



## DESEMPENHO OPERACIONAL E ECONÔMICO DE DUAS ENFARDADORAS PRISMÁTICAS DE PALHIÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

**Anderson Ravanny de Andrade Gomes<sup>1</sup>, Tiago Pereira da Silva Correia<sup>2</sup>, Patrícia Pereira Dias<sup>1</sup>, Lia Harumi Kato<sup>1</sup> & Paulo Roberto Arbex Silva<sup>3</sup>**

**RESUMO:** A colheita mecanizada da cana-de-açúcar foi implantada devido a questões econômicas, operacionais e ambientais. Desta forma o material remanescente das operações de colheita mecanizada pode causar problemas como a incidência de pragas de difícil controle e incêndios acidentais e criminosos. A utilização do resíduo disponível no campo, através do recolhimento e enfardamento desse material, proporciona novas fontes de energia para a indústria. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho operacional e econômico de duas enfardadoras de palhiço de cana-de-açúcar em condições distintas de velocidade e quantidades de palhiço Aleirada para enfardamento, em uma usina canavieira no município de São Miguel dos Campos – AL. As máquinas foram avaliadas em três volumes diferentes de recolhimento do palhiço, regulando-se o aleirador para o recolhimento de cada volume de palhiço. Foi avaliado, o tempo de produção entre cada fardo, a quantidade de fardos produzidos por hora por cada máquina, distâncias entre fardos, capacidade operacional, custo horário e operacional de trabalho. Os resultados obtidos mostram que o T1 proporcionou menor tempo na produção entre fardos. A menor distância entre fardos foi no T1 com média de 61 metros, entre cada fardo produzido A Máquina 2 produziu maior quantidade de fardos por hora. A Máquina 2 apresentou maior rendimento operacional (49,7% e 51,8%) no volume de 50% e 70% respectivamente. A enfardadora 2 apresentou menor custo operacional de R\$ 28,39 há-1 quando recolhido 70% do volume total do palhiço. Quanto mais se recolhe palhiço, menor será o custo por fardo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Enfardamento, Resíduo Vegetal, Biomassa

### COMPARISON OF TWO BALERS PRODUCTION OF SUGAR CANE STRAWBALES PRISMATIC SQUARE.

**ABSTRACT:** The mechanized harvesting of sugar cane was implemented due to economic, operational, and environmental issues. Thus, the remaining material of mechanized harvesting operations can cause problems such as the incidence of difficult to control pests and accidental and criminal fire. The use of the residue available in the field, through collection and baling of this material provides new energy sources for industry. This study aimed to evaluate the operational and economic performance of two balers for sugar cane straw under conditions of speed and amounts of straw accumulated for baling, at a sugar cane company located in Sao Miguel dos Campos - AL. The machines were evaluated in three different volumes of straw gathering, regulating the straw collecting volume. The production time between each burden, the quantity of bales produced per hour for each machine, the distances between bales operating capacity and operating cost per hour of labor were assessed. The results showed that the T1 took less time in production between bales. The shortest distance between bales was reach by the T1 with an average of 61 meters between each bale produced Machine 2 produced the greatest amount of bales per hour. The machine 2 presented higher operating efficiencies, 49.7% and 51.8%, collecting 50% and 70% volume of straw, respectively. The baler 2 showed lower cost (R\$ 28.39 ha-1) collecteing 70% of the total volume of straw. The more straw volume was collected, the lower was the cost per bale.

**KEYWORDS:** Baling, Plant residue, Biomass.

<sup>1</sup> Pós graduandos em Agronomia (Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista – UNESP, FCA/BOTUCATU – SP, Departamento de Engenharia Rural, [anderson\\_ravanny@hotmail.com](mailto:anderson_ravanny@hotmail.com), [eng.amb.patricia@gmail.com](mailto:eng.amb.patricia@gmail.com), [kato.liah@gmail.com](mailto:kato.liah@gmail.com)

<sup>2</sup> Prof. Adjunto, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília /Brasília, Brasil, [tiagocorreia@unb.br](mailto:tiagocorreia@unb.br)

<sup>3</sup> Prof. Titular, Universidade Estadual Paulista – UNESP, FCA/BOTUCATU – SP, [arbex@fca.unesp.br](mailto:arbex@fca.unesp.br)  
Autor correspondente: [anderson\\_ravanny@hotmail.com](mailto:anderson_ravanny@hotmail.com)

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar é uma das mais importantes atividades econômicas da agricultura brasileira, sendo a principal matéria-prima do setor sucroalcooleiro (BRASIL, 2014).

De acordo com CORREIA et al. (2011), a substituição da colheita manual, viabilizada pela queima da cana-de-açúcar, pela colheita mecanizada, passou a acumular grande volume de palha na superfície do solo. De acordo com RIPOLI E RIPOLI (2004), é comum observar a utilização do termo palha, com o objetivo de descrever a biomassa remanescente da colheita mecanizada, porém o termo cientificamente utilizado seria palhiço, pelo fato de que esse material disponibilizado em campo, não se constitui apenas de folhas da cana-de-açúcar com baixo grau de umidade, se constitui também segundo a definição de RIPOLI (1991), de folhas verdes, palhas, ponteiros, colmos ou outras frações, rebolos com suas frações, com terra a eles agregados. O grande volume de biomassa, na superfície do solo pode causar problemas tanto agronômicos, proporcionando um microclima diferenciado principalmente em relação à umidade e temperatura do solo, como problemas operacionais no manejo da cana-de-açúcar, por exemplo, dificuldades na rebrota e operações de cultivo (MANHÃES et al., 2015)

Uma alternativa de utilização da biomassa de palhiço é o aleiramento, recolhimento e enfardamento, possível de ser realizado por máquinas específicas, denominadas enfardadoras. De acordo com MALUF (2014), a biomassa do palhiço de cana-de-açúcar é uma excelente alternativa para a produção de energia e/ou biocombustível, tendo finalidade certa nas usinas do setor sucroalcooleiro.

Todo o processo de aproveitamento dessa biomassa, se dá através do aleiramento do palhiço, em condições ideais de umidade, entorno de 14%, utilizando o ancinho aleirador. Após as leiras ficarem prontas, as máquinas enfardadoras podem iniciar os trabalhos, percorrendo as leiras recolhendo o palhiço, a enfardadora consegue capturar esse material, através de uma barra guia auxiliada por “dedos recolhedores”, de aproximadamente 2,40 metros de largura, fixado na parte de baixo da máquina, essa barra guia gira e faz com que o palhiço entre na máquina, direcionando essa biomassa para o compartimento de compressão, onde irá ser formado o fardo.

A enfardadora pode ser regulada para formar fardos de vários tamanhos, isso irá ser definido de acordo com a necessidade da logística de transporte dos fardos (BOLLER 2002).

Para que o processo mecanizado de enfardamento do palhiço se torne viável economicamente é necessário que a enfardadora opere corretamente regulada, afim de explorar ao máximo seu potencial produtivo (MELLO, 2009). A dimensão dos fardos, velocidade de

deslocamento e altura da leira de palhiço são os principais limitantes de maior desempenho operacional e econômico das máquinas enfardadoras (RIPOLI; GAMERO, 2007).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho operacional e econômico de duas enfardadoras de palhiço de cana-de-açúcar em condições distintas de velocidade e quantidades de palhiço aleirada para enfardamento.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em fevereiro de 2014, na usina Usina Caeté – Grupo Carlos Lyra, localizada São Miguel dos Campos, região da zona da mata no estado de Alagoas. O clima na região, segundo classificação de Koppen, é tropical chuvoso com verão seco, apresentando precipitação anual de 1634 mm e temperaturas entre 34 e 24°C em média. O tipo de solo foi classificado pela EMBRAPA (2010), como Latossolo amarelo Distrocoeso típico, textura argilosa A moderado. A área utilizada para o ensaio continha cultivares de cana-de-açúcar SP791011 e RB92579, plantadas com espaçamento entre linhas de 1,0 m, e em sétimo corte de colheita.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 3x2, com seis repetições. Os fatores utilizados para a composição dos tratamentos foram: dois modelos de enfardadora, 1 e 2, e três volumes de palhiço aleirada para enfardamento, 50, 70 e 90%.

As especificações dimensionais das enfardadoras 1 e 2 são apresentadas na Tabela 1. As enfardadoras foram tracionadas cada uma com um trator de pneus modelo T7240, com potência de 161,8 kW (220cv) no motor. O aleiramento do palhiço de cana-de-açúcar, foi realizado com um ancinho aleirador modelo H5980<sup>1</sup>, tracionado por um trator modelo TL75E de 55,1 kW (75cv) de potência no motor. O transporte dos fardos foi realizado com carreta recolhadora modelo PT2012, também tracionada por um trator modelo T7240.

O aleiramento do palhiço foi realizado três dias após o corte e colheita mecanizada da cana-de-açúcar. O teor médio de água, medido através de um medidor digital com haste de 0,20 m de comprimento, no momento do enfardamento era de 14,5%. A quantidade média de palhiço deixada sobre o solo após a colheita da cana-de-açúcar era de 19 kg ha<sup>-1</sup>, obtida utilizando um gabarito de PVC de um m<sup>2</sup>, de acordo com metodologia descrita por LAFLEN; AMEMIYA e HINTZ (1981).

As repetições foram caracterizadas por leiras de 370 m cada. Em cada repetição as enfardadoras produziram fardos de acordo com a disponibilidade de palhiço na leira. A quantidade de palhiço da cada leira (50, 60 ou 90%) foi determinada de acordo com a regulagem do ancinho.

<sup>1</sup> A citação de qualquer marcar comercial, não indica recomendação por parte do autor.

**Tabela 1 - Especificações das enfardadoras.**

Especificação*	Enfardadora 1	Enfardadora 2
Modelo	NH BB9080	CHALL 2270
Tipo de fardo	Prismático	Prismático
Dimensões do fardo (cm)	120x250x90	120x275x87,5
Largura do coletor (cm)	225	240
Velocidade do êmbolo/pistão	42 batidas min <sup>-1</sup>	47 batidas min <sup>-1</sup>
Curso do êmbolo (mm)	710	710
Sistema de amarração do fardo	Nó duplo	Nó duplo
Número de fios de amarração	6	6
Capacidade de rolos de fio	30	30
Largura (m)	2,58	3,28
Comprimento (m)	7,23	7,65
Altura (m)	3,10	3,31

\*Especificações de acordo com o manual do fabricante.

O tempo para a produção de cada fardo, por cada enfardadora, foi contabilizado com o auxílio de um cronômetro digital, sendo-os anotados em planilha Excel. A distância entre os fardos foi obtida através de um GPS modelo GarminEtrex 30, sempre que a enfardadora produzia um fardo, era marcada uma coordenado (ponto) pelo GPS, posteriormente descarregados em programa computacional TrackMaker e obtidas as distâncias entre os fardos.

O consumo horário de combustível foi realizado através da metodologia da proveta, proposta por Ripoli (1991). A velocidade operacional do conjunto trator/enfardadora foi obtido através do computador de bordo dos tratores, obtidas através de sinais transmitidos por GPS e antena receptora Real Time Kinematic (RTK) de cada trator.

Os dados de desempenho operacional, compreendido pela capacidade de campo operacional (Cco), e os dados de custos, considerados os custos fixos (CF), custos variáveis (CV) e custo total (CT) do conjunto trator/enfardadora, foram calculados conforme metodologia descrita por MIALHE (1974), sendo utilizadas as equações indicadas na Tabela 2.

**Tabela 2 - Equações utilizadas para os cálculos de desempenho operacional e custos, conforme Mialhe (1974).**

Item	Equação
Capacidade de campo operacional (ha h <sup>-1</sup> )	$Cco = (L \times V \times Ef) / 10$
Depreciação (R\$ h <sup>-1</sup> )	$D = [(Vi - Vf) / L] \times (1 / N)$
Juros (R\$ h <sup>-1</sup> )	$J = [(Vi + Vf) / 2] \times Tj \times (1 / N)$
Alojamento (R\$ h <sup>-1</sup> )	$A = [(Ta / 100) \times Vi] / N$
Seguro (R\$ h <sup>-1</sup> )	$S = [(Ts / 100) \times Vi] / N$
Manutenção (R\$ h <sup>-1</sup> )	$M = [(Tm / 100) \times Vi] / N$
Mão de obra do operador (R\$ h <sup>-1</sup> )	$MO = (Sal + Es) / N$
Combustível (R\$ h <sup>-1</sup> )	$C = Pc \times Ch$
Óleo lubrificante (R\$ h <sup>-1</sup> )	$CL = Pl \times Cml$
Graxa (R\$ h <sup>-1</sup> )	$CG = Pg \times Cmg$
Custo fixo (R\$ h <sup>-1</sup> )	$CF = D + J + A + S + M + MO$
Custo variável (R\$ h <sup>-1</sup> )	$CV = C + CL + CG$
Custo total (R\$ h <sup>-1</sup> )	$CT = CF + CV$
Custo operacional (R\$ ha <sup>-1</sup> )	$CO = CT / Cco$
Custo por fardo (R\$ fardo <sup>-1</sup> )	$Cf = CT / \text{fardos h}^{-1}$

Nos cálculos foi considerada taxa de juros (Tj) de 10%, valor residual das máquinas (Vf) de 30%, preço do combustível (Pc) de R\$2,80 L<sup>-1</sup>, valor inicial (Vi) do

trator T7240, R\$189.000,00, da enfardadora 1, R\$236.944,50 e enfardadora 2, R\$260.665,98. O salário do operador foi considerado R\$1.800,00 mês<sup>-1</sup> e

encargos sociais (ES) de 50%. Os valores de número de horas utilizadas por ano (N), vida útil em anos (L), taxa de alojamento (Ta), seguro (Ts) e manutenção (Tm) foram considerados conforme parâmetros indicados ASAE D497.7 (ASABE, 2011).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível máximo de 5% de probabilidade, através do programa estatístico SISVAR.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao tempo de produção por fardo, a Máquina 2 foi mais eficiente, com produção média de 75,71 segundos por fardo nos três tratamentos, já a Máquina 1 obteve média de 108,97 segundos por fardo nos três tratamentos (Tabela 3). O menor tempo na produção

entre fardos foi obtido pela Máquina 2 no T1, 51 segundos por fardo, quando comparado com o mesmo tratamento da Máquina 1 que foi de 83 segundos por fardo, sendo assim pode-se observar aumento de 39% no tempo para produção de um fardo. O V3 foi o tratamento que levou maior tempo para a produção de um fardo. Para o recolhimento no T3, a Máquina 2 levou em média 92 segundos para produzir um fardo, já a Máquina 1 levou 143 segundos em média para produção entre fardos com basicamente as mesmas dimensões. O T3 foi o tratamento que disponibilizou menor quantidade de palhço (50% do volume total recolhido), por isso justifica a maior quantidade de tempo para produzir um fardo, pois isso significa que a máquina enfardadora teve que andar mais para conseguir captar a quantidade de palhço necessária para formar o fardo.

**Tabela 3** - Análise de variância entre as médias referente ao tempo de produção de cada fardo (segundos).

Volume de palhço		Distância entre fardos (m)		
50%		67,30C		
70%		91,80B		
90%		117,93 A		
DMS		16,35		
Enfardadora				
1		108,97 a		
2		75,71b		
CV (%)		28,72		
DMS		11,12		
Enfardadora x Volume de palhço				
		50%	70%	90%
1		83,60 aB	100 aB	143,26 aA
2		51,00 bB	83,53 aA	92,60 bA
		GL		F
	Volume de palhço (VP)	2		27,33**
	Enfardadora (E)	1		35,39**
	VP x E	2		3,10*

\*significativo a 5% pela análise de variância; \*\*significativo a 1% pela análise de variância; DMS = diferença mínima significativa; CV % = coeficiente de variação em porcentagem. Letras minúsculas diferentes na vertical diferem estatisticamente as enfardadoras, e maiúsculas na horizontal diferem estatisticamente o volume de palhço.

A produção de fardos por hora é uma variável que permite observar o quanto cada máquina é eficiente na produtividade de fardos, permitindo ao operador da enfardadora programar-se quanto ao tempo necessário para a máquina trabalhar diariamente, alcançando a produtividade que foi dimensionada. A produção de

fardos por hora diferiu estatisticamente entre as máquinas (Tabela 4). A Máquina 1 fez 37 fardos por hora na média dos três tratamentos, já a Máquina 2 produziu em média 47 fardos por hora, isso representa um acréscimo de 22% na produtividade dos fardos por hora. Entre os tratamentos, o V1 para as duas máquinas

diferiu dos demais. Essa diferença é consequência do volume de palhicho disponível na leira, pois o V1 foi o tratamento com maior quantidade de palhicho na leira disponível (90% do palhicho recolhido), por isso a quantidade de fardo/hora foi maior. Quanto maior for a quantidade de biomassa disponibilizada na leira, maior será a produção de fardos por hora. MELLO (2009) em experimento realizado em Iracemápolis - SP, utilizando uma enfardadora modelo Nogueira Express 5040 de fardos com comprimento médio de 97 cm, produziu em média 367 fardos por hora, no tratamento de aleiramento duplo.

A distância entre os fardos produzidos diferiu entre os tratamentos para cada máquina (Tabela 5). A maior

distância entre fardos produzidos foi no tratamento V3, em que, a distância média foi de 120,33 metros entre fardos, deste modo, quando comparada com a distância dos mesmos no V1 que foi 61 metros, pode-se observar que o volume de palhicho na leira influencia a distância entre os fardos. Quanto menor o volume de palhicho de cana-de-açúcar disponibilizado na leira, maior será a distância entre eles, isso compromete diretamente a produção de fardos por dia em qualquer empresa que trabalhe na linha de enfardamento dessa biomassa. A menor distância entre fardos foi para a Máquina 2, isso porque essa máquina conseguiu recuperar maior quantidade de biomassa na leira e assim proporcionar maior eficiência no enfardamento do palhicho.

**Tabela 4** - Análise de variância entre as médias referente ao tempo de produção de fardo por hora nas operações de enfardamento.

Volume de palhicho	Produção de fardos (fardos h <sup>-1</sup> )	
50%	50,52 A	
70%	38,71 B	
90%	37,09 B	
DMS	3,26	
Enfardadora		
1	37,18 b	
2	47,03 a	
CV (%)	7,72	
DMS	2,21	
	GL	F
Volume de palhicho (VP)	2	61,03**
Enfardadora (E)	1	82,54**
VP x E	2	0,55 <sup>ns</sup>

n.s. = não significativo; \*\*significativo a 1% pela análise de variância; DMS = diferença mínima significativa; CV % = coeficiente de variação em porcentagem. Letras minúsculas diferem estatisticamente as enfardadoras e maiúsculas o volume de palhicho.

O desempenho operacional das enfardadoras é apresentado na Tabela 6. A capacidade de campo operacional (Cco) das enfardadoras somente foi igual quando submetidas ao recolhimento de 90% de palhicho, para 50 e 70% de volume de palhicho a Cco delas foram

diferentes. Com 50% do volume de palhicho, a enfardadora 2 apresentou rendimento de 5,18 ha h<sup>-1</sup>, Cco 49,7% maior que dá enfardadora 1. Para 70% de volume de palhicho a Cco da enfardadora 2 foi 51,8% maior que os 4,15 ha h<sup>-1</sup> obtidos pela enfardadora 1.

**Tabela 5** - Análise de variância entre as médias da distância (m) entre fardos produzidos pelas enfardadoras no campo.

Volume de palhiço	Distância entre fardos (m)	
50%	61,00C	
70%	93,66B	
90%	120,33 A	
DMS	8,02	
Enfardadora		
1	96,97 a	
2	87,71 b	
CV (%)	14,20	
DMS	5,45	
	GL	F
Volume de palhiço (VP)	2	156,42**
Enfardadora (E)	1	9,97**
VP x E	2	2,20 <sup>ns</sup>

ns = não significativo; \*\*significativo a 1% pela análise de variância; DMS = diferença mínima significativa; CV % = coeficiente de variação em porcentagem. Letras minúsculas diferem estatisticamente as enfardadoras e maiúsculas o volume de palhiço.

**Tabela 6** - Capacidade de campo operacional (Cco) das enfardadoras.

Enfardadora	Volume de palhiço		
	50%	70%	90%
Cco (ha h <sup>-1</sup> )			
1	3,46 bB	4,15 bB	5,77 aA
2	5,18 aB	6,30 aA	6,13 aA
	GL	F	
Volume de palhiço (VP)	2	38,56**	
Enfardadora (E)	1	86,06**	
VP x E	2	12,68**	

Letras minúsculas na vertical diferem estatisticamente as enfardadoras, e maiúsculas na horizontal diferem estatisticamente o volume de palhiço.

Analisada isoladamente em função do volume de palhiço, a enfardadora 1 apresentou diferença de maior

Cco no volume 90%, nesta condição sua Cco foi de 5,77 ha h<sup>-1</sup>, 39 e 66,7% maior que no volume 70 e 50%



respectivamente. A mesma análise realizada na enfardadora 2, indica que entre o volume de palhicho 70 e 90% não há diferença de Cco, a diferença somente foi obtida no volume de palhicho 50%, cuja a Cco foi de 5,18

ha h<sup>-1</sup>, valor 17,7 e 15,4% menor que a Cco obtida no volume de palhicho de 70 e 90% respectivamente. O custo horário, operacional e por fardo produzido com a enfardadora 1 e 2, são apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7 - Custo horário, operacional e por fardo produzido.**

Enfardadora	Volume de palhicho		
	50%	70%	90%
<b>Custo horário (R\$ h<sup>-1</sup>)</b>			
1	175,40	170,60	165,80
2	183,70	178,90	174,20
<b>Custo operacional (R\$ ha<sup>-1</sup>)</b>			
1	50,69	41,10	28,73
2	35,46	28,39	28,41
<b>Custo por fardo (R\$ fardo<sup>-1</sup>)</b>			
1	4,71	4,58	4,45
2	3,90	3,80	3,70

O menor custo horário, de R\$165,80 h<sup>-1</sup>, foi obtido com a enfardadora 1 recolhendo 90% de volume de palhicho da cana-de-açúcar. Nesta mesma condição de volume de palhicho, a enfardadora 2 apresentou custo 5% maior, de R\$174,20 h<sup>-1</sup>. FRANCO (2003), utilizando uma recolhadora de forragem auto propelida, John Deere modelo JD 6125HZ001, modelo inferior as enfardadoras utilizadas nesse experimento, obteve custo de R\$ 139,75 h<sup>-1</sup> utilizando um sistema de recolhimento de palhicho a granel. O custo operacional da enfardadora 2 foi menor que da enfardadora 1 nas três condições de volume de palhicho, podendo ser explicado devido os maiores valores de Cco obtidos. O menor custo operacional foi de R\$28,39 ha<sup>-1</sup> com a enfardadora 2 em volume de palhicho 70%, custo 44,7% menor que o obtido pela enfardadora 1 no mesmo volume de palhicho.

Em relação ao custo por fardo do conjunto trator/enfardadora, a enfardadora 2 apresentou menores custos nas três condições de volume de palhicho. O menor valor foi obtido no volume de palhicho 90%, de R\$3,70 fardo<sup>-1</sup> MELLO (2009) utilizando uma enfardadora modelo: Nogueira Express 5040, com 1,73 m de largura da barra de recolhimento, inferior a enfardadora utilizada nesse experimento, com largura de recolhimento de 2,40 m, obteve valores por fardos produzidos de R\$ 0,20 fardo<sup>-1</sup>. O menor custo por fardo da enfardadora 1 também foi obtido no volume de palhicho 90%, R\$4,45 fardo<sup>-1</sup>, ainda assim, foi 16,8% maior que a enfardadora 2. Esse resultado se assemelha com o encontrado por LEMOS et al. 2014, que foi de UUS\$ 1,27 fardo<sup>-1</sup>, o que

atualmente com o preço do dólar representa um custo de R\$ 4,10 fardo<sup>-1</sup>.

#### 4 CONCLUSÕES

A Máquina 2 produziu maior quantidade de fardos nos três tratamentos ensaiados.

Quanto maior for o volume de palhicho da cana-de-açúcar aleirado, maior será a quantidade de fardo/hora produzidos.

Quanto mais se recolho o palhicho, menor será o custo por fardo.

A enfardadora 2 apresentou melhor desempenho e menor custo operacional.

#### 5 REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. **ASAE D497.7 MAR2011**: agricultural machinery management data, Saint Joseph, 2011. 15 p.

BOLLER, W. ENFARDAMENTO ADEQUADO. Disponível em: <[http://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/maquinas14\\_enfardamento.pdf](http://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/maquinas14_enfardamento.pdf)>. Universidade de Passo Fundo. **Revista Cultivar**, Setembro / Outubro 2002. Acessado em 20/08/2016.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Cana-de-açúcar**. Brasília - DF, 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>>. Acessado em 15/09/2014.

CORREIA, B.L.; ALLEONI, L.R.F. Conteúdo de carbono e atributos químicos de Latossolo sob cana-de-açúcar colhida com e sem queima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, p.944-952, 2011.

EMBRAPA. **Classificação dos tipos de solos**. São Miguel dos Campos, 2010. Disponível em: <[http://www.uep.cnps.embrapa.br/zaal/PDF/MapasSolos/Solos\\_Sao%20Miguel.pdf](http://www.uep.cnps.embrapa.br/zaal/PDF/MapasSolos/Solos_Sao%20Miguel.pdf)>. Acesso em: 14 ago. 2014.

FRANCO, F. N. **Alguns parâmetros de desempenho operacional de um sistema de recolhimento de palhço de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) a granel**. 2003. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Máquinas Agrícolas)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, M.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 36, n. 6, p. 341-343, 1981.

LEMONS, S. V.; DENADAI, M. S.; GUERRA, S.P.S.; ESPERANCINI, M.S.T.; BUENO, O.C. ; TAKITANE, I.C.. Economic efficiency of two baling systems for sugarcane straw. **Industrial Crops and Products**, v. 55, p. 97-101, 2014.

MALUF, G. **A competição entre o etanol de segunda geração e a produção de eletricidade pelo uso do bagaço**. 2014. 93 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas – EESP – FGV, São Paulo-SP, 2014.

MANHÃES, C. M. C.; GARCIA, R. F.; FRANCELINO, F. M. A, E; FRANCELINO, H. O.; COELHO, F. C. Fatores que afetam a brotação e o perfilhamento da cana-de-açúcar. **Vértices**, Campos dos Goytacazes/RJ, v.17, n.1, p. 163-181, jan./abr. 2015.

MELLO, A. M. **Desempenho de uma enfardadora prismática no recolhimento do palhço**. 2009. 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MIALHE L. G. **Manual de Mecanização Agrícola**. São Paulo, Ceres, 1974. 301 p.

RIPOLI, T. C. C. **Utilização do material remanescente da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*): equacionamento dos balanços energéticos e econômicos.**, 1991, 150p. Tese (Livre-docência), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

RIPOLI, M. L. C.; GAMERO, C. A. Palhço de cana-de-açúcar: Ensaio padronizado de recolhimento por enfardamento cilíndrico. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu-SP, v.22, n.1, p.75-93, 2007.

RIPOLI, T.C.C; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba, Barros & Marques Editoração, 2004, 302 p.