPOLI, M.L.C.; RIPOLI, T.C.C. Variação de temperatura de queimada de canavial. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 3., 1995, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: EDUSP, 1995. v.1, p.408.

RIPOLI, M.L.C.; RIPOLI, T.C.C. Caracterização dos principais constituintes da biomassa de três variedades de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 4., 1996, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: EDUSP, 1996. v.1, p.463.

RIPOLI, T.C.C. Algumas considerações sobre palhiço como fonte de energia. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTADO AGRÍCOLA, 2001, Ribeirão Preto. Ribeirão Preto: INEE; IDEA, 2001. 1 CD-ROM.

RIPOLI, T.C.C. Avaliação de alguns parâmetros de desempenho de três colhedoras de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). 1977. 130p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1977.

RIPOLI, T.C.C. Ensaio & certificação de máquinas para colheita de cana-de-açúcar. In: MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaios e certificação**. Piracicaba: FEALQ, 1996. p.635-674, 1996.

RIPOLI, T.C.C. Fogo na palha? **Notícias da ESALQ**, Piracicaba, v.1, n.5, p.2-3, nov. 1988.

RIPOLI, T.C.C. O uso energético da biomassa de cana: implicações técnico–econômicas e sócio-ambientais. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTADO AGRÍCOLA E URBANO, 1., 1995, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1995. p.131-142.

RIPOLI, T.C.C. Utilização do material remanescente de colheita de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) – Equacionamento dos balanços energético e econômico. 1991. 150p. Tese (Livre-Docência) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

RIPOLI, T.C.C.; BALASTREIRE, L.A.; MOLIN, J.P.; MOLINA JR, W.F. Sugar cana biomass energy in Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON AGRICULTURAL ENGINEERING, 13., 1998, Morocco. **Proceedings...** Morocco: ICAE, 1998. v.4, p.51-57.

RIPOLI, T.C.C.; DE LEON, M.J.; MOLINA JR, W.F.; RIPOLI, M.L.C. Field testing of two green chopped sugar cane harvesters in Brazil. In: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, 2001, Sacramento. **Paper...** Sacramento: ASAE, 2001, 8p.

RIPOLI, T.C.C.; MIALHE, L.G.; BRITO, J.O. Queima de canavial: o desperdício não mais admissível! **Álcool & Açúcar**, São Paulo, v.10, n.54, p.18-23, jul./ago. 1990.

RIPOLI, T.C.C.; MOLINA JR, W.F.; NOGUEIRA, M.C.S.; MATOS, J.R. Equivalente energético do palhiço da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 19., 1990, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1990. p.249-252.

RIPOLI, T.C.C.; MOLINA JR, W.F.; STUPIELO, J.P.; NOGUEIRA, M.C. SACCOMANO, J.B. Potencial energético de residuos de cosecha de la caña verde. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.10, n.1, p.23-26, set./out. 1991.

RIPOLI, T.C.C.; MOLINA JR., W.F.; RIPOLI, M.L.C. Energetic potential of sugar cane biomass in Brazil. **Rivista di Ingegneria Agraria**, Bologna, v.31, n.1, p.1-7, nov.2000.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. Effects of pre-harvest burning in sugar cane (*Saccharum spp.*) in Brazil. **Rivista di Ingegneria Agraria**, Bologna, v.32, n.4, p.202-210, nov.2001.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Edição própria, 2004. 302p.

RIPOLI, T.C.C.; PARANHOS, S.B. Colheita. In: PARANHOS, S.B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. cap.5, p.519-597.

RIPOLI, T.C.C.; TILLMAN, C.A.C.; MILAN, M.O. O corte manual da cana verde. **Açúcar & Álcool**, São Paulo, n.77, p.28-30, dez./jan. 1995.

RIPOLI, T.C.C.; VILLA NOVA, N.A. Colheita mecanizada da cana-de-açúcar: novos desafios. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba v.11, n.1, p.28-31, set./out. 1992.

ROSA, A.V. Energia derivada do aguapé. **Silvicultura**, São Paulo, ed. especial, p. 179-183, 1977.

SAFFIOTI, W. O desperdício de energia na queima dos canaviais. **Revista Pau Brasil**, São Paulo, p.40-43, nov./dez. 1985.

SAMUELS, G. Foreign matter in sugar cane: some basic facts. In: CONGRESO ASOCIACIÓN DE TÉCNICOS AZUCAREIROS PUERTO RICO, 1., 1969, Puerto Rico. **Proceedings...** Puerto Rico, 1970. p. 57-62.

SAYIGH, A. Biomass – renewable energy – the way forward. **Fuel Processing Technology**, Amsterdam, v.59, n.1, p.15-30, apr. 1999.

SHUKLA, G.L.; PRABHU, K.A.; SINGH, G.B.; SOLOMONS, S. Biogas production from sugarcane biomass and agro-industrial waste. In: \_\_\_\_\_. **Sugarcane: agro-industrial alternatives**. New Delhi: Oxford & IBH, 1995. p.157-170.

SILVA, M.R.S.; FROES, N.D.T. As cinzas de cana promovem câncer? **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba. v.16, n.4, p.42. mar./abr. 1998.

SPAROVECK, G.; ALLEONI, L.R.F.; PEREIRA, J.C.; ROSSETO, R. Aptidão das terras de Piracicaba para o corte mecanizado de cana-de-açúcar. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba. v.15, n.5, p.14-17, 1997.

STANIFORTH, A.R. Straw for fuel. In: STANIFORTH, A. R. **Straw for fuel, feed and fertilizer?** London: Farming, 1982. p.40-69.

STEEL, J.G.; BRADFIELD, R. The significance of size distribution in clay fraction. In: AMERICAN SOIL SURVEY ASSOCIATION. **Report Bulletin**. 1934. p. 88-93.

STUPIELLO, J.P. A cana-de-açúcar como matéria prima. In: PARANHOS, S.B. (Coord.) **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, cap.7, p.765-804.

STUPIELLO, J.P. Alguns aspectos da qualidade de matéria-prima. Revista **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba. v.7, n.3/5, p.52-54, jun./jul.1989.

TILLMANN, C.A.C. Avaliação dos desempenhos operacional e econômico de sistema de colheita semi-mecanizada em cana-de-açúcar, com e sem queima prévia. 1994. 111p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

TIMM, L.C. Efeito do manejo da palhada da cana-de-açúcar nas propriedades físico-hídricas de um solo. 2002. 115p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

TORREZAN, H.F. Enleiramento e enfardamento prismático de palhiço de cana-de-açúcar: alguns parâmetros de desempenho operacional e eficiência energética. 2003. 88p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Instituto \_\_\_\_\_ **Banco dados de biomassa no Brasil:** cana de açúcar no Brasil. Disponível em: <http://infoener.iee.usp.br/cenbio/biomassa.htm>. Acesso em: 27 nov 2003.

URQUIAGA, S.; RESENDE, A.S.; ALVES, B.J.R.; OLIVEIRA, O.C.; BODDEY, R.M. Queima de cana. **Revista Agrobiologia**, Ribeirão Preto. n.5, p.2, abr.1997.

USINA SANTA LYDIA. Previsão do comportamento da palha e ponteiro da cana-de-açúcar como combustíveis industriais. **Relatório interno**, Ribeirão Preto, 1984, 8p.

VENTURINI FILHO, W.G.; ADDISON, f.c. Geração de eletricidade em usina sucroalcooleira – viabilidade econômica. **Revista do Usineiro**. São Paulo, v.4, n.20, p. 8-14, set./out., 1990.

WALTER, A.C.S. Potencial energético da cana-de-açúcar. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.11, n.4, p.29-34, mar./abr. 1993.

ZULUAF, W.E.; CAPORALI, S.A.; VIDEIRA, R.M. Cálculo preliminar da energia liberada anualmente na queima dos canaviais brasileiros. In: SIMPÓSIO SOBRE QUEIMA DE PALHA DE CANAVIAIS, 2., Araraquara, 1985. **Anais...** Araraquara, 1985. p.1-7.

**ANEXO I**  
**(Dados Originais do Sistema de Colheita Integral)**

O presente anexo contém planilhas com dados originais de campo e parcialmente tabuladas, que geraram os valores que foram analisados estatisticamente.

## 1. BIOMETRIA DO CANAVIAL

Quadro 1. Dados de biometria do canavial: número de rebolos industrializáveis por 10m lineares de fileira de plantio e porte do canavial.

Amostras	Nº Colmos	Amostras	Nº Colmos (Porte do Canavial)			
			Ereto	Acamado	Deitado	Total
1	114	1	11	0	0	11
2	103	2	1	2	7	10
3	132	3	13	3	1	17
4	104	4	3	5	4	12
5	107	5	1	5	9	15
6	124	6	10	1	0	11
7	108	7	2	4	1	7
8	112	8	0	6	10	16
9	98	9	7	1	7	15
10	87	10	15	1	0	16
11	108	11	11	0	0	11
12	93	12	0	3	7	10
13	85	13	5	5	0	10
14	73	14	18	0	0	18
15	80	15	0	11	8	19
16	119	16	11	3	1	15
17	88	17	3	6	6	15
18	92	18	5	7	6	18
19	122	19	8	2	4	14
20	94	20	5	8	1	14
21	116	<b>Total</b>	<b>129</b>	<b>73</b>	<b>72</b>	<b>274</b>
22	129	<b>Médias</b>	<b>6,45</b>	<b>3,65</b>	<b>3,60</b>	<b>13,70</b>
23	130	<b>DP</b>	<b>5,43</b>	<b>2,98</b>	<b>3,56</b>	<b>3,28</b>
24	131	<b>CV</b>	<b>84,24</b>	<b>81,60</b>	<b>98,89</b>	<b>23,93</b>
25	105	<b>% do Total</b>	<b>47,08%</b>	<b>26,64%</b>	<b>26,28%</b>	<b>100,00%</b>
26	120					
27	134					
28	122					
29	139					
30	122					
31	132					
32	114					
33	121					

Quadro 1. Dados de biometria do canavial: número de rebolos industrializáveis por 10m lineares de fileira de plantio e porte do canavial.

Amostras	Nº Colmos	Amostras	Nº Colmos (Porte do Canavial)			
			Ereto	Acamado	Deitado	Total
34	115					
35	105					
36	133					
37	112					
38	120					
39	125					
40	124					
<b>Total</b>	<b>4.492</b>					Peso médio: 1,18kg
<b>Média</b>	<b>112,30</b>					Espaçamento: 1,4 m
<b>DP</b>	<b>16,43</b>					7.143m lineares
<b>CV</b>	<b>14,63</b>					Produtividade Agrícola : 94,65t.ha <sup>-1</sup>

DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 2. Constituintes da parte aérea do canavial, descontadas as taras dos sacos (área por amostra de 2,8m<sup>2</sup>).

Amostras	Colmos	Ponteiros	Folhas	Palhas	Nº de Colmos	Ponteiros	Folhas	Palhas
			Verdes				Verdes	
			(kg)				(t.ha <sup>-1</sup> )	
1	33,3	1,8	3,0	3,5	29	6,46	10,75	12,56
2	33,2	2,4	3,8	2,0	31	8,60	13,60	7,17
3	23,5	1,5	2,5	2,7	26	5,39	8,96	9,71
4	37,8	1,5	3,1	3,1	27	5,39	11,10	11,13
5	21,0	1,1	2,5	2,5	26	3,96	8,96	8,99
6	44,2	1,9	3,9	3,2	27	6,82	13,96	11,49
7	21,0	2,0	2,8	2,0	24	7,17	10,03	7,21
8	36,2	1,3	2,7	2,7	27	4,67	9,67	9,71
9	31,6	1,7	2,8	3,8	26	6,10	10,03	13,63
10	31,9	1,5	2,1	2,8	26	5,39	7,53	10,06
11	35,4	2,4	3,2	2,3	24	8,60	11,46	8,28
12	39,7	1,9	3,5	3,5	32	6,82	12,53	12,56
13	26,4	2,1	2,7	2,9	27	7,53	9,67	10,42
14	21,4	1,2	2,2	2,2	19	4,32	7,89	7,92
15	31,9	1,6	2,5	2,6	28	5,75	8,96	9,35
16	27,0	2,0	2,9	2,6	23	7,17	10,39	9,35
17	28,7	1,8	2,7	2,3	25	6,46	9,67	8,28
18	35,1	2,1	3,4	2,9	28	7,53	12,17	10,42
19	28,2	2,3	3,3	2,6	24	8,25	11,82	9,35
20	31,8	1,7	2,5	2,9	24	6,10	8,96	10,42

Quadro 2. Constituintes da parte aérea do canavial, descontadas as taras dos sacos (área por amostra de 2,8m<sup>2</sup>).

Amostras	Colmos	Ponteiros	Folhas Verdes		N <sup>o</sup> de Colmos	Ponteiros	Folhas Verdes	
			(kg)				(t.ha <sup>-1</sup> )	
<b>Médias</b>	<b>30,97</b>	<b>1,79</b>	<b>2,91</b>	<b>2,76</b>	<b>26,15</b>	<b>6,42</b>	<b>10,41</b>	<b>9,90</b>
<b>DP</b>	<b>6,37</b>	<b>0,38</b>	<b>0,49</b>	<b>0,49</b>	<b>2,87</b>	<b>1,34</b>	<b>1,76</b>	<b>1,76</b>
<b>CV</b>	<b>20,57</b>	<b>20,97</b>	<b>16,99</b>	<b>17,84</b>	<b>10,98</b>	<b>20,86</b>	<b>16,94</b>	<b>17,74</b>

DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 3. Constituintes parte aérea, por metro de fileira.

Amostras	Colmos	Ponteiros	Folhas Verdes		N <sup>o</sup> de Colmos	Ponteiros	Folhas Verdes	
			(kg)				(t.ha <sup>-1</sup> )	
1	16,65	0,90	1,50	1,76	14,50	6,46	10,75	12,56
2	16,60	1,20	1,90	1,00	15,50	8,60	13,60	7,17
3	11,75	0,75	1,25	1,36	13,00	5,39	8,96	9,71
4	18,90	0,75	1,55	1,56	13,50	5,39	11,10	11,13
5	10,50	0,55	1,25	1,26	13,00	3,96	8,96	8,99
6	22,10	0,95	1,95	1,61	13,50	6,82	13,96	11,49
7	10,50	1,00	1,40	1,01	12,00	7,17	10,03	7,21
8	18,10	0,65	1,35	1,36	13,50	4,67	9,67	9,71
9	15,80	0,85	1,40	1,91	13,00	6,10	10,03	13,63
10	15,95	0,75	1,05	1,41	13,00	5,39	7,53	10,06
11	17,70	1,20	1,60	1,16	12,00	8,60	11,46	8,28
12	19,85	0,95	1,75	1,76	16,00	6,82	12,53	12,56
13	13,20	1,05	1,35	1,46	13,50	7,53	9,67	10,42
14	10,70	0,60	1,10	1,11	9,50	4,32	7,89	7,92
15	15,95	0,80	1,25	1,31	14,00	5,75	8,96	9,35
16	13,50	1,00	1,45	1,31	11,50	7,17	10,39	9,35
17	14,35	0,90	1,35	1,16	12,50	6,46	9,67	8,28
18	17,55	1,05	1,70	1,46	14,00	7,53	12,17	10,42
19	14,10	1,15	1,65	1,31	12,00	8,25	11,82	9,35
20	15,90	0,85	1,25	1,46	12,00	6,10	8,96	10,42
<b>Média</b>	<b>15,49</b>	<b>0,90</b>	<b>1,46</b>	<b>1,39</b>	<b>13,08</b>	<b>6,42</b>	<b>10,41</b>	<b>9,90</b>
<b>DP</b>	<b>3,18</b>	<b>0,19</b>	<b>0,25</b>	<b>0,25</b>	<b>1,44</b>	<b>1,34</b>	<b>1,76</b>	<b>1,76</b>
<b>CV</b>	<b>20,57</b>	<b>20,97</b>	<b>16,99</b>	<b>17,78</b>	<b>10,98</b>	<b>20,86</b>	<b>16,94</b>	<b>17,74</b>

DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

## 2. DADOS ORIGINAIS DE CAMPO (COLHEDORA CAMECO®)

Quadro 4. Determinação da tara do transbordo e da transferência de massa.

Tratamento	Bruto com Trator		Bruto sem Trator		Diferença (%)	Tara com Trator		Tara sem Trator		Diferença (%)
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)		(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	
T1	8.736	9.710	9.710	11,15	6.404	7.120	7.120	11,18		
T2	9.208	9.978	9.978	8,36	6.390	7.086	7.086	10,89		
<b>Médias</b>	<b>8.972</b>	<b>9.844</b>	<b>9.844</b>	<b>9,76</b>	<b>6.397</b>	<b>7.103</b>	<b>7.103</b>	<b>11,04</b>		

T1 = Colhedora CAMECO® operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO® operando com o extrator desligado. Obs.: Fez-se um acréscimo na carga em função do desconto da transferência de peso de 10,556% (0,10556). O peso dos dois tambores foi de 48kg e a tara da carreta é de 7.120kg.

Quadro 5. Massa bruta colhida, tempo de colheita e de descarga, velocidade e consumo de combustível.

Trat./ Rep.	Massas Brutas		Massas Líquidas		Tempos de Colheita		Tempos de Descarga		Tempos Totais		Velocidades Médias <sup>(1)</sup>		Velocidades Médias <sup>(2)</sup>		Capacidade Efetiva		Leitura Bureta		Consumo Real	
	(kg)	(kg)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(km.h <sup>-1</sup> )	(km.h <sup>-1</sup> )	(t.h <sup>-1</sup> )	(t.h <sup>-1</sup> )	(L)	(L)	(kg)	(kg)		
T1R1	8.531	2.258,5	122	18	140	5,90	5,14	58,07	29	3,2944	2,843									
R2	8.676	2.418,8	116	11	127	6,21	5,67	68,56	26	2,9536	2,549									
R3	8.986	2.761,5	127	13	140	5,67	5,14	71,01	32	3,6352	3,137									
R4	7.946	1.611,7	117	10	127	6,15	5,67	45,69	38	4,3168	3,725									
R5	7.994	1.664,8	118	10	128	6,10	5,63	46,82	23	2,6128	2,255									
R6	8.634	2.372,3	127	12	139	5,67	5,18	61,44	22	2,4992	2,157									
R7	8.373	2.083,8	116	13	129	6,21	5,58	58,15	21	2,3856	2,059									
R8	8.558	2.288,3	119	10	129	6,05	5,58	63,86	23	2,6128	2,255									
<b>Médias</b>	<b>8.462,25</b>	<b>2.182,46</b>	<b>120,25</b>	<b>12,13</b>	<b>132,38</b>	<b>6,00</b>	<b>5,45</b>	<b>59,20</b>	<b>26,8</b>	<b>3,0388</b>	<b>2,623</b>									
T2R1	8.116	1.799,7	177	16	193	3,25	2,98	33,57	22	2,4992	2,157									
R2	8.066	1.744,4	145	7	152	3,97	3,79	41,31	18	2,0448	1,765									
R3	8.226	1.921,3	143	9	152	4,03	3,79	45,50	18	2,0448	1,765									
R4	8.348	2.056,1	151	7	158	3,81	3,65	46,85	21	2,3856	2,059									
R5	8.496	2.219,8	158	8	166	3,65	3,47	48,14	20	2,2720	1,961									
R6	8.214	1.908,0	144	8	152	4,00	3,79	45,19	20	2,2720	1,961									
R7	8.436	2.153,4	150	8	158	3,84	3,65	49,07	20	2,2720	1,961									
R8	8.288	1.989,8	151	8	159	3,81	3,62	45,05	23	2,6128	2,255									
<b>Médias</b>	<b>8.273,75</b>	<b>1.974,06</b>	<b>152,38</b>	<b>8,88</b>	<b>161,25</b>	<b>3,80</b>	<b>3,59</b>	<b>44,34</b>	<b>20,3</b>	<b>2,3004</b>	<b>1,986</b>									

<sup>(1)</sup> Considerando tempo na fileira da repetição; <sup>(2)</sup> Considerando tempo na fileira da repetição + tempo para esvaziar a colhedora;

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO<sup>®</sup> operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO<sup>®</sup> operando com o extrator desligado. Obs.: Tara da carreta é de 7.120kg. Distâncias efetivas de T1 e T2 foram, 200m e 160m, respectivamente. A calibração feita foi para cada divisão da bureta (1ml), correspondia a 0,1136 litros de diesel.

Quadro 6. Tabulações para determinações de Capacidades Efetivas Brutas.

Trat./Rep.	Matéria-Prima Líquida		Rebolos Industrializ. Colhidos		Tempos Efetivos (s)	Velocidades Média (km.h <sup>-1</sup> )	Capacidades Efetivas Brutas (Mat.Prima) (t.h <sup>-1</sup> )		Consumos de Combustível (Mat.Prima) (L.h <sup>-1</sup> )		Capacidades Efetivas Brutas (Rebolos Ind.) (t.h <sup>-1</sup> )		Consumos de Combustível (Rebolos Ind.) (L.t <sup>-1</sup> )	
	(kg)		(kg)				(t.h <sup>-1</sup> )	(t.h <sup>-1</sup> )	(L.h <sup>-1</sup> )	(L.t <sup>-1</sup> )	(t.h <sup>-1</sup> )	(t.h <sup>-1</sup> )	(L.t <sup>-1</sup> )	(L.t <sup>-1</sup> )
T1R1	2.258,47		2.142,28		140	5,14	58,07	84,71	1,46	55,09	1,54			
R2	2.418,77		2.250,04		127	5,67	68,56	83,72	1,22	63,78	1,31			
R3	2.761,50		2.493,48		140	5,14	71,01	93,48	1,32	64,12	1,46			
R4	1.611,71		1.518,12		127	5,67	45,69	122,37	2,68	43,03	2,84			
R5	1.664,78		1.587,99		128	5,63	46,82	73,49	1,57	44,66	1,65			
R6	2.372,34		2.251,58		139	5,18	61,44	64,73	1,05	58,31	1,11			
R7	2.083,79		1.926,83		129	5,58	58,15	66,57	1,14	53,77	1,24			
R8	2.288,32		2.161,44		129	5,58	63,86	72,92	1,14	60,32	1,21			
<b>Médias</b>	<b>2.182,46</b>		<b>2.041,47</b>		<b>132,38</b>	<b>5,45</b>	<b>59,20</b>	<b>82,75</b>	<b>1,45</b>	<b>55,39</b>	<b>1,55</b>			
<b>DP</b>	<b>361,87</b>		<b>340,00</b>		<b>6,09</b>	<b>0,25</b>	<b>9,20</b>	<b>18,74</b>	<b>0,53</b>	<b>8,02</b>	<b>0,55</b>			
<b>CV</b>	<b>17,73</b>		<b>16,65</b>		<b>4,60</b>	<b>4,54</b>	<b>15,53</b>	<b>22,65</b>	<b>36,46</b>	<b>14,48</b>	<b>35,83</b>			
T2R1	1.799,66		1.618,38		193	2,98	33,57	46,62	1,39	30,19	1,54			
R2	1.744,38		1.476,76		152	3,79	41,31	48,43	1,17	34,98	1,38			
R3	1.921,27		1.386,33		152	3,79	45,50	48,43	1,06	32,83	1,47			
R4	2.056,15		1.664,73		158	3,65	46,85	54,36	1,16	37,93	1,43			
R5	2.219,77		1.656,93		166	3,47	48,14	49,27	1,02	35,93	1,37			
R6	1.908,00		1.537,55		152	3,79	45,19	53,81	1,19	36,42	1,48			
R7	2.153,44		1.929,82		158	3,65	49,07	51,77	1,06	43,97	1,18			
R8	1.989,81		1.714,02		159	3,62	45,05	59,16	1,31	38,81	1,52			
<b>Médias</b>	<b>1.974,06</b>		<b>1.623,07</b>		<b>161,25</b>	<b>3,59</b>	<b>44,34</b>	<b>51,48</b>	<b>1,17</b>	<b>36,38</b>	<b>1,42</b>			
<b>DP</b>	<b>164,69</b>		<b>164,77</b>		<b>13,70</b>	<b>0,27</b>	<b>4,94</b>	<b>4,14</b>	<b>0,13</b>	<b>4,12</b>	<b>0,11</b>			
<b>CV</b>	<b>8,34</b>		<b>10,15</b>		<b>8,50</b>	<b>7,55</b>	<b>11,14</b>	<b>8,04</b>	<b>10,96</b>	<b>11,33</b>	<b>8,08</b>			

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO® operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO® operando com o extrator desligado; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 7. Determinações de capacidades efetivas líquidas.

Trat./Rep	Total de Perdas	Total de Perdas	Eficácia de	Capacidade Efetiva Líquida	Capacidade Efetiva Líquida
	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	Manipulação	(Matéria-Prima)	(Rebolos Industrializáveis)
T1R1	2,47	4,59	95,41	55,41	52,56
R2	1,51	3,14	96,86	66,41	61,78
R3	3,15	5,79	94,21	66,90	60,41
R4	4,42	6,25	93,75	42,83	40,34
R5	4,35	5,89	94,11	44,06	42,03
R6	3,70	4,66	95,34	58,58	55,60
R7	6,20	7,96	92,04	53,52	49,49
R8	2,60	4,33	95,67	61,09	57,71
<b>Médias</b>	<b>3,55</b>	<b>5,33</b>	<b>94,67</b>	<b>56,10</b>	<b>52,49</b>
<b>DP</b>	<b>1,46</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>9,12</b>	<b>8,04</b>
<b>CV</b>	<b>41,00</b>	<b>27,56</b>	<b>1,55</b>	<b>16,26</b>	<b>15,31</b>
T2R1	0,67	1,36	98,64	33,11	29,78
R2	0,73	1,53	98,47	40,68	34,44
R3	0,82	1,32	98,68	44,90	32,40
R4	0,55	1,07	98,93	46,35	37,53
R5	0,57	1,02	98,98	47,65	35,57
R6	0,43	0,79	99,21	44,83	36,13
R7	0,38	0,68	99,32	48,73	43,67
R8	0,53	0,99	99,01	44,61	38,42
<b>Médias</b>	<b>0,58</b>	<b>1,10</b>	<b>98,91</b>	<b>43,86</b>	<b>35,99</b>
<b>DP</b>	<b>0,15</b>	<b>0,29</b>	<b>0,29</b>	<b>4,96</b>	<b>4,16</b>
<b>CV</b>	<b>25,35</b>	<b>26,57</b>	<b>0,29</b>	<b>11,32</b>	<b>11,57</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO<sup>®</sup> operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO<sup>®</sup> operando com o extrator desligado. Obs.: A produtividade agrícola deste canal foi de 94,65 t.ha<sup>-1</sup>; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 8. Valores das perdas visíveis e matéria estranha vegetal eliminada pela colhedora. (kg por 21m<sup>2</sup>), descontada tara.

Trat./Rep.	Colmos Inteiros		Rebolos Esmagados		Total de Rebolos		Tocos de Soqueiras		Perdas Totais		Folhas e Palhas					
	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )				
T1R1A1	0,61	0,29	1,81	0,86	1,91	0,91	3,72	1,77	3,61	1,72	7,94	3,78	0,00	0,00	13,01	6,19
A2	0,00	0,00	2,01	0,96	3,11	1,48	5,12	2,44	0,00	0,00	5,12	2,44	0,71	0,34	13,82	6,58
A3	0,00	0,00	4,41	2,10	2,21	1,05	6,62	3,15	0,00	0,00	6,62	3,15	0,61	0,29	11,82	5,63
A4	0,81	0,39	0,00	0,00	1,31	0,62	1,31	0,62	0,71	0,34	2,83	1,35	0,51	0,24	12,12	5,77
A5	0,00	0,00	0,61	0,29	3,51	1,67	4,12	1,96	0,91	0,43	5,03	2,39	0,71	0,34	13,42	6,39
A6	0,41	0,19	1,61	0,77	1,11	0,53	2,72	1,29	0,51	0,24	3,64	1,73	1,11	0,53	10,62	5,06
<b>Médias</b>	<b>0,31</b>	<b>0,15</b>	<b>1,74</b>	<b>0,83</b>	<b>2,19</b>	<b>1,04</b>	<b>3,94</b>	<b>1,87</b>	<b>0,96</b>	<b>0,46</b>	<b>5,20</b>	<b>2,47</b>	<b>0,61</b>	<b>0,29</b>	<b>12,47</b>	<b>5,94</b>
T1R2A1	0,00	0,00	4,11	1,96	1,81	0,86	5,92	2,82	0,00	0,00	5,92	2,82	2,01	0,96	17,02	8,10
A2	0,00	0,00	1,91	0,91	0,91	0,43	2,82	1,34	0,00	0,00	2,82	1,34	0,21	0,10	12,61	6,00
A3	0,00	0,00	0,91	0,43	1,51	0,72	2,42	1,15	0,00	0,00	2,42	1,15	1,91	0,91	23,13	11,01
A4	0,61	0,29	1,61	0,77	2,51	1,19	4,12	1,96	0,00	0,00	4,73	2,25	0,51	0,24	21,63	10,30
A5	0,00	0,00	1,21	0,58	0,91	0,43	2,12	1,01	0,00	0,00	2,12	1,01	1,11	0,53	21,23	10,11
A6	0,00	0,00	0,31	0,15	0,71	0,34	1,02	0,48	0,00	0,00	1,02	0,48	0,81	0,39	10,72	5,10
<b>Médias</b>	<b>0,10</b>	<b>0,05</b>	<b>1,68</b>	<b>0,80</b>	<b>1,39</b>	<b>0,66</b>	<b>3,07</b>	<b>1,46</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>3,17</b>	<b>1,51</b>	<b>1,09</b>	<b>0,52</b>	<b>17,72</b>	<b>8,44</b>
T1R3A1	1,81	0,86	3,51	1,67	1,31	0,62	4,82	2,29	0,00	0,00	6,63	3,16	1,11	0,53	15,22	7,25
A2	4,01	1,91	1,31	0,62	1,01	0,48	2,32	1,10	0,00	0,00	6,33	3,01	0,00	0,00	21,23	10,11
A3	0,00	0,00	0,51	0,24	0,71	0,34	1,22	0,58	0,00	0,00	1,22	0,58	0,00	0,00	24,33	11,58
A4	3,31	1,58	0,81	0,39	0,41	0,19	1,22	0,58	0,00	0,00	4,53	2,16	0,21	0,10	13,92	6,63
A5	0,71	0,34	11,80	5,62	0,31	0,15	12,10	5,77	0,00	0,00	12,83	6,11	0,61	0,29	21,53	10,25
A6	0,41	0,19	5,51	2,62	2,21	1,05	7,72	3,68	0,00	0,00	8,13	3,87	0,41	0,19	22,23	10,58
<b>Médias</b>	<b>1,71</b>	<b>0,81</b>	<b>3,91</b>	<b>1,86</b>	<b>0,99</b>	<b>0,47</b>	<b>4,90</b>	<b>2,33</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>6,61</b>	<b>3,15</b>	<b>0,39</b>	<b>0,19</b>	<b>19,74</b>	<b>9,40</b>
T1R4A1	3,91	1,86	0,71	0,34	1,61	0,77	2,32	1,10	0,11	0,05	6,34	3,02	0,31	0,15	9,62	4,58
A2	1,31	0,62	3,11	1,48	2,31	1,10	5,42	2,58	0,91	0,43	7,64	3,64	0,41	0,19	13,22	6,29
A3	5,31	2,53	0,00	0,00	2,21	1,05	2,21	1,05	4,31	2,05	11,83	5,63	0,31	0,15	15,62	7,44
A4	13,71	6,53	1,11	0,53	0,81	0,39	1,92	0,91	0,00	0,00	15,63	7,44	0,41	0,19	15,92	7,58
A5	4,51	2,15	0,71	0,34	1,81	0,86	2,52	1,20	0,21	0,10	7,24	3,45	0,00	0,00	14,02	6,68
A6	2,51	1,19	0,91	0,43	3,61	1,72	4,52	2,15	0,00	0,00	7,03	3,35	0,41	0,19	22,23	10,58

Quadro 8. Valores das perdas visíveis e matéria estranha vegetal eliminada pela colhedora. (kg por 21m<sup>2</sup>), descontada tara.

Trat./Rep.	Colmos Inteiros		Rebolos		Rebolos Esmagados		Total de Rebolos		Tocos de Soqueiras		Perdas Totais		Ponteiros		Folhas e Palhas	
	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )
<b>Médias</b>	<b>5,21</b>	<b>2,48</b>	<b>1,09</b>	<b>0,52</b>	<b>2,06</b>	<b>0,98</b>	<b>3,15</b>	<b>1,50</b>	<b>0,92</b>	<b>0,44</b>	<b>9,29</b>	<b>4,42</b>	<b>0,31</b>	<b>0,15</b>	<b>15,11</b>	<b>7,19</b>
T1R5A1	3,41	1,62	1,01	0,48	3,91	1,86	4,92	2,34	3,11	1,48	11,44	5,45	0,81	0,39	23,83	11,35
A2	3,31	1,58	1,21	0,58	1,61	0,77	2,82	1,34	0,00	0,00	6,13	2,92	0,71	0,34	7,92	3,77
A3	10,02	4,77	0,61	0,29	1,11	0,53	1,72	0,82	0,00	0,00	11,74	5,59	0,51	0,24	18,93	9,01
A4	2,31	1,10	1,01	0,48	2,51	1,19	3,52	1,68	1,01	0,48	6,84	3,26	0,21	0,10	12,92	6,15
A5	7,81	3,72	0,61	0,29	0,81	0,39	1,42	0,68	1,21	0,58	10,44	4,97	0,91	0,43	22,23	10,58
A6	4,91	2,34	0,00	0,00	1,11	0,53	1,11	0,53	2,21	1,05	8,23	3,92	0,31	0,15	9,42	4,48
<b>Médias</b>	<b>5,30</b>	<b>2,52</b>	<b>0,74</b>	<b>0,35</b>	<b>1,84</b>	<b>0,88</b>	<b>2,59</b>	<b>1,23</b>	<b>1,26</b>	<b>0,60</b>	<b>9,14</b>	<b>4,35</b>	<b>0,58</b>	<b>0,28</b>	<b>15,88</b>	<b>7,56</b>
T1R6A1	19,42	9,25	0,00	0,00	1,51	0,72	1,51	0,72	4,21	2,00	25,14	4,17	1,22	0,58	9,02	4,29
A2	1,91	0,91	0,00	0,00	2,31	1,10	2,31	1,10	1,11	0,53	5,33	2,54	1,41	0,67	18,53	8,82
A3	1,41	0,67	0,31	0,15	1,21	0,58	1,52	0,72	0,11	0,05	3,04	3,87	0,31	0,15	5,72	2,72
A4	0,41	0,19	0,11	0,05	1,61	0,77	1,72	0,82	5,41	2,58	7,54	3,59	0,21	0,10	14,42	6,87
A5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	0,34	0,71	0,34	2,01	0,96	2,72	3,74	0,00	0,00	12,72	6,06
A6	1,81	0,86	0,61	0,29	0,51	0,24	1,12	0,53	0,00	0,00	2,93	1,39	0,51	0,24	17,83	8,49
<b>Médias</b>	<b>4,16</b>	<b>1,98</b>	<b>0,17</b>	<b>0,08</b>	<b>1,31</b>	<b>0,63</b>	<b>1,48</b>	<b>0,71</b>	<b>2,14</b>	<b>1,02</b>	<b>7,78</b>	<b>3,22</b>	<b>0,61</b>	<b>0,29</b>	<b>13,04</b>	<b>6,21</b>
T1R7A1	18,21	8,67	0,00	0,00	1,51	0,72	1,51	0,72	0,00	0,00	19,72	9,39	0,11	0,05	7,92	3,77
A2	1,91	0,91	0,30	0,14	1,41	0,67	1,71	0,81	0,00	0,00	3,62	1,72	0,21	0,10	15,03	7,16
A3	7,11	3,39	2,91	1,39	3,51	1,67	6,42	3,06	1,11	0,53	14,64	6,97	1,11	0,53	21,34	10,16
A4	17,52	8,34	0,71	0,34	1,61	0,77	2,32	1,10	0,00	0,00	19,84	9,45	0,41	0,19	12,72	6,06
A5	5,81	2,77	0,51	0,24	2,21	1,05	2,72	1,29	3,91	1,86	12,44	5,92	1,31	0,62	22,42	10,68
A6	2,91	1,39	0,61	0,29	1,61	0,77	2,22	1,06	2,71	1,29	7,84	3,73	0,41	0,19	14,22	6,77
<b>Médias</b>	<b>8,91</b>	<b>4,25</b>	<b>0,84</b>	<b>0,40</b>	<b>1,98</b>	<b>0,94</b>	<b>2,82</b>	<b>1,34</b>	<b>1,29</b>	<b>0,61</b>	<b>13,02</b>	<b>6,20</b>	<b>0,59</b>	<b>0,28</b>	<b>15,61</b>	<b>7,43</b>
T1R8A1	3,21	1,53	3,51	1,67	1,51	0,72	5,02	2,39	0,51	0,24	8,74	4,16	0,51	0,24	4,41	2,10
A2	0,61	0,29	0,00	0,00	1,91	0,91	1,91	0,91	0,71	0,34	3,23	1,54	0,81	0,39	11,22	5,34
A3	0,00	0,00	0,07	0,03	2,21	1,05	2,28	1,09	0,00	0,00	2,28	1,09	0,41	0,19	10,42	4,96
A4	0,00	0,00	2,01	0,96	1,71	0,81	3,72	1,77	1,09	0,52	4,81	2,29	0,01	0,00	13,52	6,44
A5	2,91	1,39	2,81	1,34	2,51	1,19	5,32	2,53	1,61	0,77	9,84	4,68	0,41	0,19	17,33	8,25

Quadro 8. Valores das perdas visíveis e matéria estranha vegetal eliminada pela colhedora. (kg por 21m<sup>2</sup>), descontada tara.

Trat./Rep.	Colmos Inteiros		Rebolos Esmagados		Total de Rebolos		Tocos de Soqueiras		Perdas Totais		Folhas e Palhas	
	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )
A6	0,81	0,39	0,00	0,00	0,71	0,34	2,31	1,10	3,83	1,82	0,00	24,23
<b>Médias</b>	<b>1,26</b>	<b>0,60</b>	<b>1,40</b>	<b>0,67</b>	<b>1,76</b>	<b>0,84</b>	<b>3,16</b>	<b>1,51</b>	<b>5,46</b>	<b>2,60</b>	<b>0,36</b>	<b>13,52</b>
T2R1A1	0,00	0,00	0,71	0,34	0,00	0,71	0,34	0,00	0,71	0,34	0,51	2,11
A2	0,00	0,00	0,71	0,34	0,31	0,15	1,02	0,48	1,43	0,68	0,61	3,01
A3	0,00	0,00	0,51	0,24	0,31	0,15	0,82	0,39	0,82	0,39	0,71	3,41
A4	0,00	0,00	0,41	0,19	0,61	0,29	1,02	0,48	1,02	0,48	0,61	1,71
A5	0,00	0,00	0,61	0,29	0,11	0,05	0,72	0,34	0,93	0,44	0,31	2,21
A6	0,00	0,00	1,31	0,62	2,22	1,06	3,53	1,68	3,53	1,68	2,11	8,12
<b>Médias</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,71</b>	<b>0,34</b>	<b>0,59</b>	<b>0,28</b>	<b>1,30</b>	<b>0,62</b>	<b>1,41</b>	<b>0,67</b>	<b>0,81</b>	<b>3,43</b>
T2R2A1	0,00	0,00	0,31	0,15	0,41	0,19	0,72	0,34	0,72	0,34	0,11	1,41
A2	0,00	0,00	0,81	0,39	2,01	0,96	2,82	1,34	3,02	1,44	0,00	0,91
A3	0,00	0,00	2,51	1,19	0,81	0,39	3,32	1,58	3,32	1,58	0,31	2,31
A4	0,00	0,00	0,71	0,34	0,21	0,10	0,92	0,44	0,92	0,44	0,91	3,31
A5	0,00	0,00	0,11	0,05	0,41	0,19	0,52	0,25	0,52	0,25	0,31	2,21
A6	0,00	0,00	0,21	0,10	0,51	0,24	0,72	0,34	0,72	0,34	0,51	3,71
<b>Médias</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,78</b>	<b>0,37</b>	<b>0,73</b>	<b>0,35</b>	<b>1,50</b>	<b>0,72</b>	<b>1,54</b>	<b>0,73</b>	<b>0,36</b>	<b>2,31</b>
T2R3A1	0,00	0,00	1,41	0,67	0,51	0,24	1,92	0,91	4,53	2,16	1,61	3,01
A2	0,00	0,00	0,91	0,43	0,21	0,10	1,12	0,53	2,33	1,11	0,71	3,11
A3	0,00	0,00	0,41	0,19	0,41	0,19	0,82	0,39	1,43	0,68	0,11	1,41
A4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,05	0,11	0,05	0,52	0,25	0,31	3,91
A5	0,00	0,00	0,21	0,10	0,11	0,05	0,32	0,15	0,43	0,20	0,41	4,01
A6	0,00	0,00	0,81	0,39	0,31	0,15	1,12	0,53	1,12	0,53	1,01	4,11
<b>Médias</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,63</b>	<b>0,30</b>	<b>0,28</b>	<b>0,13</b>	<b>0,90</b>	<b>0,43</b>	<b>1,73</b>	<b>0,82</b>	<b>0,69</b>	<b>3,26</b>
T2R4A1	0,00	0,00	0,71	0,34	0,21	0,10	0,92	0,44	1,53	0,73	0,01	1,21
A2	0,00	0,00	0,91	0,43	0,31	0,15	1,22	0,58	1,63	0,77	0,21	0,91
A3	0,00	0,00	0,31	0,15	0,61	0,29	0,92	0,44	0,92	0,44	0,11	1,31
A4	0,00	0,00	0,51	0,24	0,21	0,10	0,72	0,34	0,72	0,34	0,71	2,61

Quadro 8. Valores das perdas visíveis e matéria estranha vegetal eliminada pela colhedora, (kg por 21m<sup>2</sup>), descontada tara.

Trat./Rep.	Colmos Inteiros		Rebolos Esmagados		Total de Rebolos		Tocos de Soqueiras		Perdas Totais		Folhas e Palhas					
	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )				
A5	0,00	0,00	0,51	0,24	0,31	0,15	0,82	0,39	0,11	0,05	0,93	0,44	0,61	0,29	3,31	1,58
A6	0,00	0,00	1,01	0,48	0,21	0,10	1,22	0,58	0,00	0,00	1,22	0,58	0,71	0,34	1,51	0,72
<b>Médias</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,66</b>	<b>0,31</b>	<b>0,31</b>	<b>0,15</b>	<b>0,97</b>	<b>0,46</b>	<b>0,19</b>	<b>0,09</b>	<b>1,16</b>	<b>0,55</b>	<b>0,39</b>	<b>0,19</b>	<b>1,81</b>	<b>0,86</b>
T2R5A1	0,00	0,00	0,61	0,29	0,61	0,29	1,22	0,58	0,21	0,10	1,43	0,68	0,11	0,05	3,82	1,82
A2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,19	0,41	0,19	0,31	0,15	0,72	0,34	0,81	0,39	1,71	0,81
A3	0,00	0,00	0,21	0,10	0,21	0,10	0,42	0,20	0,11	0,05	0,53	0,25	0,21	0,10	0,81	0,39
A4	1,01	0,48	0,00	0,00	0,81	0,39	0,81	0,39	0,00	0,00	1,82	0,87	0,21	0,10	1,91	0,91
A5	0,41	0,19	1,01	0,48	0,51	0,24	1,52	0,72	0,00	0,00	1,93	0,92	1,21	0,58	4,61	2,19
A6	0,00	0,00	0,41	0,19	0,21	0,10	0,62	0,29	0,11	0,05	0,73	0,35	0,21	0,10	0,81	0,39
<b>Médias</b>	<b>0,24</b>	<b>0,11</b>	<b>0,37</b>	<b>0,18</b>	<b>0,46</b>	<b>0,22</b>	<b>0,83</b>	<b>0,40</b>	<b>0,12</b>	<b>0,06</b>	<b>1,19</b>	<b>0,57</b>	<b>0,46</b>	<b>0,22</b>	<b>2,28</b>	<b>1,09</b>
T2R6A1	0,00	0,00	1,11	0,53	0,41	0,19	1,52	0,72	0,00	0,00	1,52	0,72	0,91	0,43	2,41	1,15
A2	0,00	0,00	0,31	0,15	0,00	0,00	0,31	0,15	0,11	0,05	0,42	0,20	0,21	0,10	1,11	0,53
A3	0,00	0,00	0,11	0,05	0,11	0,05	0,22	0,10	0,21	0,10	0,43	0,20	0,11	0,05	0,71	0,34
A4	0,00	0,00	0,51	0,24	0,31	0,15	0,82	0,39	0,11	0,05	0,93	0,44	0,00	0,00	0,61	0,29
A5	0,00	0,00	0,41	0,19	0,11	0,05	0,52	0,25	0,51	0,24	1,03	0,49	0,71	0,34	2,61	1,24
A6	0,00	0,00	0,21	0,10	0,41	0,19	0,62	0,29	0,51	0,24	1,13	0,54	0,31	0,15	1,71	0,81
<b>Médias</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,44</b>	<b>0,21</b>	<b>0,23</b>	<b>0,11</b>	<b>0,67</b>	<b>0,32</b>	<b>0,24</b>	<b>0,11</b>	<b>0,91</b>	<b>0,43</b>	<b>0,38</b>	<b>0,18</b>	<b>1,53</b>	<b>0,73</b>
T2R7A1	0,00	0,00	0,31	0,15	0,11	0,05	0,42	0,20	0,00	0,00	0,42	0,20	0,11	0,05	1,01	0,48
A2	0,21	0,10	0,11	0,05	0,21	0,10	0,32	0,15	0,51	0,24	1,04	0,49	0,21	0,10	1,51	0,72
A3	0,00	0,00	0,81	0,39	0,11	0,05	0,92	0,44	0,21	0,10	1,13	0,54	0,21	0,10	0,71	0,34
A4	0,41	0,19	0,31	0,15	0,11	0,05	0,42	0,20	0,11	0,05	0,94	0,45	0,21	0,10	1,01	0,48
A5	0,00	0,00	0,61	0,29	0,11	0,05	0,72	0,34	0,00	0,00	0,72	0,34	0,31	0,15	2,21	1,05
A6	0,00	0,00	0,31	0,15	0,21	0,10	0,52	0,25	0,00	0,00	0,52	0,25	0,00	0,00	1,01	0,48
<b>Médias</b>	<b>0,10</b>	<b>0,05</b>	<b>0,41</b>	<b>0,20</b>	<b>0,14</b>	<b>0,07</b>	<b>0,55</b>	<b>0,26</b>	<b>0,14</b>	<b>0,07</b>	<b>0,80</b>	<b>0,38</b>	<b>0,18</b>	<b>0,08</b>	<b>1,24</b>	<b>0,59</b>
T2R8A1	0,00	0,00	0,21	0,10	0,31	0,15	0,52	0,25	0,31	0,15	0,83	0,39	0,21	0,10	1,21	0,58
A2	0,00	0,00	0,91	0,43	0,41	0,19	1,32	0,63	0,00	0,00	1,32	0,63	1,41	0,67	3,41	1,62
A3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,10	0,21	0,10	0,00	0,00	0,21	0,10	1,31	0,62	0,71	0,34

Quadro 8. Valores das perdas visíveis e matéria estranha vegetal eliminada pela colhedora, (kg por 21m<sup>2</sup>), descontada tara.

Trat./Rep.	Colmos Inteiros		Rebolos Esmagados		Total de Rebolos		Tocos de Soqueiras		Perdas Totais		Ponteiros		Folhas e Palhas			
	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )		
A4	0,00	0,00	0,82	0,39	0,21	0,10	1,03	0,49	0,91	0,43	1,94	0,92	0,31	0,15	1,31	0,62
A5	0,00	0,00	0,91	0,43	0,51	0,24	1,42	0,68	0,00	0,00	1,42	0,68	0,51	0,24	1,61	0,77
A6	0,00	0,00	0,61	0,29	0,11	0,05	0,72	0,34	0,21	0,10	0,93	0,44	0,11	0,05	2,51	1,19
<b>Médias</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,58</b>	<b>0,27</b>	<b>0,29</b>	<b>0,14</b>	<b>0,87</b>	<b>0,42</b>	<b>0,24</b>	<b>0,11</b>	<b>1,11</b>	<b>0,53</b>	<b>0,64</b>	<b>0,31</b>	<b>1,79</b>	<b>0,85</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; A = Amostras; T1 = Colhedora CAMECO<sup>®</sup> operando normalmente; T2 = Colhedora

CAMECO<sup>®</sup> operando com o extrator desligado.

Quadro 9. Valores médios de perdas de rebolos industrializáveis e/ou suas frações.

Trat./Rep.	Colmos		Rebolos		Rebolos		Rebolos		Totais de Rebolos		Tocos de Soqueiras		Perdas Totais	
	Inteiros Industr. (t.ha <sup>-1</sup> )	Rebolos Inteiros Industr. (%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)
T1R1	0,15	0,15	0,83	0,88	1,04	1,10	1,87	1,98	0,46	0,48	2,47	4,59		
R2	0,05	0,05	0,80	0,84	0,66	0,70	1,46	1,54	0,00	0,00	1,51	3,14		
R3	0,81	0,86	1,86	1,97	0,47	0,50	2,33	2,47	0,00	0,00	3,15	5,79		
R4	2,48	2,62	0,52	0,55	0,98	1,04	1,50	1,58	0,44	0,46	4,42	6,25		
R5	2,52	2,66	0,35	0,37	0,88	0,93	1,23	1,30	0,60	0,63	4,35	5,89		
R6	1,98	2,09	0,08	0,09	0,62	0,66	0,70	0,74	1,02	1,08	3,70	4,66		
R7	4,24	4,48	0,40	0,42	0,94	0,99	1,34	1,42	0,61	0,65	6,20	7,96		
R8	0,60	0,63	0,67	0,70	0,84	0,88	1,50	1,59	0,49	0,52	2,60	4,33		
<b>Médias</b>	<b>1,60</b>	<b>1,69</b>	<b>0,69</b>	<b>0,73</b>	<b>0,80</b>	<b>0,85</b>	<b>1,49</b>	<b>1,58</b>	<b>0,45</b>	<b>0,48</b>	<b>3,55</b>	<b>5,33</b>		
<b>DP</b>	<b>1,46</b>	<b>1,54</b>	<b>0,53</b>	<b>0,57</b>	<b>0,20</b>	<b>0,21</b>	<b>0,47</b>	<b>0,50</b>	<b>0,33</b>	<b>0,35</b>	<b>1,46</b>	<b>1,47</b>		
<b>CV</b>	<b>90,86</b>	<b>91,05</b>	<b>77,64</b>	<b>77,77</b>	<b>24,81</b>	<b>24,62</b>	<b>31,71</b>	<b>31,82</b>	<b>73,76</b>	<b>74,01</b>	<b>41,00</b>	<b>27,56</b>		
T2R1	0,00	0,00	0,34	0,36	0,28	0,30	0,62	0,65	0,05	0,05	0,67	1,36		
R2	0,00	0,00	0,37	0,39	0,35	0,37	0,71	0,76	0,02	0,02	0,73	1,53		
R3	0,00	0,00	0,30	0,31	0,13	0,14	0,43	0,45	0,39	0,41	0,82	1,32		
R4	0,00	0,00	0,31	0,33	0,15	0,16	0,46	0,49	0,09	0,09	0,55	1,07		
R5	0,11	0,12	0,18	0,19	0,22	0,23	0,40	0,42	0,06	0,06	0,57	1,02		
R6	0,00	0,00	0,21	0,22	0,11	0,11	0,32	0,34	0,11	0,12	0,43	0,79		
R7	0,05	0,05	0,19	0,21	0,07	0,07	0,26	0,28	0,07	0,07	0,38	0,68		
R8	0,00	0,00	0,27	0,29	0,14	0,15	0,41	0,44	0,11	0,12	0,53	0,99		
<b>Médias</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,27</b>	<b>0,29</b>	<b>0,18</b>	<b>0,19</b>	<b>0,45</b>	<b>0,48</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	<b>0,59</b>	<b>1,10</b>		
<b>DP</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,16</b>	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>0,15</b>	<b>0,29</b>		
<b>CV</b>	<b>201,78</b>	<b>205,03</b>	<b>26,25</b>	<b>25,68</b>	<b>52,13</b>	<b>52,99</b>	<b>32,88</b>	<b>32,85</b>	<b>103,31</b>	<b>104,70</b>	<b>25,35</b>	<b>26,57</b>		

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO® operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO® operando com o extrator desligado; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 10. Tipo e qualidade do cisalhamento dos rebolos contidos nos tambores do transbordo.

Trat./Rep;	Perfeitos		Imperfeitos de 1 Lado		Imperfeitos dos 2 Lados	
	(n <sup>o</sup> )	(%)	(n <sup>o</sup> )	(%)	(n <sup>o</sup> )	(%)
T1R1	32	64	15	30	3	6
R2	28	56	16	32	6	12
R3	35	70	9	18	6	12
R4	32	64	13	26	5	10
R5	24	48	18	36	8	16
R6	32	64	13	26	5	10
R7	27	54	15	30	8	16
R8	29	58	15	30	6	12
<b>Médias</b>	<b>29,88</b>	<b>59,75</b>	<b>14,25</b>	<b>28,50</b>	<b>5,88</b>	<b>11,75</b>
<b>DP</b>	<b>3,52</b>	<b>7,05</b>	<b>2,66</b>	<b>5,32</b>	<b>1,64</b>	<b>3,28</b>
<b>CV</b>	<b>11,79</b>	<b>11,79</b>	<b>18,66</b>	<b>18,66</b>	<b>27,95</b>	<b>27,95</b>
T2R1	25	50	20	40	5	10
R2	12	24	18	36	20	40
R3	9	18	19	38	22	44
R4	13	26	21	42	16	32
R5	21	42	15	30	14	28
R6	14	28	17	34	19	38
R7	16	32	24	48	10	20
R8	15	30	18	36	17	34
<b>Médias</b>	<b>15,63</b>	<b>31,25</b>	<b>19,00</b>	<b>38,00</b>	<b>15,38</b>	<b>30,75</b>
<b>DP</b>	<b>5,13</b>	<b>10,25</b>	<b>2,73</b>	<b>5,45</b>	<b>5,60</b>	<b>11,21</b>
<b>CV</b>	<b>32,80</b>	<b>32,80</b>	<b>14,34</b>	<b>14,34</b>	<b>36,45</b>	<b>36,45</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO<sup>®</sup> operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO<sup>®</sup> operando com o extrator desligado; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 11. Matéria estranha vegetal encontrada dentro do tambor. Massas líquidas e tipos de rebolos encontrados.

Trat./ Rep.	Ponteiros	Folhas Verdes e Palhas	Folhas Verdes	Palhas Verdes	Totais de MEV	Tocos		Rebolos Inteiros		Rebolos Esmagados		Totais Rebolos		Totais das Amostras		Totais de Canas	
						(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)
T1R1	2,51	0,71	3,22	1,31	2,09	50,72	81,08	7,31	11,68	58,03	92,76	62,55	5,14	94,86			
R2	2,81	1,11	3,92	2,61	4,65	43,23	76,97	6,41	11,41	49,64	88,38	56,16	6,98	93,02			
R3	4,31	1,21	5,52	0,71	1,25	45,72	80,41	4,91	8,63	50,63	89,05	56,85	9,71	90,29			
R4	2,51	1,31	3,82	0,00	0,00	49,12	74,71	12,81	19,48	61,93	94,19	65,75	5,81	94,19			
R5	2,41	0,51	2,92	0,21	0,33	51,83	81,92	8,31	13,13	60,14	95,06	63,26	4,61	95,39			
R6	2,61	0,51	3,12	0,41	0,67	49,32	80,51	8,41	13,73	57,73	94,24	61,25	5,09	94,91			
R7	3,61	0,81	4,42	0,51	0,87	45,12	76,92	8,61	14,68	53,73	91,60	58,65	7,53	92,47			
R8	3,01	0,41	3,42	0,00	0,00	50,22	81,46	8,01	12,99	58,23	94,46	61,65	5,54	94,46			
<b>Médias</b>	<b>2,97</b>	<b>0,82</b>	<b>3,80</b>	<b>0,72</b>	<b>1,23</b>	<b>48,16</b>	<b>79,25</b>	<b>8,10</b>	<b>13,22</b>	<b>56,26</b>	<b>92,47</b>	<b>60,77</b>	<b>6,30</b>	<b>93,70</b>			
<b>DP</b>	<b>0,67</b>	<b>0,35</b>	<b>0,85</b>	<b>0,87</b>	<b>1,55</b>	<b>3,07</b>	<b>2,66</b>	<b>2,28</b>	<b>3,12</b>	<b>4,44</b>	<b>2,56</b>	<b>3,30</b>	<b>1,69</b>	<b>1,69</b>			
<b>CV</b>	<b>22,38</b>	<b>42,34</b>	<b>22,44</b>	<b>121,5</b>	<b>125,4</b>	<b>6,38</b>	<b>3,36</b>	<b>28,10</b>	<b>23,64</b>	<b>7,90</b>	<b>2,77</b>	<b>5,43</b>	<b>26,88</b>	<b>1,81</b>			
T2R1	0,00	2,11	3,12	0,11	0,35	25,02	80,82	2,71	8,75	27,73	89,57	30,95	10,07	89,93			
R2	0,81	2,11	3,83	0,00	0,00	15,91	63,78	5,21	20,88	21,12	84,66	24,95	15,34	84,66			
R3	0,51	2,61	3,83	0,00	0,00	5,21	37,90	4,71	34,26	9,92	72,16	13,75	27,84	72,16			
R4	0,91	2,31	4,03	0,21	0,99	15,41	72,84	1,51	7,13	16,92	79,98	21,15	19,04	80,96			
R5	0,81	2,41	4,53	0,91	5,09	11,01	61,66	1,41	7,89	12,42	69,55	17,85	25,36	74,64			
R6	1,21	1,91	4,13	0,21	0,98	15,81	74,37	1,11	5,23	16,92	79,60	21,26	19,42	80,58			
R7	1,11	2,01	3,83	0,41	1,11	29,11	78,98	3,51	9,52	32,62	88,51	36,85	10,38	89,62			
R8	1,21	1,91	4,03	0,91	5,54	22,21	76,44	1,21	4,16	23,42	80,60	29,05	13,86	86,14			
<b>Médias</b>	<b>0,82</b>	<b>2,17</b>	<b>3,92</b>	<b>0,43</b>	<b>1,76</b>	<b>17,46</b>	<b>68,35</b>	<b>2,67</b>	<b>12,23</b>	<b>20,13</b>	<b>80,58</b>	<b>24,48</b>	<b>17,66</b>	<b>82,34</b>			
<b>DP</b>	<b>0,41</b>	<b>0,25</b>	<b>0,40</b>	<b>0,56</b>	<b>2,24</b>	<b>7,71</b>	<b>14,06</b>	<b>1,64</b>	<b>10,27</b>	<b>7,65</b>	<b>7,11</b>	<b>7,53</b>	<b>6,53</b>	<b>6,53</b>			
<b>CV</b>	<b>49,68</b>	<b>11,52</b>	<b>21,24</b>	<b>10,14</b>	<b>127,6</b>	<b>44,17</b>	<b>20,57</b>	<b>61,35</b>	<b>84,01</b>	<b>38,01</b>	<b>8,83</b>	<b>30,75</b>	<b>36,96</b>	<b>7,93</b>			

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO® operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO® operando com o extrator desligado; MEV = Matéria estranha vegetal; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 12. Porcentagem de matéria estranha vegetal, contida na matéria prima colhida/carregada e qualidade dos rebolos.

Trat./Rep.	Ponteiros	Folhas Verdes e Palhas	Palhas	Folhas Verdes	Matéria Estranha	Tocos	Rebolos		Totais de Rebolos	Totais de Canas
							Inteiros	Esmagados		
T1R1	4,01	1,13			5,14	2,09	81,08	11,68	92,76	94,86
R2	5,00	1,97			6,98	4,65	76,97	11,41	88,38	93,02
R3	7,58	2,13			9,71	1,25	80,41	8,63	89,05	90,29
R4	3,82	1,99			5,81	0,00	74,71	19,48	94,19	94,19
R5	3,81	0,80			4,61	0,33	81,92	13,13	95,06	95,39
R6	4,26	0,83			5,09	0,67	80,51	13,73	94,24	94,91
R7	6,15	1,38			7,53	0,87	76,92	14,68	91,60	92,47
R8	4,88	0,66			5,54	0,00	81,46	12,99	94,46	94,46
<b>Médias</b>	<b>4,94</b>	<b>1,36</b>			<b>6,30</b>	<b>1,23</b>	<b>79,25</b>	<b>13,22</b>	<b>92,47</b>	<b>93,70</b>
<b>DP</b>	<b>1,33</b>	<b>0,60</b>			<b>1,69</b>	<b>1,55</b>	<b>2,66</b>	<b>3,12</b>	<b>2,56</b>	<b>1,69</b>
<b>CV</b>	<b>26,84</b>	<b>43,90</b>			<b>26,88</b>	<b>125,38</b>	<b>3,36</b>	<b>23,64</b>	<b>2,77</b>	<b>1,81</b>
T2R1	0,00		6,81	3,26	10,07	0,35	80,82	8,75	89,57	89,93
R2	3,24		8,45	3,64	15,34	0,00	63,78	20,88	84,66	84,66
R3	3,70		18,98	5,16	27,84	0,00	37,90	34,26	72,16	72,16
R4	4,30		10,92	3,82	19,04	0,99	72,84	7,13	79,98	80,96
R5	4,53		13,49	7,33	25,36	5,09	61,66	7,89	69,55	74,64
R6	5,69		8,98	4,75	19,42	0,98	74,37	5,23	79,60	80,58
R7	3,01		5,45	1,92	10,38	1,11	78,98	9,52	88,51	89,62
R8	4,16		6,57	3,13	13,86	5,54	76,44	4,16	80,60	86,14
<b>Médias</b>	<b>3,58</b>		<b>9,96</b>	<b>4,13</b>	<b>17,66</b>	<b>1,76</b>	<b>68,35</b>	<b>12,23</b>	<b>80,58</b>	<b>82,34</b>
<b>DP</b>	<b>1,67</b>		<b>4,47</b>	<b>1,63</b>	<b>6,53</b>	<b>2,24</b>	<b>14,06</b>	<b>10,27</b>	<b>7,11</b>	<b>6,53</b>
<b>CV</b>	<b>46,61</b>		<b>44,88</b>	<b>39,57</b>	<b>36,96</b>	<b>127,56</b>	<b>20,57</b>	<b>84,01</b>	<b>8,83</b>	<b>7,93</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO® operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO® operando com o extrator desligado; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 13. Dados da sonda e de tambores.

Trat./Rep.	Matéria Estranha Total	Matéria Estranha	Matéria Estranha
		Mineral s	Mineral t
(%)			
T1R1	9,78	0,75	0,29
R2	9,02	0,89	1,52
R3	10,86		0,88
R4	10,89		1,15
R5	15,07		0,71
R6			0,59
R7			1,10
R8			0,36
<b>Médias</b>	<b>11,12</b>	<b>0,82</b>	<b>0,83</b>
<b>DP</b>	<b>2,34</b>	<b>0,10</b>	<b>0,42</b>
<b>CV</b>	<b>21,05</b>	<b>12,07</b>	<b>50,98</b>
-----			
T2R1	43,33	2,36	1,59
R2	18,75	2,57	2,41
R3	19,88		4,93
R4	27,11		2,56
R5	26,78		1,45
R6			1,69
R7			1,29
R8			5,23
<b>Médias</b>	<b>27,17</b>	<b>2,47</b>	<b>2,64</b>
<b>DP</b>	<b>9,82</b>	<b>0,15</b>	<b>1,57</b>
<b>CV</b>	<b>36,12</b>	<b>6,02</b>	<b>59,39</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO<sup>®</sup> operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO<sup>®</sup> operando com os extratores desligados; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 14. Resultados de matéria estranha encontrados na carga, em porcentagem de peso, do tratamento com a colhedora CAMECO<sup>®</sup>.

Trat./Rep.	ITe	IPo	IFv + IPa	IPa	IFv	MEV	MET
T1R1	0,29	4,01	1,13			5,14	5,44
R2	1,52	5,00	1,97			6,98	8,50
R3	0,88	7,58	2,13			9,71	10,59
R4	1,15	3,82	1,99			5,81	6,95
R5	0,71	3,81	0,80			4,61	5,32
R6	0,59	4,26	0,83			5,09	5,68
R7	1,10	6,15	1,38			7,53	8,64
R8	0,36	4,88	0,66			5,54	5,90

Quadro 14. Resultados de matéria estranha encontradas na carga, em porcentagem de peso, do tratamento com a colhedora CAMECO®.

Trat./Rep.	ITe	IPo	IFv + IPa	IPa	IFv	MEV	MET
(%)							
<i>Médias</i>	<b>0,83</b>	<b>4,94</b>	<b>1,36</b>			<b>6,30</b>	<b>7,13</b>
<i>DP</i>	<b>0,42</b>	<b>1,33</b>	<b>0,60</b>			<b>1,69</b>	<b>1,92</b>
<i>CV</i>	<b>50,98</b>	<b>26,84</b>	<b>43,90</b>			<b>26,88</b>	<b>26,99</b>
T2R1	1,59	0,00		6,81	3,26	10,07	11,66
R2	2,41	3,24		8,45	3,64	15,34	17,75
R3	4,93	3,70		18,98	5,16	27,84	32,77
R4	2,56	4,30		10,92	3,82	19,04	21,59
R5	1,45	4,53		13,49	7,33	25,36	26,81
R6	1,69	5,69		8,98	4,75	19,42	21,10
R7	1,29	3,01		5,45	1,92	10,38	11,68
R8	5,23	4,16		6,57	3,13	13,86	19,09
<i>Médias</i>	<b>2,64</b>	<b>3,58</b>		<b>9,96</b>	<b>4,13</b>	<b>17,66</b>	<b>20,31</b>
<i>DP</i>	<b>1,57</b>	<b>1,67</b>		<b>4,47</b>	<b>1,63</b>	<b>6,53</b>	<b>7,14</b>
<i>CV</i>	<b>59,39</b>	<b>46,61</b>		<b>44,88</b>	<b>39,57</b>	<b>36,96</b>	<b>35,17</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T1 = Colhedora CAMECO® operando normalmente; T2 = Colhedora CAMECO® operando com os extratores desligados; ITe = Índice de terra, IPo = Índice de ponteiros, IFv = Índice de folhas verdes, IPa = Índice de palhas, MEV = Matéria estranha vegetal, MET = Matéria estranha total; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 15. Determinações de umidade das folhas verdes e das palhas carregadas (Apenas do Tratamento T2).

Amostras	Pesos das Amostras <sup>(1)</sup>	Pesos das Amostras <sup>(2)</sup>	Pesos Secos das Amostras <sup>(3)</sup>	Pesos Secos das Amostras <sup>(4)</sup>	Umidades Base Peso Úmido (%)	Umidades Ponteiros (%)
<b>FOLHAS VERDES</b>						
R1	181,70	150,76	58,26	44,81	70,28	80,69
R2	510,40	479,46	157,08	143,63	70,04	79,71
R3	308,20	277,26	99,04	85,59	69,13	75,00
R4	238,50	207,56	79,17	65,72	68,34	80,64
R5	468,10	437,16	101,60	88,15	79,84	75,98
R6	288,79	257,85	93,40	79,95	68,99	74,65
R7	314,60	283,66	144,57	131,12	53,78	78,08
R8	282,30	251,36	96,17	82,72	67,09	80,23
<i>Médias</i>	<b>324,07</b>	<b>293,13</b>	<b>103,66</b>	<b>90,21</b>	<b>68,44</b>	<b>78,12</b>

Quadro 15. Determinações de umidade das folhas verdes e das palhas carregadas no Tratamento T2.

Amostras	Pesos das Amostras <sup>(1)</sup>	Pesos das Amostras <sup>(2)</sup>	Pesos Secos das Amostras <sup>(3)</sup>	Pesos Secos das Amostras <sup>(4)</sup>	Umidades Base Peso Úmido (%)	Umidades Ponteiros (%)
<b>PALHAS</b>						
R1	330,88	299,94	201,45	188,00	37,32	
R2	161,60	130,66	102,10	88,65	32,15	
R3	163,63	132,69	107,83	94,38	28,87	
R4	114,46	83,52	78,26	64,81	22,40	
R5	216,40	185,46	151,95	138,50	25,32	
R6	213,70	182,76	136,37	122,92	32,74	
R7	189,60	158,66	144,06	130,61	17,68	
R8	209,60	178,66	148,75	135,30	24,27	
<b>Médias</b>	<b>199,98</b>	<b>169,04</b>	<b>133,85</b>	<b>120,40</b>	<b>27,59</b>	

<sup>(1)</sup> Peso da amostra incluiu o material, com a tara do saco plástico, mais a água.

<sup>(2)</sup> Peso da amostra menos a tara do saco plástico.

<sup>(3)</sup> Peso seco da amostra com o saco de papel.

<sup>(4)</sup> Peso seco da amostra menos a tara do saco de papel

Obs.: A tara saco plástico é de 30,94g e tara saco de papel é de 13,45g.

### 3. DADOS ORIGINAIS DE CAMPO (COLHEDORA CASE®)

Quadro 17. Determinação da tara do transbordo e transferência de massa.

Tratamento	Bruto com Trator (kg)	Bruto sem Trator	Diferença (%)	Tara com Trator (kg)	Tara sem Trator	Diferença (%)
T3	8872	9882	11,38	6472	7154	10,54
T4	9030	9968	10,39			
<i>Médias</i>	8951	9925	10,88			8,08

T3 = Colhedora CASE® operando normalmente; T4 = Colhedora CASE® operando com o extrator desligado. Obs.: Fez-se um acréscimo na carga em função do desconto da transferência de peso de 10,54% (0,1054). O peso dos dois tambores foi de 48kg e a tara da carreta é de 7.120kg.

Quadro 18. Massa bruta colhida, tempo de colheita e de descarga, velocidade e consumo de combustível.

Trat./ Rep.	Massas		Tempos de Colheita	Tempos de Descarga	Tempos Totais	Velocidades		Capacidade Efetiva	Leitura Bureta	Consumo Real
	Brutas (kg)	Líquidas				Médias <sup>(1)</sup>	Médias <sup>(2)</sup>			
T3R1	8.806	2.562,5	119	6	125	6,05	5,76	73,80	18	2,0700
R2	8.816	2.573,6	120	7	127	6,00	5,67	72,95	19	2,1950
R3	8.852	2.613,4	125	9	134	5,76	5,37	70,21	20	2,3221
R4	8.302	2.005,3	119	5	124	6,05	5,81	58,22	18	1,7857
R5	8.622	2.359,1	118	6	124	6,10	5,81	68,49	22	2,499
R6	8.842	2.602,3	124	8	132	5,81	5,45	70,97	17	1,9312
R7	8.604	2.339,2	125	7	132	5,76	5,45	63,80	17	1,9312
R8	8.872	2.635,5	121	8	129	5,95	5,58	73,55	22	2,4992
<b>Médias</b>	<b>8714,50</b>	<b>2461,36</b>	<b>121,38</b>	<b>7,00</b>	<b>128,38</b>	<b>5,94</b>	<b>5,61</b>	<b>69,00</b>	<b>19,13</b>	<b>2,15</b>
<b>DP</b>	<b>196,24</b>	<b>216,96</b>	<b>2,88</b>	<b>1,31</b>	<b>3,96</b>	<b>0,14</b>	<b>0,18</b>	<b>5,45</b>	<b>2,03</b>	<b>0,27</b>
<b>CV</b>	<b>2,25</b>	<b>8,81</b>	<b>2,37</b>	<b>18,70</b>	<b>3,09</b>	<b>2,34</b>	<b>3,13</b>	<b>7,90</b>	<b>10,62</b>	<b>12,53</b>
T4R1	8.364	2.073,8	90	11	101	6,40	5,70	73,92	13	1,4768
R2	8.986	2.761,5	96	10	106	6,00	5,43	93,79	9	1,0224
R3	8.864	2.626,6	98	8	106	5,88	5,43	89,21	15	1,7040
R4	8.592	2.325,9	99	8	107	5,82	5,38	78,25	11	1,2496
R5	8.484	2.206,5	100	8	108	5,76	5,33	73,55	13	1,4768
R6	8.002	1.673,6	95	8	103	6,06	5,59	58,50	14	1,5904
R7	8.740	2.489,5	107	7	114	5,38	5,05	78,62	17	1,9312
R8	9.042	2.823,4	97	11	108	5,94	5,33	94,11	17	1,9312
<b>Médias</b>	<b>8634,25</b>	<b>2372,60</b>	<b>97,75</b>	<b>8,88</b>	<b>106,63</b>	<b>5,91</b>	<b>5,41</b>	<b>79,99</b>	<b>13,63</b>	<b>1,55</b>
<b>DP</b>	<b>348,69</b>	<b>385,50</b>	<b>4,83</b>	<b>1,55</b>	<b>3,85</b>	<b>0,29</b>	<b>0,19</b>	<b>12,07</b>	<b>2,77</b>	<b>0,32</b>
<b>CV</b>	<b>4,04</b>	<b>16,25</b>	<b>4,94</b>	<b>17,49</b>	<b>3,61</b>	<b>4,89</b>	<b>3,57</b>	<b>15,09</b>	<b>20,36</b>	<b>20,36</b>

<sup>(1)</sup> Considerando tempo na fileira da repetição; <sup>(2)</sup> Considerando tempo na fileira da repetição + tempo para esvaziar a colhedora; Trat./Rep. =

Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE® operando normalmente; T4 = Colhedora CASE® operando com o extrator desligado. Obs.:

Tara da carreta é de 7.120kg. Distâncias efetivas de T3 e T4 foram, 200m e 160m, respectivamente. A calibração feita foi para cada divisão da bureta (1ml), correspondia a 0,1136 litros de diesel. O rotação de trabalho da colhedora foi de 1.750 a 1.800rpm.

Quadro 19. Tabulações para determinações de Capacidades Efetivas Brutas.

Trat./Rep.	Matéria-Prima Líquida		Rebolos Industrializ. Colhidos	Tempos Efetivos (s)	Velocidades Média (km.h <sup>-1</sup> )	Capacidades Efetivas Brutas (Mat.Prima) (t.h <sup>-1</sup> )	Consumos de Combustível (Mat.Prima) (L.h <sup>-1</sup> )	Consumos de Combustível (Mat.Prima) (L.t <sup>-1</sup> )	Capacidades Efetivas Brutas (Rebolos Ind.) (t.h <sup>-1</sup> )	Consumos de Combustível (Rebolos Ind.) (L.t <sup>-1</sup> )
	(kg)									
T3R1	2.562,49	1.339,49		125	6,05	73,80	59,62	0,81	70,24	0,85
R2	2.573,55	1.461,08		127	6,00	72,95	62,22	0,85	64,91	0,96
R3	2.613,35	1.204,05		134	5,76	70,21	62,38	0,89	63,16	0,99
R4	2.005,29	968,01		124	6,05	58,22	51,84	0,89	52,33	0,99
R5	2.359,07	1.228,44		124	6,10	68,49	72,56	1,06	62,00	1,17
R6	2.602,29	1.003,52		132	5,81	70,97	52,67	0,74	65,71	0,80
R7	2.339,17	1.262,52		132	5,76	63,80	52,67	0,83	59,99	0,88
R8	2.635,46	1.580,80		129	5,95	73,55	69,75	0,95	67,17	1,04
<b>Médias</b>	<b>2461,33</b>	<b>1255,99</b>		<b>128,38</b>	<b>5,94</b>	<b>69,00</b>	<b>60,46</b>	<b>0,88</b>	<b>63,19</b>	<b>0,96</b>
<b>DP</b>	<b>216,95</b>	<b>208,64</b>		<b>3,96</b>	<b>0,14</b>	<b>5,45</b>	<b>7,89</b>	<b>0,10</b>	<b>5,40</b>	<b>0,12</b>
<b>CV</b>	<b>8,81</b>	<b>16,61</b>		<b>3,09</b>	<b>2,34</b>	<b>7,90</b>	<b>13,05</b>	<b>11,01</b>	<b>8,55</b>	<b>12,22</b>
T4R1	2.073,84	1.465,83		90	6,40	82,95	52,64	0,63	72,72	0,72
R2	2.761,50	1.777,91		96	6,00	103,56	34,72	0,34	92,11	0,38
R3	2.626,62	2.300,44		98	5,88	96,49	57,87	0,60	76,59	0,76
R4	2.325,90	1.892,87		99	5,82	84,58	42,04	0,50	66,60	0,63
R5	2.206,50	2.089,16		100	5,76	79,43	49,23	0,62	50,02	0,98
R6	1.673,62	1.273,33		95	6,06	63,42	55,59	0,88	56,09	0,99
R7	2.489,53	2.023,54		107	5,38	83,76	60,99	0,73	73,31	0,83
R8	2.823,41	2.235,63		97	5,94	104,79	64,37	0,61	87,10	0,74
<b>Médias</b>	<b>2372,62</b>	<b>1882,34</b>		<b>97,75</b>	<b>5,91</b>	<b>87,37</b>	<b>52,18</b>	<b>0,61</b>	<b>71,82</b>	<b>0,75</b>
<b>DP</b>	<b>385,50</b>	<b>362,08</b>		<b>4,83</b>	<b>0,29</b>	<b>13,76</b>	<b>9,91</b>	<b>0,16</b>	<b>14,25</b>	<b>0,20</b>
<b>CV</b>	<b>16,25</b>	<b>19,24</b>		<b>4,94</b>	<b>4,89</b>	<b>15,75</b>	<b>18,98</b>	<b>25,60</b>	<b>19,84</b>	<b>26,02</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando normalmente; T4 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando com o extrator desligado; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 20. Determinações de capacidades efetivas líquidas.

Trat./Rep	Totais de Perdas		Eficácia de Manipulação (%)	Capacidade Efetiva Líquida		Capacidade Efetiva Líquida (Rebolos Industrializáveis) (t.h <sup>-1</sup> )
	(t.ha <sup>-1</sup> )	Perdas		(Matéria-Prima)	(t.h <sup>-1</sup> )	
T3R1	1,45	1,53	98,47	72,67	69,17	
R2	1,66	1,75	98,25	71,67	63,77	
R3	1,26	1,33	98,67	69,28	62,32	
R4	1,57	1,66	98,34	57,25	51,46	
R5	2,25	2,38	97,62	66,86	60,53	
R6	2,10	2,21	97,79	69,40	64,26	
R7	1,17	1,24	98,76	63,00	59,25	
R8	1,60	1,69	98,31	72,31	66,04	
<b>Médias</b>	<b>1,63</b>	<b>1,72</b>	<b>98,28</b>	<b>67,81</b>	<b>62,10</b>	
<b>DP</b>	<b>0,38</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>5,33</b>	<b>5,30</b>	
<b>CV</b>	<b>23,05</b>	<b>22,99</b>	<b>0,40</b>	<b>7,86</b>	<b>8,54</b>	
T4R1	0,49	0,52	99,48	82,52	72,34	
R2	0,51	0,54	99,46	103,0	91,61	
R3	1,14	1,21	98,79	95,32	75,66	
R4	0,75	0,79	99,21	83,91	66,07	
R5	0,71	0,75	99,25	78,84	49,64	
R6	0,66	0,70	99,30	62,98	55,70	
R7	0,66	0,70	99,30	83,17	72,79	
<b>Médias</b>	<b>0,82</b>	<b>0,86</b>	<b>99,14</b>	<b>82,76</b>	<b>68,73</b>	
<b>DP</b>	<b>0,37</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>12,45</b>	<b>12,81</b>	
<b>CV</b>	<b>46,00</b>	<b>45,91</b>	<b>0,40</b>	<b>15,04</b>	<b>18,64</b>	

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando normalmente; T4 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando com o extrator desligado. Obs.: A T4R8 não foi realizada devida as chuvas ocorridas; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 21. Valores das perdas visíveis e matéria estranha vegetal eliminada pela colhedora, (quilogramas por 21m<sup>2</sup>), descontada tara.

Trat./Rep.	Colmos Inteiros		Rebolos		Rebolos Esmagado		Total de Rebolos		Tocos de Soqueiras		Perdas Totais		Ponteiros		Folhas e Palhas	
	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )
T3R1A1	1,81	0,86	0,00	0,00	1,91	0,91	1,91	0,91	0,81	0,39	4,53	2,16	0,31	0,15	9,92	4,72
A2	0,00	0,00	0,61	0,29	0,00	0,00	0,61	0,29	1,21	0,58	1,82	0,87	0,11	0,05	6,82	3,25
A3	0,00	0,00	1,71	0,81	0,21	0,10	1,92	0,91	0,01	0,00	1,93	0,92	0,51	0,24	10,52	5,01
A4	0,61	0,29	0,01	0,00	2,01	0,96	2,02	0,96	0,00	0,00	2,63	1,25	0,31	0,15	10,43	4,97
A5	0,00	0,00	0,31	0,15	0,71	0,34	1,02	0,48	0,31	0,15	1,33	0,63	0,21	0,10	9,63	4,58
A6	0,00	0,00	0,51	0,24	1,41	0,67	1,92	0,91	0,01	0,00	1,93	0,92	0,11	0,05	12,13	5,78
<b>Médias</b>	<b>0,40</b>	<b>0,19</b>	<b>0,53</b>	<b>0,25</b>	<b>1,04</b>	<b>0,50</b>	<b>1,57</b>	<b>0,74</b>	<b>0,39</b>	<b>0,19</b>	<b>2,36</b>	<b>1,13</b>	<b>0,26</b>	<b>0,12</b>	<b>9,91</b>	<b>4,72</b>
T3R2A1	0,00	0,00	0,01	0,00	1,71	0,81	1,72	0,82	1,51	0,72	3,23	1,54	0,21	0,10	9,73	4,63
A2	0,00	0,00	0,91	0,43	0,41	0,19	1,32	0,63	1,51	0,72	2,83	1,35	0,51	0,24	11,13	5,30
A3	0,00	0,00	1,11	0,53	2,91	1,39	4,02	1,91	1,01	0,48	5,03	2,39	0,21	0,10	10,13	4,82
A4	0,00	0,00	0,01	0,00	1,71	0,81	1,72	0,82	0,51	0,24	2,23	1,06	0,81	0,39	10,03	4,78
A5	0,00	0,00	0,21	0,10	0,11	0,05	0,32	0,15	1,51	0,72	1,83	0,87	0,01	0,00	7,22	3,44
A6	0,41	0,19	0,00	0,00	2,01	0,96	2,01	0,96	0,00	0,00	2,42	1,15	0,11	0,05	15,43	7,35
<b>Médias</b>	<b>0,07</b>	<b>0,03</b>	<b>0,38</b>	<b>0,18</b>	<b>1,48</b>	<b>0,70</b>	<b>1,85</b>	<b>0,88</b>	<b>1,01</b>	<b>0,48</b>	<b>2,93</b>	<b>1,39</b>	<b>0,31</b>	<b>0,15</b>	<b>10,61</b>	<b>5,05</b>
T3R3A1	0,00	0,00	0,11	0,05	3,21	1,53	3,32	1,58	0,00	0,00	3,32	1,58	0,11	0,05	10,73	5,11
A2	0,00	0,00	0,21	0,10	1,51	0,72	1,72	0,82	0,31	0,15	2,03	0,97	0,21	0,10	11,43	5,44
A3	0,00	0,00	0,11	0,05	1,71	0,81	1,82	0,87	0,51	0,24	2,33	1,11	0,11	0,05	10,63	5,06
A4	0,00	0,00	0,41	0,19	1,61	0,77	2,02	0,96	0,00	0,00	2,02	0,96	0,11	0,05	12,23	5,82
A5	0,00	0,00	0,11	0,05	1,41	0,67	1,52	0,72	0,00	0,00	1,52	0,72	0,01	0,00	13,03	6,20
A6	0,00	0,00	0,51	0,24	1,81	0,86	2,32	1,10	0,00	0,00	2,32	1,10	0,31	0,15	11,44	5,45
<b>Médias</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,24</b>	<b>0,11</b>	<b>1,88</b>	<b>0,89</b>	<b>2,12</b>	<b>1,01</b>	<b>0,14</b>	<b>0,07</b>	<b>2,26</b>	<b>1,07</b>	<b>0,14</b>	<b>0,07</b>	<b>11,58</b>	<b>5,51</b>
T3R4A1	0,71	0,34	0,01	0,00	0,71	0,34	0,72	0,34	1,71	0,81	3,14	1,49	0,11	0,05	5,72	2,72
A2	0,00	0,00	0,21	0,10	1,11	0,53	1,32	0,63	2,51	1,19	3,83	1,82	0,11	0,05	8,92	4,25

Quadro 21. Valores das perdas visíveis e matéria estranha vegetal eliminada pela colhedora, (quilogramas por 21m<sup>2</sup>), descontada tara.

Trat./Rep.	Colmos Inteiros		Rebolos		Rebolos Esmagado		Total de Rebolos		Tocos de Soqueiras		Perdas Totais		Ponteiros		Folhas e Palhas	
	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )
A3	0,00	0,00	0,41	0,19	0,91	0,43	1,32	0,63	0,61	0,29	1,93	0,92	0,21	0,10	8,13	3,87
A4	0,00	0,00	0,31	0,15	0,61	0,29	0,92	0,44	0,01	0,00	0,93	0,44	0,21	0,10	6,98	3,32
A5	1,11	0,53	0,01	0,00	1,91	0,91	1,92	0,91	1,81	0,86	4,84	2,30	0,11	0,05	15,34	7,30
A6	0,00	0,00	0,11	0,05	1,21	0,58	1,32	0,63	1,71	0,81	3,03	1,44	0,21	0,10	9,63	4,58
<b>Médias</b>	<b>0,30</b>	<b>0,15</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>1,08</b>	<b>0,51</b>	<b>1,25</b>	<b>0,60</b>	<b>1,39</b>	<b>0,66</b>	<b>2,95</b>	<b>1,40</b>	<b>0,16</b>	<b>0,08</b>	<b>9,12</b>	<b>4,34</b>
T3R5A1	0,00	0,00	0,41	0,19	1,31	0,62	1,72	0,82	0,01	0,00	1,73	0,82	0,21	0,10	9,03	4,30
A2	1,10	0,52	0,61	0,29	1,11	0,53	1,72	0,82	1,51	0,72	4,33	2,06	0,21	0,10	9,47	4,51
A3	9,00	4,29	0,51	0,24	0,81	0,39	1,32	0,63	0,21	0,10	10,53	5,01	0,31	0,15	9,03	4,30
A4	0,00	0,00	0,21	0,10	1,71	0,81	1,92	0,91	0,31	0,15	2,23	1,06	0,11	0,05	11,63	5,54
A5	0,00	0,00	0,41	0,19	1,31	0,62	1,72	0,82	0,51	0,24	2,23	1,06	0,11	0,05	8,73	4,16
A6	0,00	0,00	0,71	0,34	1,11	0,53	1,82	0,87	1,11	0,53	2,93	1,39	0,41	0,19	11,74	5,59
<b>Médias</b>	<b>1,68</b>	<b>0,80</b>	<b>0,48</b>	<b>0,23</b>	<b>1,23</b>	<b>0,58</b>	<b>1,70</b>	<b>0,81</b>	<b>0,61</b>	<b>0,29</b>	<b>4,00</b>	<b>1,90</b>	<b>0,23</b>	<b>0,11</b>	<b>9,94</b>	<b>4,73</b>
T3R6A1	0,00	0,00	0,41	0,19	1,51	0,72	1,92	0,91	0,51	0,24	2,43	1,16	0,11	0,05	9,03	4,30
A2	0,00	0,00	0,21	0,10	0,81	0,39	1,02	0,48	1,41	0,67	2,43	1,16	0,11	0,05	8,57	4,08
A3	0,00	0,00	0,61	0,29	2,41	1,15	3,02	1,44	1,51	0,72	4,53	2,16	0,31	0,15	15,43	7,35
A4	0,00	0,00	1,01	0,48	1,61	0,77	2,62	1,25	5,09	2,42	7,71	3,67	0,31	0,15	14,34	6,83
A5	0,00	0,00	0,31	0,15	1,31	0,62	1,62	0,77	0,71	0,34	2,33	1,11	0,11	0,05	10,93	5,20
A6	0,00	0,00	0,91	0,43	1,01	0,48	1,92	0,91	0,21	0,10	2,13	1,01	0,21	0,10	14,43	6,87
<b>Médias</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,58</b>	<b>0,27</b>	<b>1,44</b>	<b>0,69</b>	<b>2,02</b>	<b>0,96</b>	<b>1,57</b>	<b>0,75</b>	<b>3,59</b>	<b>1,71</b>	<b>0,19</b>	<b>0,09</b>	<b>12,12</b>	<b>5,77</b>
T3R7A1	0,00	0,00	2,71	1,29	0,21	0,10	2,92	1,39	0,11	0,05	3,03	1,44	0,31	0,15	5,34	2,54
A2	0,00	0,00	0,41	0,19	0,41	0,19	0,82	0,39	0,61	0,29	1,43	0,68	0,11	0,05	6,03	2,87
A3	0,00	0,00	0,21	0,10	0,61	0,29	0,82	0,39	1,01	0,48	1,83	0,87	0,21	0,10	7,03	3,35
A4	0,00	0,00	0,11	0,05	0,51	0,24	0,62	0,29	0,41	0,19	1,03	0,49	0,01	0,00	5,03	2,39
A5	0,00	0,00	0,21	0,10	0,51	0,24	0,72	0,34	1,01	0,48	1,73	0,82	0,61	0,29	5,43	2,58
A6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,10	0,21	0,10	1,11	0,53	1,32	0,63	0,01	0,00	5,73	2,73

Quadro 21. Valores das perdas visíveis e matéria estranha vegetal eliminada pela colhedora, (quilogramas por 21m<sup>2</sup>), descontada tara.

Trat./Rep.	Colmos Inteiros		Rebolos		Rebolos Esmagado		Total de Rebolos		Tocos de Soqueiras		Perdas Totais		Ponteiros		Folhas e Palhas	
	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )
<b>Médias</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,61</b>	<b>0,29</b>	<b>0,41</b>	<b>0,19</b>	<b>1,02</b>	<b>0,48</b>	<b>0,71</b>	<b>0,34</b>	<b>1,73</b>	<b>0,82</b>	<b>0,21</b>	<b>0,10</b>	<b>5,77</b>	<b>2,74</b>
T3R8A1	0,00	0,00	0,31	0,15	1,51	0,72	1,82	0,87	0,71	0,34	2,53	1,20	0,91	0,43	10,73	5,11
A2	0,00	0,00	0,51	0,24	1,21	0,58	1,72	0,82	0,91	0,43	2,63	1,25	0,91	0,43	11,73	5,58
A3	0,00	0,00	0,91	0,43	1,11	0,53	2,02	0,96	0,81	0,39	2,83	1,35	0,11	0,05	9,03	4,30
A4	0,00	0,00	0,31	0,15	1,91	0,91	2,22	1,06	0,91	0,43	3,13	1,49	0,21	0,10	12,34	5,87
A5	0,91	0,43	0,21	0,10	0,41	0,19	0,62	0,29	0,71	0,34	2,24	1,06	0,91	0,43	7,63	3,63
A6	0,00	0,00	0,21	0,10	1,11	0,53	1,32	0,63	1,91	0,91	3,23	1,54	0,91	0,43	11,13	5,30
<b>Médias</b>	<b>0,15</b>	<b>0,07</b>	<b>0,41</b>	<b>0,20</b>	<b>1,21</b>	<b>0,58</b>	<b>1,62</b>	<b>0,77</b>	<b>0,99</b>	<b>0,47</b>	<b>2,77</b>	<b>1,32</b>	<b>0,66</b>	<b>0,31</b>	<b>10,43</b>	<b>4,97</b>
T4R1A1	0,00	0,00	0,41	0,19	0,00	0,00	0,41	0,19	0,31	0,15	0,72	0,34	0,31	0,15	0,81	0,39
A2	0,00	0,00	0,11	0,05	0,00	0,00	0,11	0,05	0,41	0,19	0,52	0,25	0,01	0,00	1,01	0,48
A3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,24	0,51	0,24	0,01	0,00	1,01	0,48
A4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,53
A5	0,00	0,00	0,51	0,24	0,00	0,00	0,51	0,24	0,00	0,00	0,51	0,24	0,00	0,00	0,71	0,34
A6	0,00	0,00	0,41	0,19	0,00	0,00	0,41	0,19	0,00	0,00	0,41	0,19	0,01	0,00	0,61	0,29
<b>Médias</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,24</b>	<b>0,11</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,24</b>	<b>0,11</b>	<b>0,21</b>	<b>0,10</b>	<b>0,45</b>	<b>0,21</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>	<b>0,88</b>	<b>0,42</b>
T4R2A1	0,00	0,00	0,41	0,19	0,00	0,00	0,41	0,19	0,31	0,15	0,72	0,34	0,01	0,00	1,11	0,53
A2	0,31	0,15	0,21	0,10	0,00	0,00	0,21	0,10	0,61	0,29	1,13	0,54	0,31	0,15	1,21	0,58
A3	0,00	0,00	0,21	0,10	0,00	0,00	0,21	0,10	0,11	0,05	0,32	0,15	0,11	0,05	1,01	0,48
A4	0,00	0,00	0,11	0,05	0,00	0,00	0,11	0,05	0,81	0,39	0,92	0,44	0,51	0,24	0,91	0,43
A5	0,00	0,00	0,91	0,43	0,00	0,00	0,91	0,43	1,11	0,53	2,02	0,96	0,00	0,00	1,41	0,67
A6	0,00	0,00	0,51	0,24	0,00	0,00	0,51	0,24	0,31	0,15	0,82	0,39	0,71	0,34	0,81	0,39
<b>Médias</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,39</b>	<b>0,19</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,39</b>	<b>0,19</b>	<b>0,54</b>	<b>0,26</b>	<b>0,99</b>	<b>0,47</b>	<b>0,28</b>	<b>0,13</b>	<b>1,08</b>	<b>0,51</b>
T4R3A1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,24	1,21	0,58
A2	0,00	0,00	0,30	0,14	0,00	0,00	0,30	0,14	0,71	0,34	1,01	0,48	0,00	0,00	1,31	0,62
A3	0,00	0,00	0,21	0,10	0,00	0,00	0,21	0,10	0,51	0,24	0,72	0,34	0,41	0,19	1,51	0,72

Quadro 21. Valores das perdas visíveis e matéria estranha vegetal eliminada pela colhedora, (quilogramas por 21m<sup>2</sup>), descontada tara.

Trat./Rep.	Colmos Inteiros		Rebolos		Rebolos Esmagado		Total de Rebolos		Tocos de Soqueiras		Perdas Totais		Ponteiros		Folhas e Palhas	
	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )
A4	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,11	0,53	1,12	0,53	0,51	0,24	1,31	0,62
A5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,21	0,58	1,21	0,58	0,71	0,34	1,71	0,81
A6	0,00	0,00	0,31	0,15	0,00	0,00	0,31	0,15	0,71	0,34	1,02	0,48	0,51	0,24	1,41	0,67
<b>Médias</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,14</b>	<b>0,07</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,14</b>	<b>0,07</b>	<b>0,71</b>	<b>0,34</b>	<b>0,85</b>	<b>0,40</b>	<b>0,44</b>	<b>0,21</b>	<b>1,41</b>	<b>0,67</b>
T4R4A1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,53	1,21	0,58
A2	0,00	0,00	0,11	0,05	0,00	0,00	0,11	0,05	0,21	0,10	0,32	0,15	0,71	0,34	1,51	0,72
A3	0,00	0,00	0,41	0,19	0,00	0,00	0,41	0,19	0,81	0,39	1,22	0,58	1,01	0,48	2,31	1,10
A4	0,00	0,00	0,41	0,19	0,00	0,00	0,41	0,19	0,31	0,15	0,72	0,34	0,00	0,00	0,91	0,43
A5	0,00	0,00	0,51	0,24	0,00	0,00	0,51	0,24	0,11	0,05	0,62	0,29	1,11	0,53	1,01	0,48
A6	0,00	0,00	0,61	0,29	0,00	0,00	0,61	0,29	0,61	0,29	1,22	0,58	1,31	0,62	2,41	1,15
<b>Médias</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,34</b>	<b>0,16</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,34</b>	<b>0,16</b>	<b>0,34</b>	<b>0,16</b>	<b>0,68</b>	<b>0,32</b>	<b>0,88</b>	<b>0,42</b>	<b>1,56</b>	<b>0,74</b>
T4R5A1	0,00	0,00	0,11	0,05	0,01	0,00	0,12	0,06	0,51	0,24	0,63	0,30	0,61	0,29	1,01	0,48
A2	0,00	0,00	0,21	0,10	0,31	0,15	0,52	0,25	0,71	0,34	1,23	0,58	0,41	0,19	1,81	0,86
A3	0,11	0,05	0,01	0,00	0,11	0,05	0,12	0,06	0,51	0,24	0,74	0,35	0,71	0,34	1,21	0,58
A4	0,00	0,00	1,21	0,58	0,11	0,05	1,32	0,63	0,01	0,00	1,33	0,63	0,01	0,00	1,01	0,48
A5	0,00	0,00	0,51	0,24	1,71	0,81	2,22	1,06	0,21	0,10	2,43	1,16	0,31	0,15	1,11	0,53
A6	1,11	0,53	0,41	0,19	0,31	0,15	0,72	0,34	3,01	1,43	4,84	2,30	0,01	0,00	1,51	0,72
<b>Médias</b>	<b>0,20</b>	<b>0,10</b>	<b>0,41</b>	<b>0,19</b>	<b>0,43</b>	<b>0,20</b>	<b>0,84</b>	<b>0,40</b>	<b>0,83</b>	<b>0,39</b>	<b>1,87</b>	<b>0,89</b>	<b>0,34</b>	<b>0,16</b>	<b>1,28</b>	<b>0,61</b>
T4R6A1	0,00	0,00	0,31	0,15	0,11	0,05	0,42	0,20	1,51	0,72	1,93	0,92	0,31	0,15	0,91	0,43
A2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	0,43	0,91	0,43	0,00	0,00	1,01	0,48
A3	0,00	0,00	0,01	0,00	0,41	0,19	0,42	0,20	1,01	0,48	1,43	0,68	0,11	0,05	0,91	0,43
A4	0,00	0,00	0,01	0,00	2,01	0,96	2,02	0,96	0,00	0,00	2,02	0,96	0,41	0,19	0,61	0,29
A5	0,00	0,00	0,11	0,05	0,01	0,00	0,12	0,06	0,21	0,10	0,33	0,16	0,31	0,15	1,21	0,58
A6	0,11	0,05	0,21	0,10	0,51	0,24	0,72	0,34	0,81	0,39	1,64	0,78	0,11	0,05	0,81	0,39
<b>Médias</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>0,51</b>	<b>0,24</b>	<b>0,62</b>	<b>0,29</b>	<b>0,74</b>	<b>0,35</b>	<b>1,38</b>	<b>0,66</b>	<b>0,21</b>	<b>0,10</b>	<b>0,91</b>	<b>0,43</b>

Quadro 21. Valores das perdas visíveis e matéria estranha vegetal eliminada pela colhedora, (quilogramas por 21m<sup>2</sup>), descontada tara.

Trat./Rep.	Colmos Inteiros		Rebolos		Rebolos Esmagado		Total de Rebolos		Tocos de Soqueiras		Perdas Totais		Ponteiros		Folhas e Palhas	
	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(t.ha <sup>-1</sup> )
T4R7A1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,10	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,11	0,05	0,51	0,24
A2	0,00	0,00	0,51	0,24	0,01	0,00	0,52	0,25	0,11	0,05	0,63	0,30	0,81	0,39	1,11	0,53
A3	0,00	0,00	0,11	0,05	0,01	0,00	0,42	0,20	0,41	0,19	0,83	0,39	0,11	0,05	0,51	0,24
A4	0,00	0,00	1,01	0,48	0,31	0,15	1,22	0,58	0,11	0,05	1,33	0,63	1,41	0,67	2,01	0,96
A5	0,00	0,00	0,51	0,24	0,21	0,10	0,72	0,34	1,41	0,67	2,13	1,01	0,31	0,15	0,81	0,39
A6	0,00	0,00	0,61	0,29	0,11	0,05	0,72	0,34	0,11	0,05	0,83	0,39	0,41	0,19	1,21	0,58
<b>Médias</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,46</b>	<b>0,22</b>	<b>0,14</b>	<b>0,07</b>	<b>0,60</b>	<b>0,29</b>	<b>0,36</b>	<b>0,17</b>	<b>0,96</b>	<b>0,46</b>	<b>0,53</b>	<b>0,25</b>	<b>1,03</b>	<b>0,49</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando normalmente; T4 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando com o extrator desligado. Obs.: A T4R8 não foi realizada devida as chuvas ocorridas.

Quadro 22. Valores médios de perdas de rebolos industrializáveis e/ou suas frações.

Trat./Rep.	Colmos Inteiros Industr. (t.ha <sup>-1</sup> )		Rebolos Inteiros Industr. (%)		Rebolos Esmagados (t.ha <sup>-1</sup> )		Rebolos Esmagados (%)		Totais de Rebolos (t.ha <sup>-1</sup> )		Totais de Soqueiras (%)		Perdas Totais (t.ha <sup>-1</sup> )		Perdas Totais (%)	
	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)
T3R1	0,19	0,20	0,25	0,26	0,50	0,52	0,75	0,79	0,19	0,20	1,12	1,45				
R2	0,03	0,03	0,18	0,19	0,70	0,74	0,88	0,93	0,48	0,51	1,39	1,66				
R3	0,00	0,00	0,12	0,12	0,89	0,94	1,01	1,07	0,06	0,07	1,07	1,26				
R4	0,14	0,15	0,08	0,09	0,51	0,54	0,60	0,63	0,66	0,70	1,40	1,57				
R5	0,80	0,85	0,23	0,24	0,58	0,62	0,81	0,86	0,29	0,31	1,90	2,25				
R6	0,00	0,00	0,27	0,29	0,69	0,73	0,96	1,02	0,75	0,79	1,71	2,10				
R7	0,00	0,00	0,29	0,31	0,19	0,21	0,48	0,51	0,34	0,36	0,82	1,17				
R8	0,07	0,08	0,19	0,21	0,58	0,61	0,77	0,81	0,47	0,50	1,32	1,60				
<b>Médias</b>	<b>0,15</b>	<b>0,16</b>	<b>0,20</b>	<b>0,21</b>	<b>0,58</b>	<b>0,61</b>	<b>0,78</b>	<b>0,83</b>	<b>0,41</b>	<b>0,43</b>	<b>1,34</b>	<b>1,63</b>				
<b>DP</b>	<b>0,27</b>	<b>0,29</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,20</b>	<b>0,21</b>	<b>0,18</b>	<b>0,19</b>	<b>0,23</b>	<b>0,24</b>	<b>0,35</b>	<b>0,38</b>				
<b>CV</b>	<b>175,97</b>	<b>175,45</b>	<b>36,46</b>	<b>36,49</b>	<b>34,85</b>	<b>34,46</b>	<b>22,63</b>	<b>22,79</b>	<b>57,27</b>	<b>56,67</b>	<b>25,96</b>	<b>23,05</b>				
T4R1	0,00	0,00	0,11	0,12	0,00	0,00	0,11	0,12	0,10	0,10	0,21	0,34				
R2	0,02	0,03	0,19	0,20	0,00	0,00	0,19	0,20	0,26	0,27	0,47	0,69				
R3	0,00	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	0,07	0,07	0,34	0,36	0,40	0,49				
R4	0,00	0,00	0,16	0,17	0,00	0,00	0,16	0,17	0,16	0,17	0,32	0,51				
R5	0,10	0,10	0,19	0,21	0,20	0,21	0,40	0,42	0,39	0,42	0,89	1,14				
R6	0,01	0,01	0,05	0,05	0,24	0,26	0,29	0,31	0,35	0,37	0,65	0,75				
R7	0,00	0,00	0,22	0,23	0,07	0,07	0,29	0,30	0,17	0,18	0,46	0,71				
<b>Médias</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,15</b>	<b>0,16</b>	<b>0,14</b>	<b>0,14</b>	<b>0,29</b>	<b>0,30</b>	<b>0,28</b>	<b>0,30</b>	<b>0,59</b>	<b>0,78</b>				
<b>DP</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>0,20</b>	<b>0,21</b>	<b>0,22</b>	<b>0,24</b>	<b>0,13</b>	<b>0,14</b>	<b>0,36</b>	<b>0,41</b>				
<b>CV</b>	<b>154,18</b>	<b>146,43</b>	<b>42,69</b>	<b>43,82</b>	<b>149,49</b>	<b>149,52</b>	<b>78,46</b>	<b>78,36</b>	<b>45,98</b>	<b>46,87</b>	<b>61,15</b>	<b>52,42</b>				

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando normalmente; T4 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando com o extrator desligado; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação. Obs.: A T4R8 não foi realizada devido as chuvas ocorridas.

A Produtividade Agrícola do canal foi de 94,65t.ha<sup>-1</sup>

Quadro 23. Tipo e qualidade do cisalhamento dos rebolos contidos nos tambores do transbordo.

Trat./Rep;	Perfeitos		Imperfeitos de 1 Lado		Imperfeitos dos 2 Lados	
	(n <sup>o</sup> )	(%)	(n <sup>o</sup> )	(%)	(n <sup>o</sup> )	(%)
T3R1	34	68	10	20	6	12
R2	19	38	20	40	11	22
R3	26	52	19	38	5	10
R4	27	54	15	30	8	16
R5	30	60	17	34	3	6
R6	30	60	13	26	7	14
R7	24	48	21	42	5	10
R8						
<b>Médias</b>	<b>27,14</b>	<b>54,29</b>	<b>16,43</b>	<b>32,86</b>	<b>6,43</b>	<b>12,86</b>
<b>DP</b>	<b>4,85</b>	<b>9,69</b>	<b>3,99</b>	<b>7,99</b>	<b>2,57</b>	<b>5,15</b>
<b>CV</b>	<b>17,85</b>	<b>17,85</b>	<b>24,31</b>	<b>24,31</b>	<b>40,02</b>	<b>40,02</b>
T4R1	29	58	19	38	2	4
R2	33	66	15	30	2	4
R3	24	48	20	40	6	12
R4	28	56	19	38	3	6
R5	28	56	19	38	3	6
R6	34	68	14	28	2	4
<b>Médias</b>	<b>29,33</b>	<b>58,67</b>	<b>17,67</b>	<b>35,33</b>	<b>3,00</b>	<b>6,00</b>
<b>DP</b>	<b>3,67</b>	<b>7,34</b>	<b>2,50</b>	<b>5,01</b>	<b>1,55</b>	<b>3,10</b>
<b>CV</b>	<b>12,51</b>	<b>12,51</b>	<b>14,17</b>	<b>14,17</b>	<b>51,64</b>	<b>51,64</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando normalmente; T4 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando com o extrator desligado. Obs.: A T4R7 e T4R8 não foram realizadas devido as chuvas ocorridas; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 24. Matéria estranha vegetal encontrada dentro do tambor. Massas líquidas e tipos de rebolos encontrados.

Trat./ Rep.	Pontei- ros	Folhas Verdes e Palhas	Palhas Verdes	Folhas Verdes MEV	Tocos (kg)	Rebolos		Rebolos Esmagados (kg)	Rebolos Inteiros (%)	Rebolos (%)	Totais Rebolos (kg)	Totais das Amostras (kg)	Totais de MEV	Totais de Canas (%)	
						(kg)	(%)								
T3R1	1,71	0,71		2,42	0,01	0,02	45,02	89,76	2,71	5,40	47,73	95,16	50,15	4,82	95,18
R2	4,21	1,21		5,42	0,51	1,04	39,92	81,21	3,31	6,73	43,23	87,94	49,15	11,02	88,98
R3	4,71	1,31		6,02	0,01	0,02	47,62	79,42	6,31	10,52	53,93	89,95	59,95	10,04	89,96
R4	4,81	1,01		5,82	0,00	0,00	45,22	78,58	6,51	11,31	51,73	89,89	57,55	10,11	89,89
R5	3,51	1,51		5,02	0,00	0,00	42,82	80,87	5,11	9,65	47,93	90,52	52,95	9,48	90,52
R6	4,31	0,61		4,92	0,00	0,00	55,23	83,23	6,21	9,36	61,44	92,59	66,36	7,41	92,59
R7	2,11	0,81		2,92	0,01	0,02	43,22	88,28	2,81	5,74	46,03	94,02	48,95	5,96	94,04
R8	2,42	1,41		3,83	0,31	0,70	37,21	84,27	2,81	6,36	40,02	90,63	44,15	8,67	91,33
<b>Médias</b>	<b>3,47</b>	<b>1,07</b>		<b>4,55</b>	<b>0,11</b>	<b>0,23</b>	<b>44,53</b>	<b>83,20</b>	<b>4,47</b>	<b>8,13</b>	<b>49,01</b>	<b>91,34</b>	<b>53,65</b>	<b>8,44</b>	<b>91,56</b>
<b>DP</b>	<b>1,23</b>	<b>0,34</b>		<b>1,34</b>	<b>0,20</b>	<b>0,41</b>	<b>5,40</b>	<b>4,05</b>	<b>1,73</b>	<b>2,33</b>	<b>6,68</b>	<b>2,39</b>	<b>7,19</b>	<b>2,19</b>	<b>2,19</b>
<b>CV</b>	<b>35,49</b>	<b>31,50</b>		<b>29,51</b>	<b>183,5</b>	<b>181,5</b>	<b>12,13</b>	<b>4,87</b>	<b>38,67</b>	<b>28,61</b>	<b>13,62</b>	<b>2,62</b>	<b>13,40</b>	<b>25,91</b>	<b>2,39</b>
T4R1	2,21	1,31	0,61	4,13	0,00	0,00	27,51	82,25	1,81	5,41	29,32	87,66	33,45	12,34	87,66
R2	2,61	1,11	0,71	4,43	0,00	0,00	31,91	79,68	3,71	9,26	35,62	88,94	40,05	11,06	88,94
R3	0,61	1,91	0,71	3,23	0,00	0,00	11,61	74,20	0,81	5,17	12,42	79,37	15,65	20,63	79,37
R4	2,21	1,71	1,11	5,03	0,00	0,00	17,21	72,78	1,41	5,96	18,62	78,74	23,65	21,26	78,74
R5	0,91	1,31	0,91	3,13	0,00	0,00	4,71	55,76	0,61	7,21	5,32	62,97	8,45	37,03	62,97
R6	1,01	1,51	0,61	3,13	0,00	0,00	21,71	80,27	2,21	8,17	23,92	88,44	27,05	11,56	88,44
R7	0,91	1,41	0,41	2,73	0,41	1,87	15,91	72,80	2,81	12,85	18,72	85,65	21,85	12,48	85,65
R8	1,81	1,71	0,71	4,23	0,00	0,00	19,21	76,70	1,61	6,42	20,82	83,12	25,05	16,88	83,12
<b>Médias</b>	<b>1,54</b>	<b>1,50</b>	<b>0,72</b>	<b>3,76</b>	<b>0,05</b>	<b>0,23</b>	<b>18,72</b>	<b>74,31</b>	<b>1,87</b>	<b>7,56</b>	<b>20,60</b>	<b>81,86</b>	<b>24,40</b>	<b>17,91</b>	<b>81,86</b>
<b>DP</b>	<b>0,76</b>	<b>0,26</b>	<b>0,21</b>	<b>0,81</b>	<b>0,14</b>	<b>0,66</b>	<b>8,60</b>	<b>8,30</b>	<b>1,03</b>	<b>2,55</b>	<b>9,42</b>	<b>8,58</b>	<b>9,80</b>	<b>8,73</b>	<b>8,58</b>
<b>CV</b>	<b>49,58</b>	<b>17,65</b>	<b>29,07</b>	<b>21,48</b>	<b>282,8</b>	<b>282,8</b>	<b>45,92</b>	<b>11,17</b>	<b>54,83</b>	<b>33,76</b>	<b>45,72</b>	<b>10,49</b>	<b>40,16</b>	<b>48,74</b>	<b>10,49</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando normalmente; T4 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando com o extrator desligado; MEV = Matéria estranha vegetal; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 25. Porcentagem de matéria estranha vegetal, contida na matéria prima colhida/carregada e qualidade dos rebolos.

Trat./Rep.	Ponteiros	Folhas Verdes e Palhas	Palhas	Folhas Verdes	Matéria Estranha	Tocos	Rebolos Inteiros	Rebolos Esmagados	Totais de Rebolos	Totais de Canas
T3R1	3,41	1,41			4,82	0,02	89,10	5,36	94,48	94,50
R2	8,48	2,43			10,91	1,01	79,48	6,59	87,09	88,10
R3	7,85	2,18			10,04	0,01	78,80	10,44	89,25	89,27
R4	8,36	1,75			10,11	0,00	78,44	11,29	89,73	89,73
R5	6,63	2,85			9,48	0,00	80,66	9,62	90,28	90,28
R6	6,49	0,92			7,41	0,00	82,38	9,26	91,64	91,64
R7	4,31	1,65			5,96	0,02	88,05	5,72	93,79	93,81
R8	5,44	3,17			8,61	0,69	83,31	6,29	90,29	90,98
<b>Médias</b>	<b>6,37</b>	<b>2,05</b>			<b>8,42</b>	<b>0,22</b>	<b>82,53</b>	<b>8,07</b>	<b>90,82</b>	<b>91,04</b>
<b>DP</b>	<b>1,87</b>	<b>0,76</b>			<b>2,17</b>	<b>0,40</b>	<b>4,10</b>	<b>2,33</b>	<b>2,42</b>	<b>2,21</b>
<b>CV</b>	<b>29,40</b>	<b>36,93</b>			<b>25,74</b>	<b>182,39</b>	<b>4,97</b>	<b>28,88</b>	<b>2,67</b>	<b>2,42</b>
T4R1	6,54		3,87	1,80	12,22	0,00	81,43	5,35	86,78	86,78
R2	6,43		2,73	1,75	10,91	0,00	78,64	9,14	87,78	87,78
R3	3,84		12,05	4,48	20,37	0,00	73,29	5,11	78,40	78,40
R4	9,15		7,08	4,59	20,82	0,00	71,27	5,84	77,10	77,10
R5	10,64		15,33	10,64	36,61	0,00	55,14	7,13	62,27	62,27
R6	3,70		5,54	2,23	11,47	0,00	79,64	8,10	87,74	87,74
R7	4,02		6,23	1,81	12,06	1,81	70,38	12,43	84,62	86,42
R8	7,02		6,64	2,75	16,41	0,00	74,58	6,25	80,83	80,83
<b>Médias</b>	<b>6,42</b>		<b>7,43</b>	<b>3,76</b>	<b>17,61</b>	<b>0,23</b>	<b>73,05</b>	<b>7,42</b>	<b>80,69</b>	<b>80,92</b>
<b>DP</b>	<b>2,55</b>		<b>4,21</b>	<b>3,01</b>	<b>8,64</b>	<b>0,64</b>	<b>8,27</b>	<b>2,45</b>	<b>8,54</b>	<b>8,68</b>
<b>CV</b>	<b>39,71</b>		<b>56,68</b>	<b>80,24</b>	<b>49,08</b>	<b>282,84</b>	<b>11,32</b>	<b>33,05</b>	<b>10,58</b>	<b>10,72</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE® operando normalmente; T4 = Colhedora CASE® operando com o extrator desligado; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 26. Dados de matéria estranha mineral (MEMt) obtidos pela sonda (tambores).

Trat./Rep.	Matéria Estranha Mineral (%)
T3R1	0,72
R2	1,12
R3	0,78
R4	0,17
R5	0,26
R6	1,03
R7	0,24
R8	0,46
<b>Médias</b>	<b>0,60</b>
<b>DP</b>	<b>0,37</b>
<b>CV</b>	<b>61,71</b>
T4R1	1,01
R2	1,33
R3	1,24
R4	2,12
R5	1,14
R6	0,80
R7	1,54
R8	2,84
<b>Médias</b>	<b>1,50</b>
<b>DP</b>	<b>0,67</b>
<b>CV</b>	<b>44,56</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 27. Resultados de matéria estranha encontrada na carga, em porcentagem de peso.

Trat./Rep.	ITe	IPo	IFv + IPa	IPa	IFv	MEV	MET
(%)							
T3R1	0,72	3,41	1,41			4,82	5,54
R2	1,12	8,56	2,46			11,02	12,15
R3	0,78	7,85	2,18			10,04	10,82
R4	0,17	8,36	1,75			10,11	10,28
R5	0,26	6,63	2,85			9,48	9,74
R6	1,03	6,49	0,92			7,41	8,44
R7	0,24	4,31	1,65			5,96	6,20
R8	0,46	5,48	3,19			8,67	9,12
<b>Médias</b>	<b>0,60</b>	<b>6,39</b>	<b>2,05</b>			<b>8,44</b>	<b>9,04</b>
<b>DP</b>	<b>0,37</b>	<b>1,88</b>	<b>0,76</b>			<b>2,19</b>	<b>2,25</b>
<b>CV</b>	<b>61,71</b>	<b>29,49</b>	<b>37,13</b>			<b>25,91</b>	<b>24,94</b>
T4R1	1,01	6,60		3,91	4,94	15,45	16,47
R2	1,33	6,52		2,77	6,41	15,70	17,03
R3	1,24	3,89		12,20	3,44	19,53	20,78
R4	2,12	9,34		7,23	5,22	21,79	23,91
R5	1,14	10,76		15,50	2,45	28,72	29,85
R6	0,80	3,73		5,58	5,27	14,58	15,37
R7	1,54	4,16		6,45	3,28	13,88	15,42
R8	2,84	7,22		6,82	4,20	18,25	21,09
<b>Médias</b>	<b>1,50</b>	<b>6,53</b>		<b>7,56</b>	<b>4,40</b>	<b>18,49</b>	<b>19,99</b>
<b>DP</b>	<b>0,67</b>	<b>2,58</b>		<b>4,25</b>	<b>1,30</b>	<b>4,93</b>	<b>5,04</b>
<b>CV</b>	<b>44,56</b>	<b>39,57</b>		<b>56,28</b>	<b>29,47</b>	<b>26,68</b>	<b>25,21</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; T3 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando normalmente; T2 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando com os extratores desligados; ITe = Índice de terra, IPo = Índice de ponteiros, IFv = Índice de folhas verdes, IPa = Índice de palhas, MEV = Matéria estranha vegetal, MET = Matéria estranha total; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

Quadro 28. Determinações de umidade das folhas verdes e das palhas carregadas no Tratamento T4.

Amostras	Pesos das Amostras <sup>(1)</sup>	Pesos das Amostras <sup>(2)</sup>	Pesos Secos das Amostras <sup>(3)</sup>	Pesos Secos das Amostras <sup>(4)</sup>	Umidades Base Peso Úmido (%)	Umidades Ponteiros (%)
<b>FOLHAS VERDES</b>						
R1	312,70	280,64	112,38	97,52	65,25	80,69
R2	363,89	331,83	133,16	118,30	64,35	79,71
R3	400,60	368,54	152,09	137,23	62,76	75,00
R4	629,80	583,05	143,95	129,09	77,86	80,64
R5	524,30	477,55	197,79	182,93	61,69	75,98
R6	425,02	378,27	164,14	149,28	60,54	74,65
R7	431,41	384,66	184,12	169,26	56,00	78,08
R8	599,70	552,95	274,79	259,93	52,99	80,23
<b>Médias</b>	<b>460,93</b>	<b>419,69</b>	<b>170,30</b>	<b>155,44</b>	<b>62,68</b>	<b>78,12</b>
<b>DP</b>	<b>112,74</b>	<b>107,18</b>	<b>50,23</b>	<b>50,23</b>	<b>7,41</b>	<b>2,57</b>
<b>CV</b>	<b>24,46</b>	<b>25,54</b>	<b>29,50</b>	<b>32,32</b>	<b>11,82</b>	<b>3,29</b>
<b>PALHAS</b>						
R1	136,67	104,61	113,11	98,25	6,08	83,59
R2	199,58	167,52	155,67	140,81	15,95	73,33
R3	187,74	155,68	159,48	144,62	7,10	75,96
R4	295,30	248,55	230,46	215,60	13,26	78,11
R5	238,50	191,75	192,42	177,56	7,40	77,65
R6	334,07	287,32	248,38	233,52	18,72	76,97
R7	228,46	181,71	165,43	150,57	17,14	79,74
R8	407,33	360,58	270,90	256,04	28,99	82,71
<b>Médias</b>	<b>253,46</b>	<b>212,22</b>	<b>191,98</b>	<b>177,12</b>	<b>14,33</b>	<b>78,51</b>
<b>DP</b>	<b>87,53</b>	<b>82,02</b>	<b>53,71</b>	<b>53,71</b>	<b>7,69</b>	<b>3,41</b>
<b>CV</b>	<b>34,54</b>	<b>38,65</b>	<b>27,97</b>	<b>30,32</b>	<b>53,68</b>	<b>4,35</b>

Trat./Rep. = Tratamentos e repetições; DP = Desvio padrão; CV = Coeficiente de variação.

<sup>(1)</sup> Peso da amostra incluiu o material, com a tara do saco plástico, mais a água.

<sup>(2)</sup> Peso da amostra menos a tara do saco plástico.

<sup>(3)</sup> Peso seco da amostra com o saco de papel.

<sup>(4)</sup> Peso seco da amostra menos a tara do saco de papel

Obs.: A tara saco plástico é de 32,06g e tara saco de papel é de 14,86g.

Quadro 30. Análise tecnológica, matéria-prima com e sem palhiço.

Condições	Brix	PBU	Fibra	Pol%CE	Pureza	PC	AR% cana	ATR
Sem Palha	21,7	144,1	12,4	18,45	85,02	15,5144	0,61	149,07
	21,8	139,8	12,06	18,45	84,62	15,605	0,62	150,05
	20,0	139,7	12,05	16,74	83,69	14,1617	0,65	136,91
	20,2	138,5	11,96	16,8	83,17	14,2372	0,67	137,76
	<b>Médias</b>	<b>20,93</b>	<b>140,53</b>	<b>12,12</b>	<b>17,61</b>	<b>84,13</b>	<b>14,88</b>	<b>0,64</b>
<b>DP</b>	<b>0,96</b>	<b>2,46</b>	<b>0,19</b>	<b>0,97</b>	<b>0,85</b>	<b>0,79</b>	<b>0,03</b>	<b>7,08</b>
<b>CV</b>	<b>4,57</b>	<b>1,75</b>	<b>1,60</b>	<b>5,51</b>	<b>1,01</b>	<b>5,29</b>	<b>4,32</b>	<b>4,93</b>
Com Palha	21,0	198,2	16,73	17,27	82,25	13,4491	0,64	130,19
	21,0	196,6	16,6	17,25	82,15	13,4634	0,64	130,36
	19,2	213,6	17,96	15,49	80,69	11,7949	0,66	115,11
	19,0	215	18,08	15,47	81,42	11,7526	0,64	114,53
	<b>Médias</b>	<b>20,05</b>	<b>205,85</b>	<b>17,34</b>	<b>16,37</b>	<b>81,63</b>	<b>12,62</b>	<b>0,65</b>
<b>DP</b>	<b>1,10</b>	<b>9,80</b>	<b>0,79</b>	<b>1,03</b>	<b>0,73</b>	<b>0,97</b>	<b>0,01</b>	<b>8,93</b>
<b>CV</b>	<b>5,49</b>	<b>4,76</b>	<b>4,53</b>	<b>6,28</b>	<b>0,89</b>	<b>7,70</b>	<b>1,55</b>	<b>7,28</b>

Quadro 31. Determinação de matéria estranha na usina.

Trat./Am.	Pesos		Matéria Estranha Total (%)	Terra (kg.t <sup>-1</sup> )
	Brutos (kg)	(Limpo) (kg)		
T3A1	5,00	4,53	9,40	7,50
A2	5,93	5,45	8,09	9,22
A3	5,48	4,95	9,67	8,81
A4	4,71	4,13	12,31	9,32
<b>Médias</b>	<b>5,28</b>	<b>4,77</b>	<b>9,87</b>	<b>8,71</b>
<b>DP</b>	<b>0,54</b>	<b>0,57</b>	<b>1,77</b>	<b>0,84</b>
<b>CV</b>	<b>10,17</b>	<b>11,88</b>	<b>17,92</b>	<b>9,62</b>
T4A1	2,11	1,64	22,27	12,75
A2	3,48	2,92	16,09	9,62
A3	2,49	1,67	32,93	8,10
A4	3,48	2,76	20,69	6,68
A5	2,57	2,04	20,62	-
<b>Médias</b>	<b>2,83</b>	<b>2,21</b>	<b>22,52</b>	<b>9,29</b>
<b>DP</b>	<b>0,62</b>	<b>0,60</b>	<b>6,26</b>	<b>2,60</b>
<b>CV</b>	<b>22,00</b>	<b>27,31</b>	<b>27,80</b>	<b>28,01</b>

Trat./Am. = Tratamentos e amostras; T3 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando normalmente; T2 = Colhedora CASE<sup>®</sup> operando com os extratores desligados.

**ANEXO II**  
**(Dados Originais do Sistema de Enfardamento)**

O presente anexo contém planilhas com dados originais de campo e parcialmente tabulados e que geraram os valores que foram estatisticamente analisados. Para efeito de facilitar o seu entendimento, são ressaltados os tratamentos envolvidos no estudo:

- Tratamento T1E1 (Enfardadora AGROFORN<sup>®</sup> + Ancinho DMB<sup>®</sup>);
- Tratamento T1E2 (Enfardadora AGROFORN<sup>®</sup> + Ancinho AGROFORN<sup>®</sup>);
- Tratamento T2E1 (Enfardadora STABRA<sup>®</sup> + Ancinho DMB<sup>®</sup>);
- Tratamento T2E3 (Enfardadora STABRA<sup>®</sup> + Ancinho STABRA<sup>®</sup>).

Quadro 1. Material não recolhido pelo enleiramento e pelo enfardamento.

Tratamentos	Massas Líquidas (kg)	Massas Palhas Remanescentes no Terreno sem Terra (t.ha <sup>-1</sup> )	
T1E1R1C1	0,11	0,61	0,60
C2	0,01	0,05	0,05
C3	0,11	0,61	0,60
C4	0,11	0,61	0,60
C5	0,41	2,29	2,25
C6	0,31	1,73	1,70
C7	0,51	2,85	2,80
C8	0,31	1,73	1,70
<b>Médias</b>	<b>0,24</b>	<b>1,31</b>	<b>1,29</b>
<b>DP</b>	<b>0,18</b>	<b>0,98</b>	<b>0,96</b>
<b>CV</b>	<b>74,58</b>	<b>74,92</b>	<b>74,87</b>
T1E1R2C1	0,31	1,73	1,70
C2	0,11	0,61	0,60
C3	0,11	0,61	0,60
C4	0,21	1,17	1,15
C5	0,01	0,05	0,05
C6	0,21	1,17	1,15
C7	0,21	1,17	1,15
C8	0,01	0,05	0,05
<b>Médias</b>	<b>0,15</b>	<b>0,82</b>	<b>0,81</b>
<b>DP</b>	<b>0,11</b>	<b>0,59</b>	<b>0,58</b>
<b>CV</b>	<b>71,91</b>	<b>72,44</b>	<b>72,36</b>
T1E1R3C1	0,41	2,29	2,25
C2	0,31	1,73	1,70
C3	0,21	1,17	1,15
C4	0,31	1,73	1,70
C5	0,21	1,17	1,15
C6	0,61	3,41	3,35
C7	0,31	1,73	1,70

Quadro 1. Material não recolhido pelo enleiramento e pelo enfardamento.

Tratamentos	Massas Líquidas (kg)	Massas	Palhas Remanescentes
			no Terreno sem Terra (t.ha <sup>-1</sup> )
C8	0,21	1,17	1,15
<b>Médias</b>	<b>0,32</b>	<b>1,80</b>	<b>1,77</b>
<b>DP</b>	<b>0,14</b>	<b>0,76</b>	<b>0,75</b>
<b>CV</b>	<b>42,05</b>	<b>42,19</b>	<b>42,17</b>
-----			
T1E1R4C1	0,01	0,05	0,05
C2	0,61	3,41	3,35
C3	0,31	1,73	1,70
C4	0,01	0,05	0,05
C5	0,31	1,73	1,70
C6	0,11	0,61	0,60
C7	0,41	2,29	2,25
C8	0,51	2,85	2,80
<b>Médias</b>	<b>0,29</b>	<b>1,59</b>	<b>1,56</b>
<b>DP</b>	<b>0,23</b>	<b>1,26</b>	<b>1,24</b>
<b>CV</b>	<b>79,02</b>	<b>79,32</b>	<b>79,27</b>
-----			
T1E1R5C1	0,31	1,73	1,70
C2	0,61	3,41	3,35
C3	0,51	2,85	2,80
C4	0,51	2,85	2,80
C5	0,51	2,85	2,80
C6	0,31	1,73	1,70
C7	0,31	1,73	1,70
C8	0,51	2,85	2,80
<b>Médias</b>	<b>0,45</b>	<b>2,50</b>	<b>2,46</b>
<b>DP</b>	<b>0,12</b>	<b>0,67</b>	<b>0,65</b>
<b>CV</b>	<b>26,54</b>	<b>26,61</b>	<b>26,60</b>
-----			
T1E1R6C1	0,31	1,73	1,70
C2	0,41	2,29	2,25
C3	0,21	1,17	1,15
C4	0,21	1,17	1,15
C5	0,21	1,17	1,15
C6	0,51	2,85	2,80
C7	0,41	2,29	2,25
C8	0,41	2,29	2,25
<b>Médias</b>	<b>0,34</b>	<b>1,87</b>	<b>1,84</b>
<b>DP</b>	<b>0,12</b>	<b>0,65</b>	<b>0,64</b>
<b>CV</b>	<b>34,78</b>	<b>34,89</b>	<b>34,87</b>
-----			
T1E2R1C1	0,21	1,63	1,60
C2	0,41	3,19	3,14
C3	0,51	3,97	3,90
C4	0,51	3,97	3,90

Quadro 1. Material não recolhido pelo enleiramento e pelo enfardamento.

Tratamentos	Massas Líquidas (kg)	Massas	Palhas Remanescentes no Terreno sem Terra
			(t.ha <sup>-1</sup> )
C5	0,51	3,97	3,90
C6	0,71	5,53	5,44
C7	0,71	5,53	5,44
C8	0,31	2,41	2,37
<b>Médias</b>	<b>0,49</b>	<b>3,78</b>	<b>3,71</b>
<b>DP</b>	<b>0,18</b>	<b>1,37</b>	<b>1,35</b>
<b>CV</b>	<b>36,14</b>	<b>36,21</b>	<b>36,25</b>
-----			
T1E2R2C1	0,21	1,63	1,60
C2	0,31	2,41	2,37
C3	0,31	2,41	2,37
C4	0,41	3,19	3,14
C5	0,61	4,75	4,67
C6	0,21	1,63	1,60
C7	0,11	0,85	0,84
C8	0,31	2,41	2,37
<b>Médias</b>	<b>0,31</b>	<b>2,41</b>	<b>2,37</b>
<b>DP</b>	<b>0,15</b>	<b>1,18</b>	<b>1,16</b>
<b>CV</b>	<b>48,77</b>	<b>48,93</b>	<b>48,92</b>
-----			
T1E2R3C1	0,61	4,75	4,67
C2	0,21	1,63	1,60
C3	0,41	3,19	3,14
C4	0,21	1,63	1,6
C5	0,61	4,75	4,67
C6	0,31	2,41	2,37
C7	0,11	0,85	0,84
C8	0,21	1,63	1,60
<b>Médias</b>	<b>0,34</b>	<b>2,61</b>	<b>2,56</b>
<b>DP</b>	<b>0,19</b>	<b>1,49</b>	<b>1,46</b>
<b>CV</b>	<b>56,97</b>	<b>57,15</b>	<b>57,15</b>
-----			
T1E2R4C1	0,61	4,75	4,67
C2	0,31	2,41	2,37
C3	0,71	5,53	5,44
C4	0,31	2,41	2,37
C5	0,41	3,19	3,14
C6	0,11	0,85	0,84
C7	0,21	1,63	1,60
C8	0,31	2,41	2,37
<b>Médias</b>	<b>0,37</b>	<b>2,90</b>	<b>2,85</b>
<b>DP</b>	<b>0,20</b>	<b>1,56</b>	<b>1,53</b>
<b>CV</b>	<b>53,57</b>	<b>53,72</b>	<b>53,70</b>
-----			
T1E2R5C1	0,71	5,53	5,44

Quadro 1. Material não recolhido pelo enleiramento e pelo enfardamento.

Tratamentos	Massas Líquidas (kg)	Massas	Palhas Remanescentes no Terreno sem Terra
			(t.ha <sup>-1</sup> )
C2	0,71	5,53	5,44
C3	0,41	3,19	3,14
C4	0,31	2,41	2,37
C5	0,61	4,75	4,67
C6	0,21	1,63	1,60
C7	0,11	0,85	0,84
C8	0,31	2,41	2,37
<b>Médias</b>	<b>0,42</b>	<b>3,29</b>	<b>3,23</b>
<b>DP</b>	<b>0,23</b>	<b>1,79</b>	<b>1,76</b>
<b>CV</b>	<b>54,32</b>	<b>54,46</b>	<b>54,44</b>
-----			
T1E2R6C1	0,21	1,63	1,60
C2	0,11	0,85	0,84
C3	0,21	1,63	1,60
C4	0,21	1,63	1,60
C5	0,01	0,07	0,07
C6	0,31	2,41	2,37
C7	0,41	3,19	3,14
C8	0,41	3,19	3,14
<b>Médias</b>	<b>0,24</b>	<b>1,83</b>	<b>1,80</b>
<b>DP</b>	<b>0,14</b>	<b>1,08</b>	<b>1,07</b>
<b>CV</b>	<b>59,09</b>	<b>59,35</b>	<b>59,37</b>
-----			
T2E1R1C1	0,51	2,85	2,80
C2	0,31	1,73	1,70
C3	0,41	2,29	2,25
C4	0,21	1,17	1,15
C5	0,41	2,29	2,25
C6	0,01	0,05	0,05
C7	0,21	1,17	1,15
C8	0,21	1,17	1,15
<b>Médias</b>	<b>0,29</b>	<b>1,59</b>	<b>1,56</b>
<b>DP</b>	<b>0,16</b>	<b>0,89</b>	<b>0,87</b>
<b>CV</b>	<b>55,48</b>	<b>55,69</b>	<b>55,66</b>
-----			
T2E1R2C1	0,31	1,73	1,70
C2	0,51	2,85	2,80
C3	0,91	5,09	5,01
C4	0,91	5,09	5,01
C5	0,81	4,53	4,46
C6	0,11	0,61	0,60
C7	0,31	1,73	1,70
C8	0,21	1,17	1,15
<b>Médias</b>	<b>0,51</b>	<b>2,85</b>	<b>2,80</b>

Quadro 1. Material não recolhido pelo enleiramento e pelo enfardamento.

Tratamentos	Massas Líquidas (kg)	Massas	Palhas Remanescentes no Terreno sem Terra
			(t.ha <sup>-1</sup> )
<b>DP</b>	<b>0,33</b>	<b>1,82</b>	<b>1,79</b>
<b>CV</b>	<b>63,75</b>	<b>63,89</b>	<b>63,95</b>
T2E1R3C1	0,71	3,97	3,90
C2	0,31	1,73	1,70
C3	0,51	2,85	2,80
C4	0,21	1,17	1,15
C5	0,21	1,17	1,15
C6	0,31	1,73	1,70
C7	0,31	1,73	1,70
C8	0,41	2,29	2,25
<b>Médias</b>	<b>0,37</b>	<b>2,08</b>	<b>2,04</b>
<b>DP</b>	<b>0,17</b>	<b>0,94</b>	<b>0,93</b>
<b>CV</b>	<b>45,24</b>	<b>45,37</b>	<b>45,35</b>
T2E1R4C1	0,31	1,73	1,70
C2	0,81	4,53	4,46
C3	0,71	3,97	3,90
C4	0,11	0,61	0,60
C5	0,31	1,73	1,70
C6	0,21	1,17	1,15
C7	0,51	2,85	2,80
C8	0,41	2,29	2,25
<b>Médias</b>	<b>0,42</b>	<b>2,36</b>	<b>2,32</b>
<b>DP</b>	<b>0,24</b>	<b>1,35</b>	<b>1,33</b>
<b>CV</b>	<b>57,19</b>	<b>57,34</b>	<b>57,39</b>
T2E1R5C1	0,91	5,09	5,01
C2	0,31	1,73	1,70
C3	0,31	1,73	1,70
C4	0,11	0,61	0,60
C5	0,71	3,97	3,90
C6	0,61	3,41	3,35
C7	0,21	1,17	1,15
C8	0,71	3,97	3,90
<b>Médias</b>	<b>0,49</b>	<b>2,71</b>	<b>2,66</b>
<b>DP</b>	<b>0,29</b>	<b>1,60</b>	<b>1,58</b>
<b>CV</b>	<b>59,09</b>	<b>59,22</b>	<b>59,26</b>
T2E1R6C1	0,21	1,17	1,15
C2	0,11	0,61	0,60
C3	0,61	3,41	3,35
C4	0,51	2,85	2,80
C5	0,41	2,29	2,25
C6	0,61	3,41	3,35

Quadro 1. Material não recolhido pelo enleiramento e pelo enfardamento.

Tratamentos	Massas Líquidas (kg)	Massas	Palhas Remanescentes no Terreno sem Terra
			(t.ha <sup>-1</sup> )
C7	0,71	3,97	3,90
C8	0,71	3,97	3,90
<b>Médias</b>	<b>0,49</b>	<b>2,71</b>	<b>2,66</b>
<b>DP</b>	<b>0,23</b>	<b>1,26</b>	<b>1,24</b>
<b>CV</b>	<b>46,43</b>	<b>46,54</b>	<b>46,52</b>
-----			
T2E3R1C1	1,01	7,97	7,84
C2	0,21	1,65	1,62
C3	0,81	6,39	6,29
C4	0,41	3,23	3,18
C5	0,71	5,6	5,51
C6	1,01	7,97	7,84
C7	0,91	7,18	7,06
C8	0,21	1,65	1,62
<b>Médias</b>	<b>0,66</b>	<b>5,21</b>	<b>5,12</b>
<b>DP</b>	<b>0,34</b>	<b>2,67</b>	<b>2,63</b>
<b>CV</b>	<b>51,22</b>	<b>51,31</b>	<b>51,33</b>
-----			
T2E3R2C1	1,31	10,34	10,17
C2	0,31	2,44	2,40
C3	1,11	8,76	8,62
C4	0,31	2,44	2,40
C5	0,61	4,81	4,73
C6	0,91	7,18	7,06
C7	1,61	12,71	12,50
C8	0,51	4,02	3,95
<b>Médias</b>	<b>0,84</b>	<b>6,59</b>	<b>6,48</b>
<b>DP</b>	<b>0,48</b>	<b>3,79</b>	<b>3,73</b>
<b>CV</b>	<b>57,52</b>	<b>57,60</b>	<b>57,61</b>
-----			
T2E3R3C1	0,11	0,86	0,85
C2	1,01	7,97	7,84
C3	1,71	13,5	13,28
C4	0,41	3,23	3,18
C5	0,61	4,81	4,73
C6	0,61	4,81	4,73
C7	1,51	11,92	11,72
C8	0,71	5,6	5,51
<b>Médias</b>	<b>0,84</b>	<b>6,59</b>	<b>6,48</b>
<b>DP</b>	<b>0,54</b>	<b>4,30</b>	<b>4,23</b>
<b>CV</b>	<b>65,20</b>	<b>65,29</b>	<b>65,26</b>
-----			
T2E3R4C1	1,11	8,76	8,62
C2	0,81	6,39	6,29
C3	0,71	5,6	5,51

Quadro 1. Material não recolhido pelo enleiramento e pelo enfardamento.

Tratamentos	Massas Líquidas (kg)	Massas	Palhas Remanescentes no Terreno sem Terra
			(t.ha <sup>-1</sup> )
C4	1,1	8,7	8,55
C5	0,71	5,6	5,51
C6	0,91	7,18	7,06
C7	0,81	6,39	6,29
C8	0,11	0,86	0,85
<b>Médias</b>	<b>0,78</b>	<b>6,19</b>	<b>6,09</b>
<b>DP</b>	<b>0,31</b>	<b>2,48</b>	<b>2,44</b>
<b>CV</b>	<b>40,02</b>	<b>40,11</b>	<b>40,06</b>
-----			
T2E3R5C1	0,81	6,39	6,29
C2	0,91	7,18	7,06
C3	1,81	14,29	14,06
C4	1,11	8,76	8,62
C5	0,71	5,6	5,51
C6	0,91	7,18	7,06
C7	1,31	10,34	10,17
C8	0,81	6,39	6,29
<b>Médias</b>	<b>1,05</b>	<b>8,27</b>	<b>8,13</b>
<b>DP</b>	<b>0,36</b>	<b>2,86</b>	<b>2,82</b>
<b>CV</b>	<b>34,59</b>	<b>34,62</b>	<b>34,62</b>
-----			
T2E3R6C1	0,91	7,18	7,06
C2	0,51	4,02	3,95
C3	0,81	6,39	6,29
C4	0,31	2,44	2,40
C5	1,01	7,97	7,84
C6	0,31	2,44	2,40
C7	0,21	1,65	1,62
C8	0,21	1,65	1,62
<b>Médias</b>	<b>0,54</b>	<b>4,22</b>	<b>4,15</b>
<b>DP</b>	<b>0,33</b>	<b>2,59</b>	<b>2,55</b>
<b>CV</b>	<b>61,39</b>	<b>61,52</b>	<b>61,56</b>

R = Repetições; C = Coletas de amostra; T1E1 = Enfardadora AGROFORN<sup>®</sup> + ancinho DMB<sup>®</sup>; T1E2 = Enfardadora AGROFORN<sup>®</sup> + ancinho AGROFORN<sup>®</sup>; T2E1 = Enfardadora STABRA<sup>®</sup> + ancinho DMB<sup>®</sup>; T2E3 = Enfardadora STABRA<sup>®</sup> + ancinho STABRA<sup>®</sup>; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Quadro 2 .Massa líquida, terra “in natura” e total de palhiço remanescente, sem terra, após o enleiramento.

Tratamentos	Massas (kg)	Quantidades Totais Deixados no		Terra <i>in natura</i> (%)	Palhas Remanescentes no Terreno s/ Terra (t.ha <sup>-1</sup> )
		Terreno c/ Terra (t.ha <sup>-1</sup> )			
T1E1R1L1	0,61	1,34	1,95	2,95	1,89
L2	0,41	0,90	0,95	2,95	0,92
L3	0,51	1,12	1,73	2,95	1,68
L4	0,41	0,90	1,51	2,95	1,47
L5	0,41	0,90	3,19	2,95	3,10
L6	0,81	1,78	3,51	2,95	3,41
L7	0,81	1,78	4,63	2,95	4,49
L8	0,71	1,56	3,29	2,95	3,19
<b>Médias</b>	<b>0,59</b>	<b>1,29</b>	<b>2,60</b>	<b>2,95</b>	<b>2,52</b>
<b>DP</b>	<b>0,18</b>	<b>0,39</b>	<b>1,25</b>	<b>0,00</b>	<b>1,21</b>
<b>CV</b>	<b>29,96</b>	<b>30,00</b>	<b>48,01</b>	<b>0,00</b>	<b>47,98</b>
T1E1R2L1	0,61	1,34	3,07	2,95	2,98
L2	0,71	1,56	2,17	2,95	2,11
L3	0,81	1,78	2,39	2,95	2,32
L4	0,71	1,56	2,73	2,95	2,65
L5	0,31	0,68	0,73	2,95	0,71
L6	0,41	0,90	2,07	2,95	2,01
L7	0,21	0,46	1,63	2,95	1,58
L8	0,71	1,56	1,61	2,95	1,56
<b>Médias</b>	<b>0,56</b>	<b>1,23</b>	<b>2,05</b>	<b>2,95</b>	<b>1,99</b>
<b>DP</b>	<b>0,22</b>	<b>0,48</b>	<b>0,73</b>	<b>0,00</b>	<b>0,71</b>
<b>CV</b>	<b>39,36</b>	<b>39,42</b>	<b>35,68</b>	<b>0,00</b>	<b>35,69</b>
T1E1R3L1	0,41	0,90	3,19	2,95	3,10
L2	0,51	1,12	2,85	2,95	2,77
L3	0,51	1,12	2,29	2,95	2,22
L4	1,11	2,44	4,17	2,95	4,05
L5	0,31	0,68	1,85	2,95	1,80
L6	0,41	0,90	4,31	2,95	4,18
L7	0,51	1,12	2,85	2,95	2,77
L8	0,31	0,68	1,85	2,95	1,80
<b>Médias</b>	<b>0,51</b>	<b>1,12</b>	<b>2,92</b>	<b>2,95</b>	<b>2,84</b>
<b>DP</b>	<b>0,26</b>	<b>0,56</b>	<b>0,95</b>	<b>0,00</b>	<b>0,92</b>
<b>CV</b>	<b>50,26</b>	<b>50,35</b>	<b>32,40</b>	<b>0,00</b>	<b>32,33</b>
T1E1R4L1	0,21	0,46	0,51	2,95	0,50
L2	0,41	0,90	4,31	2,95	4,18
L3	0,51	1,12	2,85	2,95	2,77
L4	0,21	0,46	0,51	2,95	0,50
L5	0,21	0,46	2,19	2,95	2,13
L6	0,51	1,12	1,73	2,95	1,68

Quadro 2 .Massa líquida, terra “in natura” e total de palhiço remanescente, sem terra, após o enleiramento.

Tratamentos	Massas (kg)	Quantidades Totais Deixados no		Terra <i>in natura</i> (%)	Palhas Remanescentes no Terreno s/ Terra (t.ha <sup>-1</sup> )
		Terreno c/ Terra (t.ha <sup>-1</sup> )			
L7	0,21	0,46	2,75	2,95	2,67
L8	0,41	0,90	3,75	2,95	3,64
<b>Médias</b>	<b>0,34</b>	<b>0,74</b>	<b>2,33</b>	<b>2,95</b>	<b>2,26</b>
<b>DP</b>	<b>0,14</b>	<b>0,31</b>	<b>1,38</b>	<b>0,00</b>	<b>1,34</b>
<b>CV</b>	<b>41,45</b>	<b>41,57</b>	<b>59,48</b>	<b>0,00</b>	<b>59,32</b>
T1E1R5L1	0,71	1,56	3,29	2,95	3,19
L2	0,41	0,90	4,31	2,95	4,18
L3	0,61	1,34	4,19	2,95	4,07
L4	0,41	0,90	3,75	2,95	3,64
L5	0,31	0,68	3,53	2,95	3,43
L6	0,76	1,67	3,40	2,95	3,30
L7	0,51	1,12	2,85	2,95	2,77
L8	0,31	0,68	3,53	2,95	3,43
<b>Médias</b>	<b>0,50</b>	<b>1,11</b>	<b>3,61</b>	<b>2,95</b>	<b>3,50</b>
<b>DP</b>	<b>0,17</b>	<b>0,38</b>	<b>0,48</b>	<b>0,00</b>	<b>0,46</b>
<b>CV</b>	<b>34,56</b>	<b>34,62</b>	<b>13,19</b>	<b>0,00</b>	<b>13,16</b>
T1E1R6L1	0,11	0,24	1,97	2,95	1,91
L2	0,31	0,68	2,97	2,95	2,88
L3	0,51	1,12	2,29	2,95	2,22
L4	0,61	1,34	2,51	2,95	2,44
L5	0,51	1,12	2,29	2,95	2,22
L6	0,51	1,12	3,97	2,95	3,85
L7	0,41	0,90	3,19	2,95	3,10
L8	0,51	1,12	3,41	2,95	3,31
<b>Médias</b>	<b>0,44</b>	<b>0,96</b>	<b>2,83</b>	<b>2,95</b>	<b>2,74</b>
<b>DP</b>	<b>0,16</b>	<b>0,35</b>	<b>0,68</b>	<b>0,00</b>	<b>0,66</b>
<b>CV</b>	<b>36,35</b>	<b>36,42</b>	<b>23,97</b>	<b>0,00</b>	<b>23,98</b>
T1E2R1L1	0,61	1,34	2,97	2,95	2,88
L2	0,51	1,12	4,31	2,95	4,18
L3	0,41	0,90	4,87	2,95	4,73
L4	0,61	1,34	5,31	2,95	5,15
L5	0,31	0,68	4,65	2,95	4,51
L6	0,71	1,56	7,09	2,95	6,88
L7	0,71	1,56	7,09	2,95	6,88
L8	0,11	0,24	2,65	2,95	2,57
<b>Médias</b>	<b>0,50</b>	<b>1,09</b>	<b>4,87</b>	<b>2,95</b>	<b>4,72</b>
<b>DP</b>	<b>0,21</b>	<b>0,46</b>	<b>1,65</b>	<b>0,00</b>	<b>1,60</b>
<b>CV</b>	<b>42,21</b>	<b>42,29</b>	<b>33,80</b>	<b>0,00</b>	<b>33,82</b>
T2E1R2L1	0,61	1,34	2,97	2,95	2,88

Quadro 2 .Massa líquida, terra “in natura” e total de palhiço remanescente, sem terra, após o enleiramento.

Tratamentos	Massas (kg)	Quantidades Totais Deixados no		Terra <i>in natura</i> (%)	Palhas Remanescentes no Terreno s/ Terra (t.ha <sup>-1</sup> )
		Terreno c/ Terra (t.ha <sup>-1</sup> )			
L2	0,51	1,12	3,53	2,95	3,43
L3	1,31	2,88	5,29	2,95	5,13
L4	0,71	1,56	4,75	2,95	4,61
L5	0,81	1,78	6,53	2,95	6,34
L6	1,11	2,44	4,07	2,95	3,95
L7	0,51	1,12	1,97	2,95	1,91
L8	0,61	1,34	3,75	2,95	3,64
<b>Médias</b>	<b>0,77</b>	<b>1,70</b>	<b>4,11</b>	<b>2,95</b>	<b>3,99</b>
<b>DP</b>	<b>0,29</b>	<b>0,64</b>	<b>1,41</b>	<b>0,00</b>	<b>1,37</b>
<b>CV</b>	<b>37,86</b>	<b>37,90</b>	<b>34,44</b>	<b>0,00</b>	<b>34,45</b>
T1E2R3L1	0,31	0,68	5,43	2,95	5,27
L2	0,41	0,90	2,53	2,95	2,46
L3	0,21	0,46	3,65	2,95	3,54
L4	0,71	1,56	3,19	2,95	3,10
L5	0,31	0,68	5,43	2,95	5,27
L6	0,71	1,56	3,97	2,95	3,85
L7	0,81	1,78	2,63	2,95	2,55
L8	0,71	1,56	3,19	2,95	3,10
<b>Médias</b>	<b>0,52</b>	<b>1,15</b>	<b>3,75</b>	<b>2,95</b>	<b>3,64</b>
<b>DP</b>	<b>0,24</b>	<b>0,52</b>	<b>1,14</b>	<b>0,00</b>	<b>1,10</b>
<b>CV</b>	<b>45,10</b>	<b>45,18</b>	<b>30,34</b>	<b>0,00</b>	<b>30,31</b>
T1E2R4L1	0,41	0,90	5,65	2,95	5,48
L2	0,51	1,12	3,53	2,95	3,43
L3	0,41	0,90	6,43	2,95	6,24
L4	0,31	0,68	3,09	2,95	3,00
L5	0,11	0,24	3,43	2,95	3,33
L6	0,61	1,34	2,19	2,95	2,13
L7	0,61	1,34	2,97	2,95	2,88
L8	0,51	1,12	3,53	2,95	3,43
<b>Médias</b>	<b>0,44</b>	<b>0,96</b>	<b>3,85</b>	<b>2,95</b>	<b>3,74</b>
<b>DP</b>	<b>0,17</b>	<b>0,37</b>	<b>1,43</b>	<b>0,00</b>	<b>1,39</b>
<b>CV</b>	<b>38,37</b>	<b>38,45</b>	<b>37,21</b>	<b>0,00</b>	<b>37,16</b>
T1E1R5L1	1,31	2,88	8,41	2,95	8,16
L2	0,81	1,78	7,31	2,95	7,09
L3	0,61	1,34	4,53	2,95	4,40
L4	0,71	1,56	3,97	2,95	3,85
L5	0,61	1,34	6,09	2,95	5,91
L6	0,41	0,90	2,53	2,95	2,46
L7	0,71	1,56	2,41	2,95	2,34

Quadro 2 .Massa líquida, terra “in natura” e total de palhiço remanescente, sem terra, após o enleiramento.

Tratamentos	Massas (kg)	Quantidades Totais Deixados no		Terra <i>in natura</i> (%)	Palhas Remanescentes no Terreno s/ Terra (t.ha <sup>-1</sup> )
		Terreno c/ Terra (t.ha <sup>-1</sup> )			
L8	1,01	2,22	4,63	2,95	4,49
<b>Médias</b>	<b>0,77</b>	<b>1,70</b>	<b>4,99</b>	<b>2,95</b>	<b>4,84</b>
<b>DP</b>	<b>0,28</b>	<b>0,61</b>	<b>2,15</b>	<b>0,00</b>	<b>2,09</b>
<b>CV</b>	<b>35,91</b>	<b>35,95</b>	<b>43,14</b>	<b>0,00</b>	<b>43,11</b>
T1E2R6L1	0,71	1,56	3,19	2,95	3,10
L2	0,51	1,12	1,97	2,95	1,91
L3	0,41	0,90	2,53	2,95	2,46
L4	0,71	1,56	3,19	2,95	3,10
L5	0,11	0,24	0,31	2,95	0,30
L6	0,21	0,46	2,87	2,95	2,79
L7	0,31	0,68	3,87	2,95	3,76
L8	0,41	0,90	4,09	2,95	3,97
<b>Médias</b>	<b>0,42</b>	<b>0,93</b>	<b>2,75</b>	<b>2,95</b>	<b>2,67</b>
<b>DP</b>	<b>0,22</b>	<b>0,48</b>	<b>1,20</b>	<b>0,00</b>	<b>1,17</b>
<b>CV</b>	<b>51,29</b>	<b>51,40</b>	<b>43,56</b>	<b>0,00</b>	<b>43,57</b>
T2E1R1L1	0,61	1,28	4,13	2,95	4,01
L2	0,41	0,86	2,59	2,95	2,51
L3	0,61	1,28	3,57	2,95	3,46
L4	0,51	1,07	2,24	2,95	2,17
L5	0,91	1,91	4,20	2,95	4,08
L6	0,21	0,44	0,49	2,95	0,47
L7	0,51	1,07	2,24	2,95	2,17
L8	0,41	0,86	2,03	2,95	1,97
<b>Médias</b>	<b>0,52</b>	<b>1,10</b>	<b>2,69</b>	<b>2,95</b>	<b>2,61</b>
<b>DP</b>	<b>0,20</b>	<b>0,43</b>	<b>1,24</b>	<b>0,00</b>	<b>1,21</b>
<b>CV</b>	<b>38,87</b>	<b>38,91</b>	<b>46,28</b>	<b>0,00</b>	<b>46,41</b>
T2E1R2L1	0,91	1,91	3,64	2,95	3,53
L2	0,21	0,44	3,29	2,95	3,19
L3	1,21	2,54	7,63	2,95	7,40
L4	0,61	1,28	6,37	2,95	6,18
L5	1,09	2,29	6,82	2,95	6,62
L6	1,09	2,29	2,90	2,95	2,81
L7	0,01	0,02	1,75	2,95	1,70
L8	0,51	1,07	2,24	2,95	2,17
<b>Médias</b>	<b>0,71</b>	<b>1,48</b>	<b>4,33</b>	<b>2,95</b>	<b>4,20</b>
<b>DP</b>	<b>0,44</b>	<b>0,93</b>	<b>2,26</b>	<b>0,00</b>	<b>2,20</b>
<b>CV</b>	<b>62,72</b>	<b>62,77</b>	<b>52,29</b>	<b>0,00</b>	<b>52,31</b>
T2E1R3L1	0,51	1,07	5,04	2,95	4,89
L2	0,41	0,86	2,59	2,95	2,51

Quadro 2 .Massa líquida, terra “in natura” e total de palhiço remanescente, sem terra, após o enleiramento.

Tratamentos	Massas (kg)	Quantidades Totais Deixados no		Terra <i>in natura</i> (%)	Palhas Remanescentes no Terreno s/ Terra (t.ha <sup>-1</sup> )
		Terreno c/ Terra (t.ha <sup>-1</sup> )			
L3	0,61	1,28	4,13	2,95	4,01
L4	0,91	1,91	3,08	2,95	2,99
L5	0,11	0,23	1,40	2,95	1,36
L6	0,11	0,23	1,96	2,95	1,90
L7	0,31	0,65	2,38	2,95	2,31
L8	0,21	0,44	2,73	2,95	2,65
<b>Médias</b>	<b>0,40</b>	<b>0,83</b>	<b>2,91</b>	<b>2,95</b>	<b>2,83</b>
<b>DP</b>	<b>0,27</b>	<b>0,58</b>	<b>1,17</b>	<b>0,00</b>	<b>1,14</b>
<b>CV</b>	<b>69,14</b>	<b>69,22</b>	<b>40,30</b>	<b>0,00</b>	<b>40,31</b>
T2E1R4L1	0,21	0,44	2,17	2,95	2,11
L2	0,91	1,91	6,44	2,95	6,25
L3	0,91	1,91	5,88	2,95	5,71
L4	0,31	0,65	1,26	2,95	1,22
L5	0,51	1,07	2,80	2,95	2,72
L6	0,31	0,65	1,82	2,95	1,77
L7	0,21	0,44	3,29	2,95	3,19
L8	0,21	0,44	2,73	2,95	2,65
<b>Médias</b>	<b>0,45</b>	<b>0,94</b>	<b>3,30</b>	<b>2,95</b>	<b>3,20</b>
<b>DP</b>	<b>0,30</b>	<b>0,63</b>	<b>1,88</b>	<b>0,00</b>	<b>1,82</b>
<b>CV</b>	<b>67,50</b>	<b>67,57</b>	<b>56,97</b>	<b>0,00</b>	<b>56,96</b>
T2E1R5L1	0,81	1,70	6,79	2,95	6,59
L2	0,71	1,49	3,22	2,95	3,12
L3	0,21	0,44	2,17	2,95	4,86
L4	0,41	0,86	1,47	2,95	1,43
L5	0,91	1,91	5,88	2,95	5,71
L6	0,31	0,65	4,06	2,95	3,94
L7	0,31	0,65	1,82	2,95	1,77
L8	0,81	1,70	5,67	2,95	5,50
<b>Médias</b>	<b>0,56</b>	<b>1,18</b>	<b>3,89</b>	<b>2,95</b>	<b>4,12</b>
<b>DP</b>	<b>0,28</b>	<b>0,58</b>	<b>2,04</b>	<b>0,00</b>	<b>1,88</b>
<b>CV</b>	<b>49,60</b>	<b>49,64</b>	<b>52,50</b>	<b>0,00</b>	<b>45,81</b>
T2E1R6L1	0,91	1,91	3,08	2,95	2,99
L2	0,91	1,91	2,52	2,95	2,45
L3	0,81	1,70	5,11	2,95	4,96
L4	0,71	1,49	4,34	2,95	4,21
L5	1,01	2,12	4,41	2,95	4,28
L6	0,31	0,65	4,06	2,95	3,94
L7	0,61	1,28	5,25	2,95	5,09
L8	0,61	1,28	5,25	2,95	5,09

Quadro 2 .Massa líquida, terra “in natura” e total de palhiço remanescente, sem terra, após o enleiramento.

Tratamentos	Massas (kg)	Quantidades Totais Deixados no Terreno c/ Terra (t.ha <sup>-1</sup> )		Terra <i>in natura</i> (%)	Palhas Remanescentes no Terreno s/ Terra (t.ha <sup>-1</sup> )
<b>Médias</b>	<b>0,74</b>	<b>1,54</b>	<b>4,25</b>	<b>2,95</b>	<b>4,13</b>
<b>DP</b>	<b>0,23</b>	<b>0,47</b>	<b>1,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,98</b>
<b>CV</b>	<b>30,64</b>	<b>30,66</b>	<b>23,80</b>	<b>0,00</b>	<b>23,74</b>
T2E2R1L1	0,91	1,91	9,88	2,95	9,59
L2	0,41	0,86	2,51	2,95	2,44
L3	0,71	1,49	7,88	2,95	7,65
L4	0,21	0,44	3,67	2,95	3,56
L5	0,31	0,65	6,25	2,95	6,07
L6	0,91	1,91	9,88	2,95	9,59
L7	0,21	0,44	7,62	2,95	7,40
L8	0,31	0,65	2,30	2,95	2,23
<b>Médias</b>	<b>0,50</b>	<b>1,04</b>	<b>6,25</b>	<b>2,95</b>	<b>6,07</b>
<b>DP</b>	<b>0,30</b>	<b>0,63</b>	<b>3,10</b>	<b>0,00</b>	<b>3,01</b>
<b>CV</b>	<b>60,24</b>	<b>60,30</b>	<b>49,56</b>	<b>0,00</b>	<b>49,56</b>
T2E2R2L1	0,51	1,07	11,41	2,95	11,07
L2	0,91	1,91	4,35	2,95	4,22
L3	0,21	0,44	9,20	2,95	8,93
L4	2,11	4,43	6,87	2,95	6,67
L5	0,71	1,49	6,30	2,95	6,11
L6	0,51	1,07	8,25	2,95	8,01
L7	1,51	3,17	15,88	2,95	15,41
L8	0,91	1,91	5,93	2,95	5,76
<b>Médias</b>	<b>0,92</b>	<b>1,94</b>	<b>8,52</b>	<b>2,95</b>	<b>8,27</b>
<b>DP</b>	<b>0,62</b>	<b>1,29</b>	<b>3,68</b>	<b>0,00</b>	<b>3,57</b>
<b>CV</b>	<b>66,68</b>	<b>66,72</b>	<b>43,18</b>	<b>0,00</b>	<b>43,16</b>
T2E2R3L1	0,71	1,49	2,35	2,95	2,28
L2	0,21	0,44	8,41	2,95	8,16
L3	0,71	1,49	14,99	2,95	14,55
L4	1,41	2,96	6,19	2,95	6,01
L5	0,71	1,49	6,30	2,95	6,11
L6	0,31	0,65	5,46	2,95	5,30
L7	1,11	2,33	14,25	2,95	13,83
L8	1,01	2,12	7,72	2,95	7,49
<b>Médias</b>	<b>0,77</b>	<b>1,62</b>	<b>8,21</b>	<b>2,95</b>	<b>7,97</b>
<b>DP</b>	<b>0,40</b>	<b>0,84</b>	<b>4,35</b>	<b>0,00</b>	<b>4,22</b>
<b>CV</b>	<b>51,75</b>	<b>51,78</b>	<b>52,97</b>	<b>0,00</b>	<b>52,98</b>
T2E2R4L1	1,01	2,12	10,88	2,95	10,56
L2	0,41	0,86	7,25	2,95	7,04
L3	0,91	1,91	7,51	2,95	7,29

Quadro 2 .Massa líquida, terra “in natura” e total de palhiço remanescente, sem terra, após o enleiramento.

Tratamentos	Massas (kg)	Quantidades Totais Deixados no		Terra <i>in natura</i> (%)	Palhas Remanescentes no Terreno s/ Terra (t.ha <sup>-1</sup> )
		Terreno c/ Terra (t.ha <sup>-1</sup> )			
L4	1,51	3,17	11,87	2,95	11,52
L5	0,71	1,49	7,09	2,95	6,88
L6	1,71	3,59	10,77	2,95	10,45
L7	1,11	2,33	8,72	2,95	8,46
L8	1,61	3,38	4,24	2,95	4,12
<b>Médias</b>	<b>1,12</b>	<b>2,36</b>	<b>8,54</b>	<b>2,95</b>	<b>8,29</b>
<b>DP</b>	<b>0,46</b>	<b>0,96</b>	<b>2,53</b>	<b>0,00</b>	<b>2,46</b>
<b>CV</b>	<b>40,81</b>	<b>40,82</b>	<b>29,65</b>	<b>0,00</b>	<b>29,62</b>
T2E2R5L1	0,31	0,65	7,04	2,95	6,83
L2	0,31	0,65	7,83	2,95	7,60
L3	0,81	1,70	15,99	2,95	15,52
L4	0,51	1,07	9,83	2,95	9,54
L5	1,41	2,96	8,56	2,95	8,31
L6	0,91	1,91	9,09	2,95	8,82
L7	0,51	1,07	11,41	2,95	11,07
L8	1,01	2,12	8,51	2,95	8,26
<b>Médias</b>	<b>0,72</b>	<b>1,52</b>	<b>9,78</b>	<b>2,95</b>	<b>9,49</b>
<b>DP</b>	<b>0,38</b>	<b>0,81</b>	<b>2,83</b>	<b>0,00</b>	<b>2,75</b>
<b>CV</b>	<b>53,06</b>	<b>53,10</b>	<b>28,94</b>	<b>0,00</b>	<b>28,95</b>
T2E2R6L1	0,81	1,70	8,88	2,95	8,62
L2	0,71	1,49	5,51	2,95	5,35
L3	0,91	1,91	8,30	2,95	8,06
L4	0,51	1,07	3,51	2,95	3,41
L5	1,01	2,12	10,09	2,95	9,79
L6	1,71	3,59	6,03	2,95	5,85
L7	0,11	0,23	1,88	2,95	1,82
L8	0,11	0,23	1,88	2,95	1,82
<b>Médias</b>	<b>0,74</b>	<b>1,54</b>	<b>5,76</b>	<b>2,95</b>	<b>5,59</b>
<b>DP</b>	<b>0,52</b>	<b>1,09</b>	<b>3,17</b>	<b>0,00</b>	<b>3,08</b>
<b>CV</b>	<b>70,79</b>	<b>70,84</b>	<b>55,00</b>	<b>0,00</b>	<b>55,02</b>

R = Repetições; L = Coletas de amostras da leira; T1E1 = Enfardadora AGROFORN<sup>®</sup> + ancinho DMB<sup>®</sup>; T1E2 = Enfardadora AGROFORN<sup>®</sup> + ancinho AGROFORN<sup>®</sup>; T2E1 = Enfardadora STABRA<sup>®</sup> + ancinho DMB<sup>®</sup>; T2E3 = Enfardadora STABRA<sup>®</sup> + ancinho STABRA<sup>®</sup>; DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Quadro 3. Percentagens de terra e umidade no palhicho enfardado.

Tratamentos	Umidades (%)	Terra (%)
T1E1A1	11,82	0,68
A2	8,06	0,95
A3	22,34	1,01
A4	13,84	0,71
A5	24,98	0,76
A6	14,02	0,90
<b>Médias</b>	<b>15,84</b>	<b>0,84</b>
<b>DP</b>	<b>6,48</b>	<b>0,14</b>
<b>CV</b>	<b>40,88</b>	<b>16,36</b>
-----		
T1E2A1	13,68	0,55
A2	11,14	0,37
A3	16,66	0,79
A4	13,84	0,77
A5	15,6	0,13
A6	12,12	0,15
<b>Médias</b>	<b>13,84</b>	<b>0,46</b>
<b>DP</b>	<b>2,07</b>	<b>0,29</b>
<b>CV</b>	<b>14,92</b>	<b>63,47</b>
-----		
T2E1A1	19,84	0,65
A2	17,62	0,16
A3	13,66	0,62
A4	12,92	0,71
A5	16,46	1,01
A6	20,64	0,75
<b>Médias</b>	<b>16,86</b>	<b>0,65</b>
<b>DP</b>	<b>3,15</b>	<b>0,28</b>
<b>CV</b>	<b>18,70</b>	<b>42,65</b>
-----		
T2E3A1	11,70	0,02
A2	12,36	0,40
A3	11,48	1,17
A4	9,90	0,56
A5	11,86	0,79
A6	12,70	0,45
<b>Médias</b>	<b>11,67</b>	<b>0,57</b>
<b>DP</b>	<b>0,97</b>	<b>0,39</b>
<b>CV</b>	<b>8,35</b>	<b>68,74</b>

R = Repetição; A = Coleta de amostras; T1E1 = Enfardadora AGROFORN<sup>®</sup> + ancinho DMB<sup>®</sup>; T1E2 = Enfardadora AGROFORN<sup>®</sup> + ancinho AGROFORN<sup>®</sup>; T2E1 = Enfardadora STABRA<sup>®</sup> + ancinho DMB<sup>®</sup>; T2E3 = Enfardadora STABRA<sup>®</sup> + ancinho STABRA<sup>®</sup>. DP = Desvios padrão; CV = Coeficientes de variação.

Para se chegar nos valores de dados apresentados no Quadro 4, fora necessário a utilização dos seguintes valores:

- Tratamento T1E1 (AGROFORN<sup>®</sup>+DMB<sup>®</sup>), consumo: 3,674L, distância entre leira: \_\_\_\_m;
- Tratamento T1E2 (AGROFORN<sup>®</sup>+AGROFORN<sup>®</sup>), consumo: 2,452L, distância entre leiras: 5,43m;
- Tratamento T2E1 (STABRA<sup>®</sup>+DMB<sup>®</sup>), consumo: 3,2L, distância entre leiras: \_\_\_\_m;
- Tratamento T2E3 (STABRA<sup>®</sup>+STABRA<sup>®</sup>), consumo: 2,9L, distância entre leiras: 5,6m.

Quadro 4. Tempos, movimentos e consumo da operação de enleiramento.

Trat.	Tempos	Tempos de	Tempos	Comprimentos das Leiras	Consumos (L.rep <sup>-1</sup> )	Observações dos Tratamentos
	Efetivos	Manobras	Totais			
		(s)		(m)		
T1E1R1	125	13		234		
	125	11	274	234	0,284	
T1E1R2	127	12		237		
	127	14	280	237	0,290	
T1E1R3	129	11		240		
	129	13	282	240	0,292	
T1E1R4	130	15		243		
	130	12	287	243	0,297	
T1E1R5	132	14		246		
	132	13	291	246	0,301	
T1E1R6	133	12		249		
	133	12	290	249	0,300	
T1E1R7	136	11		253		
	136	13	296	253	0,306	
T1E1R8	138	14		257		
	138	15	305	257	0,316	
T1E1R9	140	13		261		
	140	12	305	261	0,316	
T1E1R10	142	13		265		
	142	11	308	265	0,319	
T1E1R11	144	16		268		
	144	13	317	268	0,328	
T1E1R12	145	11		271		
	145	13	314	271	0,325	Tempo: 3.549s Consumo: 3,7268L.h <sup>-1</sup>
T1E2R1	196	17		286		
	196	18	427	286	0,503	

Quadro 4. Tempos, movimentos e consumo da operação de enleiramento.

Trat.	Tempos	Tempos de	Tempos	Comprimentos das Leiras	Consumos (L.rep <sup>-1</sup> )	Observações dos Tratamentos
	Efetivos	Manobras	Totais			
		(s)		(m)		
T1E2R2	192	26		290		
	190	20	428	290	0,504	
T1E2R3	188	21		294		
	187	23	419	294	0,494	
T1E2R4	186	24		298		
	185	26	421	298	0,496	
T1E2R5	180	12		302		Tempo: 2.083s
	180	16	388	302	0,457	Consumo:4,2412L.h <sup>-1</sup>
T2E1R1	146	11		273		
	146	15	318	273	0,261	
T2E1R2	147	13		274		
	147	12	319	274	0,262	
T2E1R3	147	14		275		
	147	15	323	275	0,265	
T2E1R4	150	14		279		
	150	13	327	279	0,269	
T2E1R5	151	13		281		
	151	12	327	281	0,269	
T2E1R6	152	11		284		
	152	14	329	284	0,270	
T2E1R7	154	13		287		
	154	13	334	287	0,274	
T2E1R8	146	12		273		
	146	14	318	273	0,261	
T2E1R9	148	12		276		
	148	16	324	276	0,266	
T2E1R10	149	11		278		
	149	12	321	278	0,264	
T2E1R11	150	14		279		
	150	12	326	279	0,268	
T2E1R12	152	13		283		Tempo: 3.894s
	152	11	328	283	0,270	Consumo: 2,9584L.h <sup>-1</sup>
T2E3R1	240	14		308		
	230	23	507	308	0,274	
T2E3R2	226	17		311		
	225	18	486	311	0,263	
T2E3R3	218	17		314		
	217	20	472	314	0,255	
T2E3R4	214	16		316		
	213	19	462	316	0,250	
T2E3R5	210	18		319		

Quadro 4. Tempos, movimentos e consumo da operação de enleiramento.

Trat.	Tempos Efetivos	Tempos de Manobras (s)	Tempos Totais	Comprimentos das Leiras (m)	Consumos (L.rep <sup>-1</sup> )	Observações dos Tratamentos
	208	15	451	319	0,244	
T2E3R6	212	17		322		
	258	21	508	322	0,275	
T2E3R7	256	17		325		
	252	19	544	325	0,294	
T2E3R8	176	20		328		
	176	17	389	328	0,210	
T2E3R9	177	16		330		
	177	14	384	330	0,208	
T2E3R10	178	16		333		
	178	18	390	333	0,211	
T2E3R11	180	19		336		
	180	14	393	336	0,212	
T2E3R12	182	16		339		
	182		380	339	0,205	Tempo: 5.366s Consumo: 1,946L.h <sup>-1</sup>

Obs.: Tomou-se a distância e consumo do sistema de recolhimento (17 leiras com comprimento total de 11.336m). Consumo de 6,767 litros (Consumo de 0,000596948).