

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**METODOLOGIAS PARA ANÁLISES DE PERDAS NA
COLHEITA MECANIZADA DE SOJA**

MARINA GONÇALVES SYRIO

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2018**

**METODOLOGIAS PARA ANÁLISES DE PERDAS NA COLHEITA
MECANIZADA DE SOJA**

MARINA GONÇALVES SYRIO

Orientador: Prof. Dr. JORGE WILSON CORTEZ

Co-orientadora: Eng. Agr. M. Sc. SONIA ARMBRUST RODRIGUES

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados,
como parte das exigências do Curso de
Graduação em Engenharia Agrônômica.

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S995m Syrio, Marina Gonçalves

Metodologias para análise de perdas na colheita mecanizada da soja / Marina Gonçalves Syrio -- Dourados: UFGD, 2018.

33f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Jorge Wilson Cortez

Co-orientadora: Sonia Armbrust Rodrigues

TCC (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias,
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Mecanização agrícola. 2. Velocidade de deslocamento. 3. Cartas de controle. 4. Glycine max. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

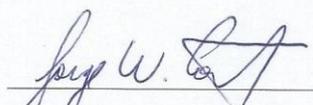
**METODOLOGIAS PARA ANÁLISES DE PERDAS NA COLHEITA
MECANIZADA DE SOJA**

por

Marina Gonçalves Syrio

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de ENGENHEIRA AGRÔNOMA

Aprovado em 26/06/2018



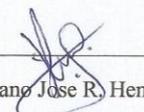
Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez

Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Roberto Carlos Orlando

UFGD/FCA



Eng. Agr., M.Sc. Hermanno Jose R. Henriques

UFGD/FCA

AGRADECIMENTO

Agradeço, primeiramente, a Deus pela vida que me concedeu, pelas oportunidades que tive e tantas bênçãos em todos os meus dias.

Sou grata aos meus pais que, com dedicação e amor, possibilitaram tranquilidade e conforto para eu aqui morar e estudar e, que também, me incentivaram e confiaram em mim. À minha irmã Milene, que mesmo de longe, esteve presente em todos os momentos dessa caminhada dando suporte e ânimo. Ao meu cunhado Ricardo Chuí que muito me auxiliou durante essa jornada e aos meus sobrinhos que foram diversão e vigor nas fases de cansaço.

Ao Gustavo e Rafael que participaram, com suma importância, na execução desse trabalho dedicando seu tempo. Foram, também, parceiros em todos os momentos, pois pude contar com a ajuda deles a qualquer hora.

À minha família de Dourados: meus tios Orlando e Miráí; meus primos Fabiana, Marcela, Lucas e Gean; meus padrinhos Thiago e Priscila; todos eles acolheram-me dando segurança e apoio tornando assim, essa caminhada mais alegre e leve.

Agradeço aos amigos Giovanna Bastos, Isabela Neves, Manoel Douglas, Fernanda Tezzari, Isabela Ferraz, Bruna Cavalcante, Lorena Gregório e Micaela Ferraz que estiveram ao meu lado dando apoio, motivação e dividindo todos os momentos tanto os felizes como os difíceis.

Aos mestres por compartilhar seus conhecimentos, em especial ao professor Jorge Cortez que deu-me todo o suporte para a realização do experimento e aplicação dos conhecimentos adquiridos até aqui. E à minha co-orientadora Sônia Armbrust Rodrigues que sempre se prontificou e auxiliou-me em todas as etapas desse trabalho.

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1 Perdas na colheita.....	8
2.2 Metodologias de perdas na colheita de grãos.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1 Caracterização da área experimental.....	10
3.2 Delineamento	10
3.3 Equipamentos e insumos utilizados	11
3.4 Avaliações	11
3.5 Análise dos dados.....	13
3.5.1 Estatística descritiva	13
3.5.2 Análise de variância.....	13
3.5.3 Controle estatístico de qualidade	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1 Análise descritiva	14
4.2 Análise de variância	16
4.3 Controle de qualidade	18
5 CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

SYRIO, M.G. Metodologias para análises de perdas na colheita mecanizada de soja. 2018. 29f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

RESUMO

A cultura da soja é responsável por mais da metade da área cultivada no país, com isso é possível diminuir gastos e aumentar a produção com o aumento na eficiência da colheita mecanizada por meio da diminuição de perdas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as perdas na colheita mecanizada de soja com metodologias que empregam formas de áreas amostrais e localização das amostras, em duas colhedoras (C1 e C2) e velocidades de deslocamento. O trabalho foi realizado em fazenda comercial, utilizando três metodologias para a coleta, sendo armação retangular, armação circular, e armação quadrada, duas colhedoras de anos diferentes em três velocidades de deslocamento (5, 6 e 7 km h⁻¹). Para cada tratamento foram coletados 10 amostras, totalizando 180 amostras. Os dados foram analisados pela estatística descritiva, análise de variância e controle de qualidade. Foi observado que o método de avaliação de perdas da armação retangular é o mais recomendado para o levantamento de perdas na colheita devido a sua maior fidelidade. A colhedora C1 é mais eficiente que C2 na maior velocidade 7 km h⁻¹.

Palavras-chave: mecanização agrícola, velocidade de deslocamento, cartas de controle, *Glycine max*.

SYRIO, M.G. Methodologies for losses analysis in soybean mechanized harvesting. 2018. 29f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

ABSTRACT

The soybean crop is responsible for more than half of the cultivated land in the country, in this way the cost reduce and the production increase are possible for the improvement of the efficiency of the mechanized harvest through the reduction of the waste. The present paper aims to evaluate the losses in the mechanized harvest of soybean comparing different methodologies of employing unique forms of sample areas and location of the sampling, with two harvesters (C1 and C2) and speeds of displacement. The work was carried out in a commercial farm, using three methodologies of collection, rectangular frame, circular frame, and square frame, with different harvesters in three speeds of displacement (5, 6 and 7 km h⁻¹). For each treatment, 10 samples were collected, adding up 180 samples. Data was analyzed with descriptive statistics, analysis of variance and quality control. Results showed that rectangular method of evaluation of losses is the most recommended for the collection of losses in the harvest due to its greater fidelity and the harvester C1 is more efficient than C2 in the highest speed 7 km h⁻¹.

Keywords: agricultural mechanization, displacement, control charts, *Glycine max*.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a cultura da soja já está bastante consolidada, sendo que mundialmente a área semeada é de 120,958 milhões de hectares e a produção é de 351,311 milhões de toneladas (EMBRAPA SOJA, 2017). No Brasil, que atualmente é o segundo maior produtor mundial de soja a área semeada é de 33,890 milhões de hectares, a produção é de 113,923 milhões de toneladas e a produtividade de 3.362 kg/ha (EMBRAPA SOJA, 2017).

Durante o processo de colheita, é normal que ocorram algumas perdas, porém é necessário que estas sejam sempre reduzidas a um mínimo para que o lucro seja maior. Para reduzir perdas é necessário que se conheça as suas causas, sejam estas físicas ou fisiológicas (CAMARA e HEIFFIG, 2006).

Segundo Schanoski et al. (2011) “a complexidade da operação de colheita, a necessidade de agilidade e a instabilidade meteorológica associadas ao descuido e à desinformação do operador, resultam em perdas elevadas.” Estas perdas que ocorrem durante a colheita mecanizada da soja, implicam grandes prejuízos, frequentemente superiores a 120 kg ha⁻¹. Tendo em vista o acompanhamento destas perdas existem várias metodologias que podem ser aplicadas em sua avaliação buscando reduzir os prejuízos (TANAKA et al., 2016).

Desta forma, o objetivo foi avaliar as perdas na colheita mecanizada de soja com diferentes metodologias, utilizando duas colhedoras e três velocidades de deslocamento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Perdas na colheita

Conforme EMATER (2013) a colheita é uma etapa muito importante no processo de produção de qualquer cultura. Para a cultura da soja, representa o momento da avaliação da safra quanto aos aspectos produtivos e qualitativos. E com isso destaca-se o papel significativo que a colheita mecanizada pode possuir nesse processo, no entanto esse procedimento acarreta em algumas perdas durante a sua execução.

De acordo com Sedyama, T. et al. (2015) não há perda zero em operação de colheita de soja, mas essas perdas podem ser reduzidas para que tenha o máximo de rendimento da colheita mecanizada de soja, tendo maiores lucros na safra.

A perda de soja pós- colheita é causada por fatores relacionados as colhedoras, que são a inadequação da velocidade de deslocamento pela lavoura, velocidade e posição do molinete, rotação do cilindro trilhador, abertura entre cilindro-côncavo, condições de funcionamento da barra de corte, regulagem dos mecanismos transportadores, manutenção e regulagem dos sistemas de transmissão de potência, fluxo de ar do ventilador e regulagem inadequada do saca-palhas e peneiras. (AGUILA et al., 2011)

Para Silva et al. (2004) as máquinas que possuem sistema de trilha axial expressam menores perdas em relação as maquinas com sistema de trilha radial.

Conforme a EMBRAPA (2002) as perdas ocorrem 80 a 85 % na plataforma de corte, 12 % pelos mecanismos internos e ainda 3 % na debulha natural. No entanto para Silveira e Conte (2013) são aceitáveis perdas de até 60 kg ha⁻¹ na colheita da soja.

De acordo com Mesquita et al. (2006), ainda no Brasil cerca de 2 sacos por ha são desperdiçados durante a colheita, ocasionando, uma perda de 44.000.000 de sacas na safra de 2004/2005 em 22 milhões de hectares, teores de umidade ao redor de 13% nas sementes, tornam a colheita mais eficiente, com menos perdas.

Para MAZETTO, F. R. (2008), quando analisado os dados do IBGE, (2007), evidenciam que o Brasil perde aproximadamente 1,5 milhões de toneladas com a colheita de soja.

Atualmente, relata-se que as lavouras perdem em média de duas sacas por hectare, porém esta estimativa não é comprovada. (EMBRAPA, 2016)

2.2 Metodologias de perdas na colheita de grãos

Para avaliar as perdas é preciso determinar a área a ser analisado, de acordo com a metodologia de avaliação de perdas que for utilizada, coletar os materiais perdidos da colheita efetuada com condições normais de trabalho, obter a massa dos materiais coletados e por fim processar o material para obter o valor em perda por unidade de área (MANTEUFEL, 2012).

Um estudo foi feito por CÂMARA et al. (2007) sobre as áreas amostrais de 2m² e 3m² onde se obteve uma maior confiabilidade em 3m² com um coeficiente de variação entres as amostras de 32,85%. Ainda conforme CÂMARA et al. (2007) quanto maior a área amostral for menor será o coeficiente de variação, mantendo a largura de corte.

A determinação das perdas pelo método do copo medidor desenvolvido pela Embrapa Soja permite um acompanhamento contínuo do processo de colheita, ajustando-as dentro do nível de tolerância de 60 kg por hectare. Neste método o volume e a massa da amostra são correlacionados de modo a estimar a perda em sacos/ha (SILVEIRA e CONTE, 2013).

No entanto, Portella (2000), estabeleceu que a área da armação deve ser de 1 m², com comprimento igual à largura da plataforma de corte da colhedora e a largura da armação deve ter comprimento variável, determinado pelo quociente da área da armação (1 m²) pela largura da plataforma de corte da colhedora. Dessa forma o método retangular foi confeccionado nessas medidas para o trabalho.

O método quadrado estabelece que no local em que foi feita a colheita da soja deve ser confeccionada uma armação com área interna de 2 m², para coleta da amostra (MESQUITA et al., 1998 apud COMPAGNON et al., 2012).

De acordo com o trabalho realizado por Cortez et al. (2006), foi utilizado a armação circular e quadrada ambas com área de amostragem de 0,25 m², assim como foi realizado nesse trabalho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O trabalho foi conduzido na propriedade Fazenda Santa Hilda localizada na Avenida Guaicurus, quilometro 6, no município de Dourados, que situa-se em latitude de $22^{\circ}11'49.88''S$, longitude de $54^{\circ}52'33.91''W$ e altitude de 454 m. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen (GOLFARI et al. 1978) . O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférico, conforme (EMBRAPA, 2006).

3.2 Delineamento

O trabalho foi montado em blocos casualizados (DBC) com 2 colhedoras, 3 velocidades e 3 métodos com 10 repetições, totalizando 180 amostras (Figura 1).

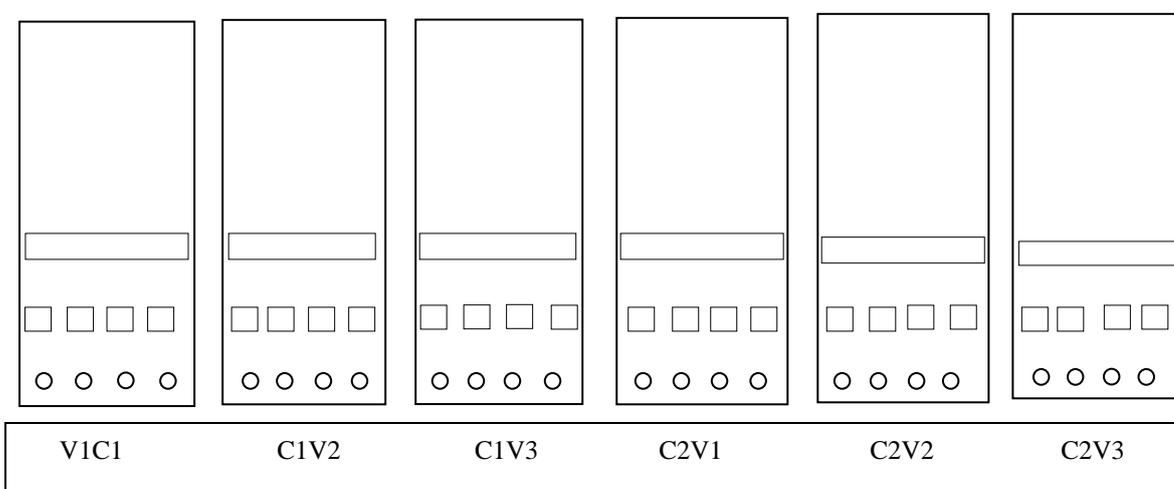


FIGURA 1. Croqui da Área Experimental: Caracterização da disposição dos pontos na parcela, das colhedoras (C1 e C2) e velocidades (5, 6 e 7 km h⁻¹) com os métodos (redondo, quadrado e retângulo).

As armações foram retangular com a área de 1 m², redonda com área de 0,25 m² e quadrada com área de 0,25 m². As velocidades utilizadas foram de 5, 6 e 7 km h⁻¹ e as colhedoras foram do modelo S 660 e STS9670 da John Deere.

3.3 Equipamentos e insumos utilizados

A cultivar de soja semeada na área foi M6410, com espaçamento entre linhas 0,50 m e 12 sementes por metro. A avaliação foi realizada em fevereiro/2018 e março/2018, com a utilização de colhedoras autopropelidas com plataforma de corte para a colheita da soja e com monitor de colheita da produtividade.

As colhedoras foram submetidas a 3 velocidades para avaliar a relação delas com as perdas na colheita (5, 6 e 7 km h⁻¹).

As duas colhedoras usadas foram da marca John Deere, modelo S660 e modelo STS 9670, ambas com sistema axial de trilha, com 4 anos. Porém com diferenças no diâmetro do rotor sendo que a S660 (colhedora 1) tem 762 mm de diâmetro de rotor e a STS 9670 (colhedora 2) tem 750 mm. As demais características das colhedoras estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1. Dados das colhedoras utilizadas.

Colhedoras	C1 – S660	C2 – STS9670
Horas no motor	1500	1350
Potência – cv	325	378
Tanque graneleiro – L	10570	11600
Sistema de trilha e limpeza	Rotor TriStream e sistema de limpeza DF3	Rotor TriStream e sistema de limpeza DF3
Plataforma de corte	10,6 metros	10,6 metros
Plataforma do tipo	Esteira	Condutor helicoidal

3.4 Avaliações

Para permitir a avaliação da metodologia de amostragem foram utilizadas três armações para determinação das perdas da soja (Figura 2).

A armação tomada como padrão segue a mesma ideia das armações utilizadas para determinação de perdas em outras culturas, desenvolvida por Mesquita e Gaudêncio (1982). Trata-se de uma armação retangular (A_{RT}), constituída por barbante e ferro, que tem comprimento igual à largura da plataforma recolhedora da máquina e sua largura é dada em função da área de amostragem. Para esse ensaio utilizou-se uma armação com área de 1 m².

A segunda armação utilizada apresentava formato circular (A_{CR}), constituída por um aro de metal com diâmetro de 0,56 m, correspondendo à área de 0,25 m².

Também se utilizou uma armação de metal quadrada (A_{QD}) com 0,5 m de lado, correspondendo à área de 0,25 m².

Para que todas as armações apresentassem a mesma área de amostragem, as armações quadrada e circular foram colocadas em quatro pontos após a passagem da colhedora, resultando em uma área de 1 m².

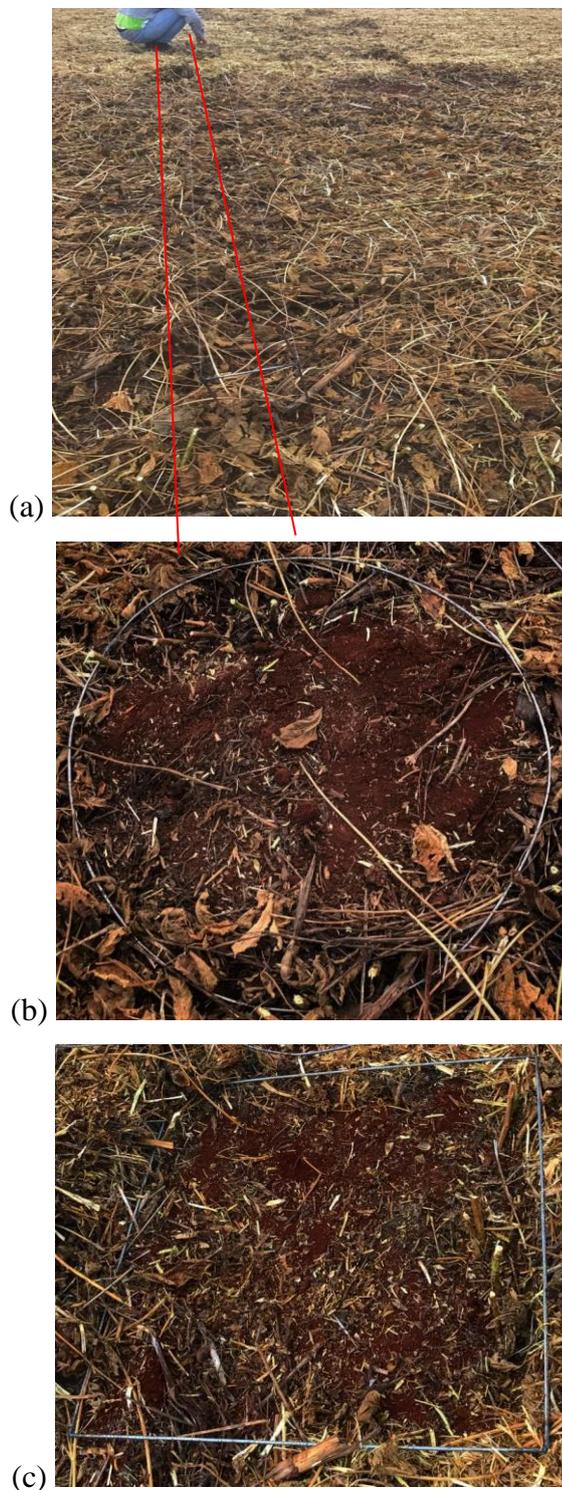


FIGURA 2. Modelos de armações a serem utilizadas para determinação das perdas: a) retangular (padrão); b) circular e c) quadrada.

Após a coleta dos grãos e vagens no campo, as amostras foram levadas para o laboratório onde foi retirada toda impureza contida no material e cada amostra foi aferida individualmente. Seguindo o processo, as amostras foram secas na estufa e aferidas novamente.

3.5 Análise dos dados

3.5.1 Estatística descritiva

Inicialmente, os dados foram analisados por meio da estatística descritiva, segundo Vieira et al. (2002), obtendo-se média, variância, desvio padrão, mínimo, máximo, coeficiente de variação, assimetria e curtose. Foi utilizado o teste Ryan Joner para verificar a normalidade dos dados.

3.5.2 Análise de variância

A análise dos dados foi realizada pela análise de variância, e quando significativa foi aplicado o teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade para comparação de médias. As interações dos tratamentos foram desdobradas independente da significância.

3.5.3 Controle estatístico de qualidade

Para averiguar a estabilidade do processo serão utilizadas as cartas de controle a partir dos limites inferior (LIC) e superior de controle (LSC) (TRINDADE et al. 2000).

$$LM = \mu \quad (1)$$

$$LSC = \mu + \sigma \quad (2)$$

$$LIC = \mu - \sigma \quad (3)$$

em que,

LM: linha média;

μ : média das medias dos subgrupos;

LSC: limite superior de controle;

σ : desvio médio;

LIC: limite inferior de controle.

Quando o cálculo do LIC resultou em valores negativos, considerou-se o mesmo com valor nulo (LIC = 0).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise descritiva

Existe grande variabilidade dos dados e pode ser constatado pelos elevados valores de amplitude, desvio-padrão e coeficiente de variação, o que resultou num afastamento entre a média e a mediana (Quadro 2). Tais resultados mostram que não houve uniformidade nas perdas. Houve maior concentração de pontos em torno de valores menores que a média, uma vez que os coeficientes de assimetria e curtose são positivos. Assim, a média dos dados de distribuição se concentram próximos a 61,60 kg ha⁻¹, tendo seu ponto de equilíbrio representado no gráfico de distribuição (Figura 3b), onde a altura de cada retângulo representa a frequência absoluta com que o valor de cada classe ocorre no conjunto de dados (BANZATTO et al. 2015). O coeficiente de variação (64,03%) mostrou uma variabilidade dos resultados, sendo considerado muito elevado (PIMENTEL GOMES, 1990).

QUADRO 2. Estatística descritiva dos dados de perdas na colheita.

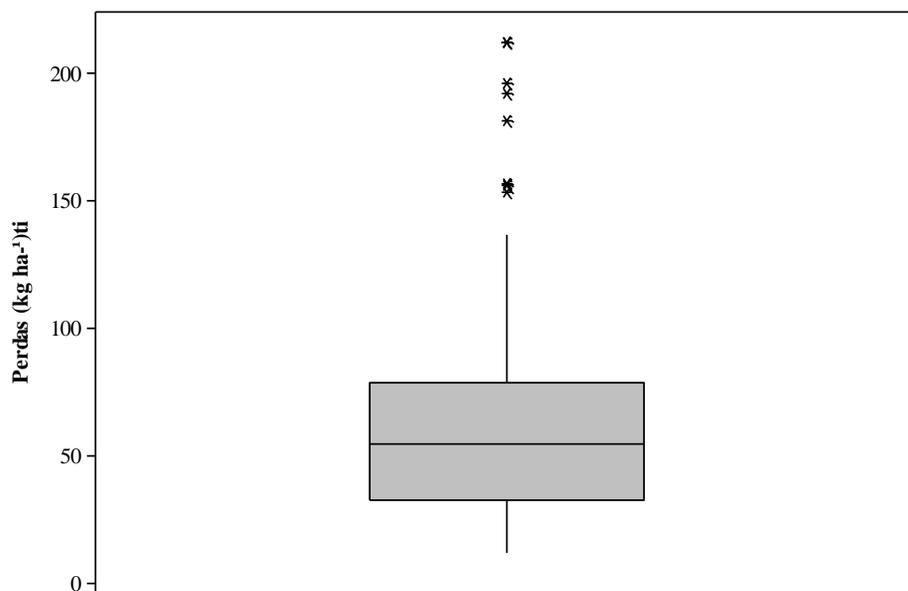
Parâmetros	Perdas (kg ha ⁻¹)
Média	61,60
DP	39,45
Variância	1556,05
CV	64,03
Mínimo	11,99
Mediana	54,79
Máximo	211,82
Amplitude	199,83
Assimetria	1,46
Curtose	2,65
Probabilidade	<0,01**

* $p \geq 0,05$ dados normais, não significativo - simétrico; ** $p < 0,05$ dados não normais, significativo - assimétrico. DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação;

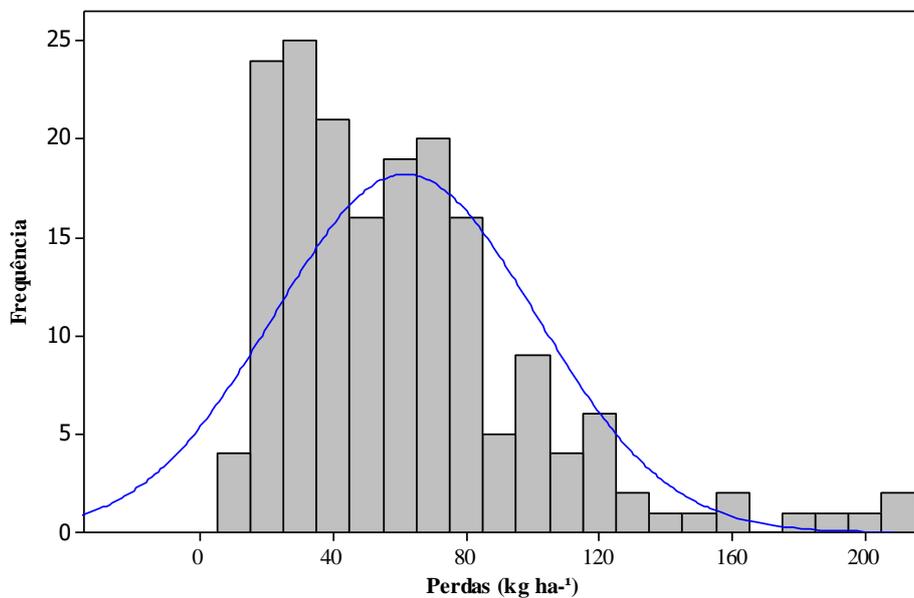
A distribuição é considerada assimétrica devido a probabilidade (p) ser $< 0,05$, diferindo entre si a moda, média e mediana (BANZATTO et al. 2015).

Observa-se que existe leve alongamento da curva de distribuição mais à direita, consequência do coeficiente de assimetria positivo, decorrente da concentração de

pontos abaixo da média (Figura 3b). O coeficiente de curtose, por ser positivo, apresentou um afilamento maior em relação à normal, denominada leptocúrtica. Pelo gráfico de Box Plot (Figura 3a), observa-se a ocorrência de pontos discrepantes (outliers) que fizeram parte do processo, indicando a ocorrência de causas especiais, neste caso, perdas elevadas



a



b

FIGURA 3. Distribuição de frequência e boxplot para as perdas.

4.2 Análise de variância

Houve efeito significativo nas perdas de colheita para as duas colhedoras e entre as armações (Quadro 3). A velocidade de colheita não apresentou efeito entre as três velocidades de trabalho. No entanto, observa-se que houve interação significativa entre os fatores colhedora e velocidade de deslocamento. Mesquita et al. (2001a) afirmam haver tendência de menores perdas quando as colhedoras operam em velocidades abaixo de 7 km h⁻¹, o que se relacionou com as perdas da C2, que quando submetida as velocidades mais baixas registrou uma menor perda.

QUADRO 3. Síntese dos valores da análise de variância e do teste de médias para perdas na colheita.

Colhedora (C)	Perdas (kg ha ⁻¹)
C1	72,71 a
C2	50,48 b
Velocidade (V)	
5 km h ⁻¹	65,05 a
6 km h ⁻¹	64,78 a
7,0 km h ⁻¹	54,97 a
Armação	
Retangular (1 m ²)	73,92 a
Quadrado (4 x 0,25 m ²)	63,02 a
Redondo (4 x 0,25 m ²)	47,86 b
Teste F	
Colhedora (C)	19,99**
Velocidade (V)	1,78 ns
Armação (A)	9,24**
C x V	15,67**
C x A	0,98 ns
V x A	1,15 ns
C x V x A	0,83 ns
C.V. (%)	54,15

ns: não significativo ($p > 0,05$); *: significativo ($p < 0,05$); **: significativo ($p < 0,01$); C.V.: coeficiente de variação. Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

A Colhedora 1 (C1) não apresentou diferença de perdas nas velocidades 5 e 6 km h⁻¹, diferindo apenas na velocidade 7 km h⁻¹, na qual apresentou menor perda (Quadro 4). No entanto, na colhedora 2 (C2) o efeito da maior velocidade (7 km h⁻¹) foi ao contrário, proporcionando a maior perda. Portanto, a colhedora apresentou uma tendência de que com o aumento da velocidade há um acréscimo nas perdas (C2). Já, a colhedora C1 apresentou uma tendência inversa na menor velocidade a C2. A

plataforma de esteira presente na C1 pode ser a causa da menor perda na velocidade de 7 km h⁻¹, quando tem maior fluxo de massa.

Analisando o comportamento das colhedoras dentro de cada velocidade (Quadro 4), observa-se que trabalhando a 5 e 6 km h⁻¹ a colhedora 2 apresentou menor perda. Na velocidade 7 km h⁻¹ não houve efeito das colhedoras nos resultados.

QUADRO 4. Síntese do desdobramento da interação para colhedoras x velocidades de deslocamento.

Colhedoras	Velocidade (km h ⁻¹)		
	5	6	7
C1	77,07 aA	84,82 aA	56,26 aB
C2	32,87 bB	45,28 bB	73,30 aA
Causas de variação			
C x V – coluna	Fator C d. V1	Fator C d. V2	Fator C d. V3
Fcalculado	26,33**	21,07**	3,92**
V x C – linha	Fator V d. C1	Fator V d. C2	--
Fcalculado	5,88**	11,56**	--

ns: não significativo (p>0,05); *: significativo (p<0,05); **: significativo (p<0,01); Letras minúscula iguais na coluna, e maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Mesmo não tendo ocorrido significância no teste de F a 5% para colhedoras x velocidades e velocidades x armações, fez-se o desdobramento das interações.

Assim, a perda coletada pela armação quadrada não diferiu estatisticamente entre as duas colhedoras do estudo (Quadro 5). Nas outras armações a C1 sempre teve a maior perda.

QUADRO 5. Síntese do desdobramento da interação para colhedoras x armações de coleta.

Colhedoras	Armações de coleta		
	Retangular	Quadrado	Redondo
C1	89,51 aA	70,12 aB	58,53 aB
C2	58,34 bA	55,92 aA	37,19 bB
Causas de variação			
A x C – coluna	Fator C d. A1	Fator C d. A2	Fator C d. A3
Fcalculado	13,09**	2,72 ns	6,14*
C x A – linha	Fator A d. C1	Fator A d. C2	--
Fcalculado	6,61**	3,61**	--

ns: não significativo (p>0,05); *: significativo (p<0,05); **: significativo (p<0,01); Letras minúscula iguais na coluna, e maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Contudo, analisando todos os resultados percebe-se que a armação redonda não conseguiu identificar as perdas de forma eficiente se comparado com a retangular sempre apresenta valor menor. E a armação quadrada foi a que mais se aproximou do resultado da armação retangular.

As armações não apresentaram efeito nas diferentes de velocidades de trabalho da colhedora (Quadro 6). No entanto, as perdas coletadas dentro das armações variaram em cada velocidade. A armação redonda apresentou os menores valores de perdas, obtendo um resultado discrepantes em relação à armação retangular nas velocidades 5 e 7 km h⁻¹. Na velocidade de 6 km h⁻¹ não houve diferença estatística entre as armações, mas observa-se que esta velocidade apresentou as maiores perdas independentemente das armações utilizadas.

QUADRO 6. Síntese do desdobramento da interação para velocidades x armações de coleta.

Velocidade (km h ⁻¹)	Armações de coleta		
	Retangular	Quadrado	Redondo
5	72,93 aA	52,14 aB	39,83 aB
6	76,67 aA	61,12 aA	57,38 aA
7	72,18 aA	75,80 aA	46,36 aB
Causas de variação			
V x A - coluna	Fator V d. A1	Fator V d. A2	Fator V d. A3
Fcalculado	0,10 ns	2,56 ns	1,41 ns
A x V - linha	Fator A d. V1	Fator A d. V2	Fator A d. V3
Fcalculado	5,03**	1,88 ns	4,63*

ns: não significativo ($p > 0,05$); *: significativo ($p < 0,05$); **: significativo ($p < 0,01$); Letras minúscula iguais na coluna, e maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

4.3 Controle de qualidade

Nas cartas de controle para as perdas de soja pode-se observar que houveram extrapolações dos limites superiores dos dados para as duas colhedoras do estudo, caracterizando o processo como instável (Figura 4). No entanto, a colhedora C2 apresentou a menor variabilidade das médias, uma vez que há um menor intervalo entres os limites inferior e superior de controle. Ademais, a menor média de perdas foi com a colhedora C2. Ambas as colhedoras apresentaram pontos acima de 60 kg/ha, limite de tolerância aceito no Brasil.

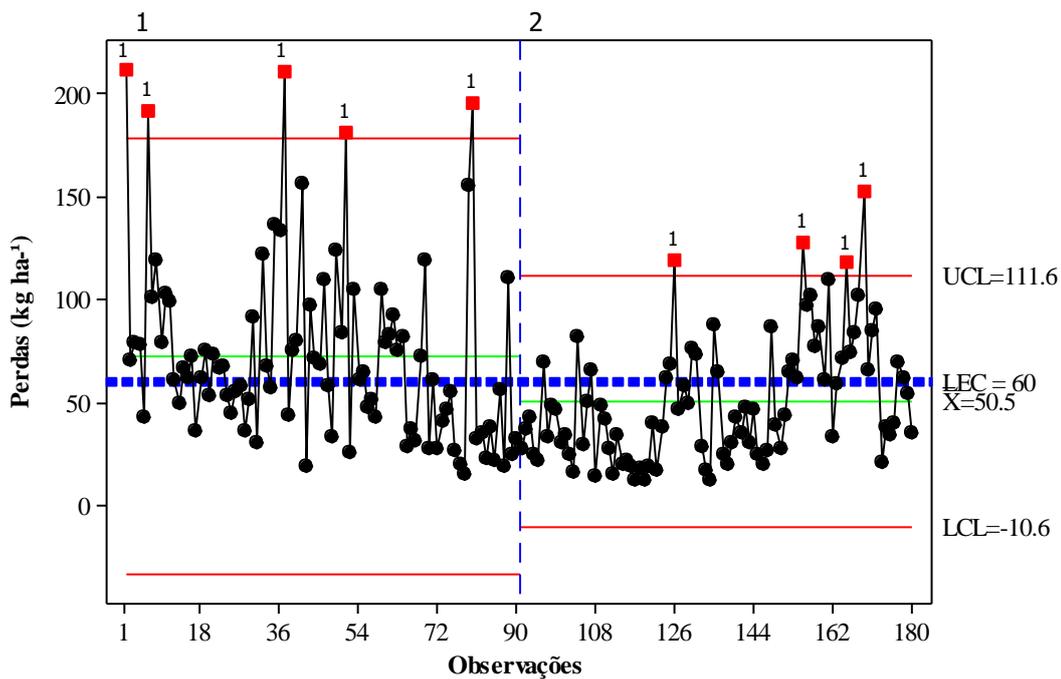


FIGURA 4. Cartas de controle para as perdas considerando as colhedoras (1 – S660 e 2 – STS9670).

Pode-se observar que houve estrapolação do limite superior nas três velocidades do estudo, ou seja, o processo foi instável (Figura 5). A menor velocidade de deslocamento (5 km h^{-1}) proporcionou menor média de perdas, mas não apresentou uma diferença em relação às outras duas (6 e 7 km h^{-1}). No entanto, nesta baixa velocidade (5 km h^{-1}) o grau de variação dos valores foi bem menor.

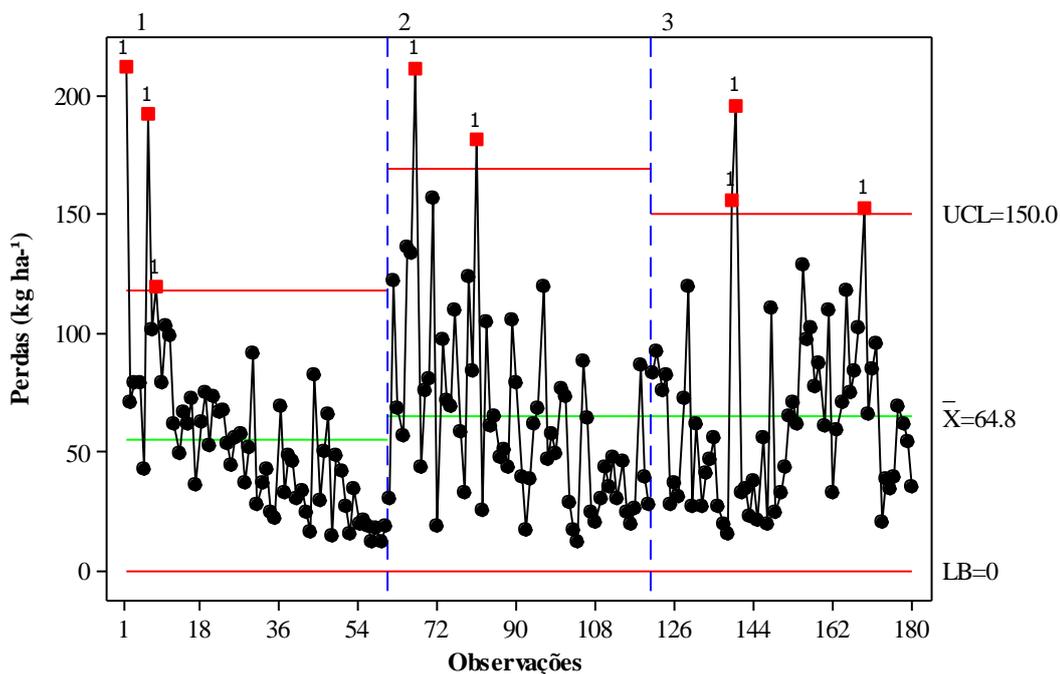


FIGURA 5. Cartas de controle para as perdas considerando as velocidades de deslocamento (1 – 5 km h⁻¹, 2 – 6 km h⁻¹ e 3 – 7 km h⁻¹).

As cartas de controle das perdas, considerando as armações (Figura 6), mostra que a armação quadrada foi a que mais se assemelhou a armação retangular. Além disto, a variabilidade entre os dados mostrou-se um pouco menor que a retangular, sendo um indicativo de que a armação quadrada também pode ser utilizada para quantificação de perdas produzidas pela colheita mecanizada.

Em relação a armação circular observa-se que não houve esse mesmo comportamento, ou seja, seus resultados não servem como indicativo para mensurar perdas em campo (Figura 6).

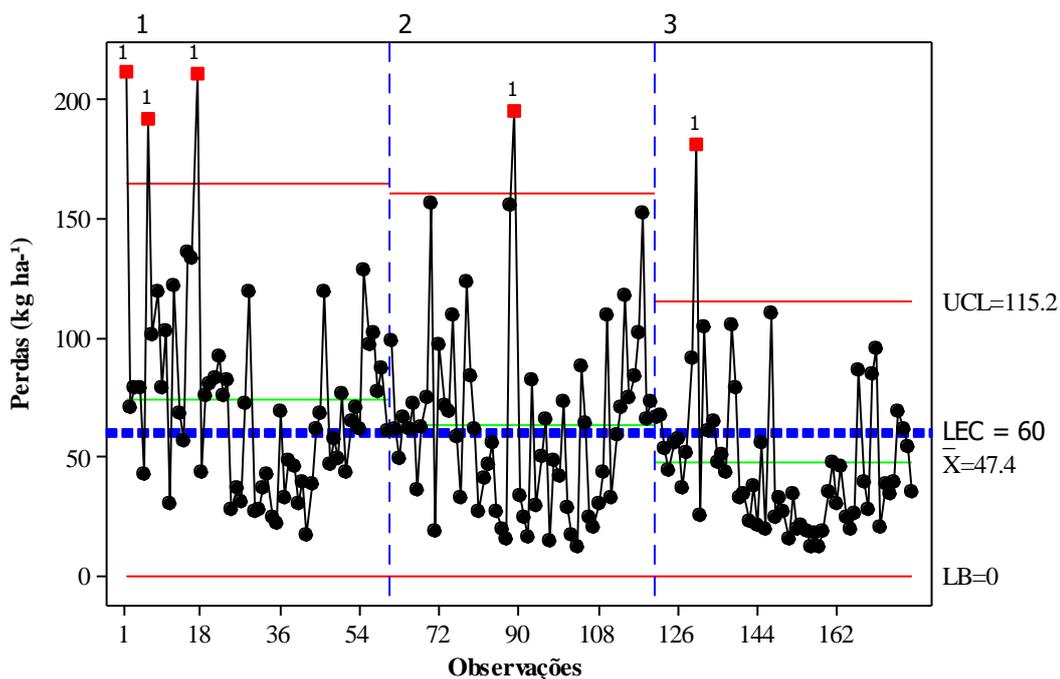


FIGURA 6. Cartas de controle para as perdas considerando as armações (1 – Embrapa, 2 – Quadrado e 3 - Redondo).

A carta de controle para perdas considerando as colhedoras trabalhando em todas as velocidades do estudo (Figura 7), mostrou comportamento estável apenas com a colhedora C1 com velocidade de trabalho de 6 km h^{-1} , contudo, suas perdas apresentaram a maior variação dos valores quando comparada com todos os outros tratamentos. A colhedora C2, independentemente da velocidade de trabalho, apresentou uma menor variação de perdas do que a colhedora C1.

De forma geral, comparando todos os tratamentos (Figura 7), a colhedora C2 a uma velocidade de trabalho baixa (5 km h^{-1}) apresentou o melhor resultado, uma vez que apresentou menor perda de soja. Percebe-se ainda que há uma tendência de aumentar as perdas com o aumento da velocidade para colhedora C2.

Os valores da C1 quando submetida a velocidade de 7 km h^{-1} se mantiveram abaixo do limite tolerável para perdas no Brasil, já a C2 quando submetida a mesma velocidade (7 km h^{-1}) apresentou valores acima do limite tolerado.

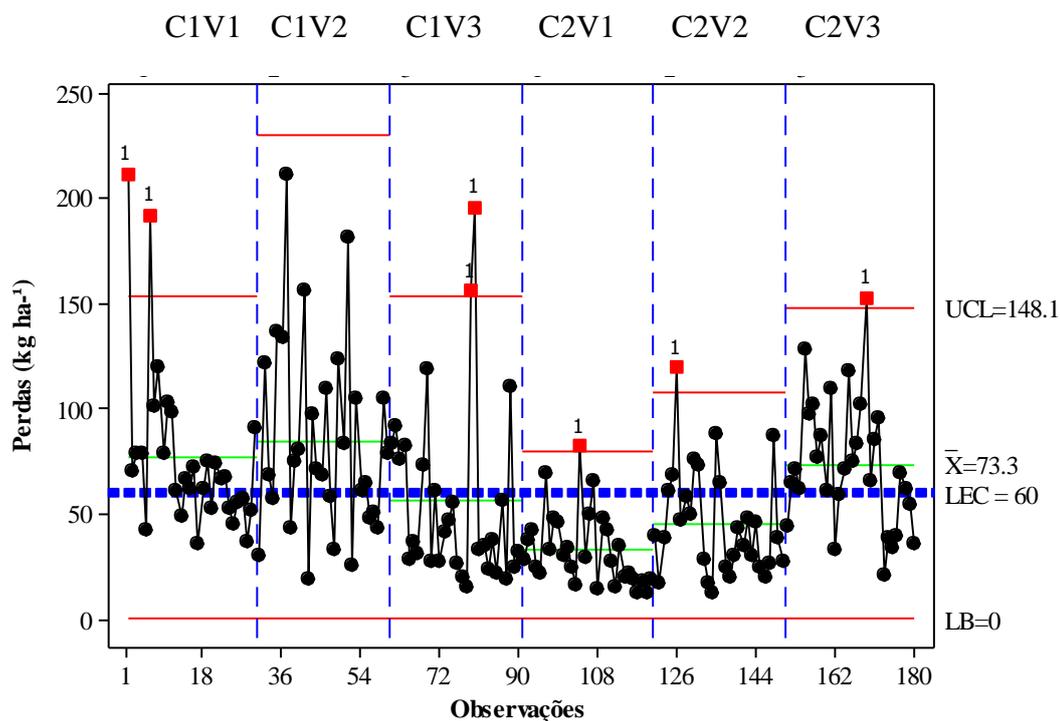


FIGURA 7. Cartas de controle para as perdas considerando as colhedoras (C1 – S660 e C2 – STS9670) (V1 – 5 km h⁻¹, V2 – 6 km h⁻¹ e V3 – 7 km h⁻¹).

Analisando as duas colhedoras de soja trabalhando com diferentes velocidades, constataram que conforme a velocidade aumentava maior eram a perdas de soja na C2, já para a C1 não houve essa conformidade, observando que registrou maiores perdas na velocidade de trabalho de 6 km h⁻¹ e menores perdas na velocidade de trabalho de 7 km h⁻¹ (CARVALHO FILHO et al., 2005). Desta forma, os autores concluíram que o tempo de uso da colhedora e a velocidade de deslocamento interferem nas perdas da colheita. Para este trabalho a colhedora 2 também apresentou o mesmo resultado quando analisado a velocidade de trabalho.

No entanto, para Campos et al. (2005) a velocidade de deslocamento não influenciou significativamente nas perdas de grãos, e mostrou que a tendência das perdas em função da idade de uso das máquinas é de que as mais novas (0 a 5 anos) apresentem valores menores. Contudo, observaram que colhedoras mais antigas (6 a 10 anos) não foi motivo relevante para a ocorrência de perdas, uma vez que à ação de outros fatores, como o estado de conservação da máquina, a taxa de utilização anual, além da experiência do operador que influenciam nas perdas na colheita.

Portanto, as perdas não são advindas em função da idade das máquinas, mas pela falta de regulagem adequada das colhedoras e falta de treinamento dos operadores (PINHEIRO NETO, 2004), o que pode explicar os dados discrepantes que ocorreram neste trabalho, uma vez que três operadores conduziram a colheita deste experimento.

Cortez et al. (2006) também compararam armações para quantificar perdas na colheita na cultura do amendoim. Utilizaram um gabarito de recomendação da Embrapa (retangular) e compararam com o uso de armação circular e quadrada. Eles constataram que a armação retangular e quadrada não diferiram nos níveis de perdas, mas encontraram um aumento de 36,0% em relação à armação circular. Resultado semelhante a este trabalho em que houve essa mesma tendência, ou seja, a armação quadrada pode substituir a armação retangular padrão na quantificação de perdas.

Deve se levar em conta também as condições climáticas no momento da coleta dos dados da colhedora C1 nas velocidades 1 e 2. Nos dias que antecederam a coleta e no dia dela ocorreu precipitação de chuvas influenciando o aumento de perda de grãos durante a colheita das plantas. É possível observar que as perdas de grãos da colhedora C1 na velocidade 3 foram menores, pois a coleta dos dados da mesma foram feita alguns dias depois, junto com as coletas da C2, quando o clima estava quente e seco, justificando a redução nas perdas mesmo que submetida a uma velocidade muito elevada.

5 CONCLUSÕES

O método de avaliação de perdas retangular é o mais recomendado para o levantamento de perdas na colheita. A armação quadrada com área de 0,25 m² pode ser utilizada substituindo a armação retangular, já armação redonda não pode ser utilizada pois seus resultados não servem como indicativo para mensurar as perdas.

O aumento da velocidade indica o aumento de perdas.

A colhedora 2, que possui um sistema de plataforma convencional, apresentou menores perdas nas menores velocidades de trabalho.

A colhedora 1, que possui esteira na plataforma, apresenta menor perda submetida a maior velocidade de trabalho

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILA, L.S.H; AGUILA, J.S.; THEISEN, G. **Perdas na Colheita na Cultura da Soja**. Pelotas: Embrapa, 2011. 12 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79567/1/comunicado-271.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2017.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. Experimentação agrícola. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p

CÂMARA, G. M. S.; HEIFFIG, L. S. Soja: **Colheita e Perdas**. Piracicaba, SP, Brasil. Edição especial, p. 36, 2006.

CÂMARA, Felipe Thomaz da et al. Influência da área de amostragem na determinação de perdas totais na colheita de soja. *Ciência e Agrotecnologia*. Editora da Universidade Federal de Lavras (UFLA), v. 31, n. 3, p. 909-913, 2007. Disponível em . Acesso em 10 jul. de 2018.

CAMPOS, M. A. O.; SILVA, R. P.; CARVALHO FILHO, A.; MESQUITA, H. C. B.; ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, SP, v. 25, n. 1, p. 207-213, 2005.

CARVALHO FILHO, A.; CORTEZ, J. W. SILVA, R. P. da; ZAGO, M. de S. Perdas na colheita mecanizada da soja no triângulo mineiro. **Revista Nucleus**, v.3, n.1, out./abr. 2004/2005.

COMPAGNON, A. M. SILVA, R.P.; CASSIA, M.T.; GRATT, D.; VOLTARELLI, M.A. Comparação entre métodos de perdas na colheita mecanizada de soja. **Scientia Agropecuaria**, n. 3, p.215-223, 2012.

CORTEZ, Jorge Wilson; SILVA, Rouverson Pereira da ; SANT'ANA, Cassius ; FURLANI, Carlos Eduardo Angeli ; TABILE, Rubens André ; TOLEDO, Anderson

de . Perdas na colheita do amendoim na fase de arranquio. In: IV ENCONTRO SOBRE A CULTURA DO AMENDOIM, 2007, Jaboticabal. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, 2007.

CORTEZ, Jorge Wilson; SILVA, Rouverson Pereira da ; SANT´ANA, Cassius ; FURLANI, Carlos Eduardo Angeli ; TABILE, Rubens Andr e ; TOLEDO, Anderson de . Perdas na colheita do amendoim na fase de recolhimento. In: IV ENCONTRO SOBRE A CULTURA DO AMENDOIM, 2007, Jaboticabal. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, 2007.

EMATER - Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Perdas na Colheita Mecanizada da SOJA - Safra 2012/2013**. Curitiba: Emater, 2013. 17 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produ o de soja**: Paraná: Londrina, 195p., 2002. 195p. Sistemas de produ o 2

EMBRAPA. Metodologia evita desperdício na colheita de soja. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/10037129/metodologia-evita-desperdicio-na-colheita-de-soja>>. Acesso em: 04 jul. 2018.

EMBRAPA SOJA. **Soja em números (safra 2016/2017)**. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil (2^a aproxima o)**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66 p. (PRODEPEF. Série Técnica, 11).

GUIMARÃES SOBRINHO, J. B. Manual do produtor: **como evitar desperdícios nas colheitas da soja, do milho e do arroz**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1998. p. 19-22.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: . Acesso em: 12 jul. 2018.

MANTEUFEL, M.A. **Avaliação de desempenho de duas plataformas de corte para colhedoras de grãos**. 2012. 33 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Horizontina, Horizontina, 2012.

MAZETTO, F. R. **Avaliação dos desempenhos operacional e energético e da ergonomia de colhedoras de soja (glycine max (L.) Merrill) no sistema de plantio direto**. 118 f. Tese. (Doutorado em Concentração em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu, SP, Brasil, 2008. Disponível em: . Acessado em: 12 jul. 2018.

MESQUITA, C. de M.; COSTA, N. P.; MANTOVANI, E. C.; ANDRADE, J. G. M.; FRANÇA NETO, J. B.; SILVA, J. G.; FONSECA, J. R.; PORTUGAL, F. A. F.; MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P. Perdas durante a colheita da soja são subestimadas. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n. 5, p.124-126, jan. 2006.

MESQUITA, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A. **Medidor de perdas na colheita de soja e trigo**. Londrina: EMBRAPA Soja, 1982. 8 p. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, 15).

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Caracterização da colheita mecanizada da soja no Paraná. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.197-205, 2001a

PINHEIRO NETO, R., 2002. Minimizando as Perdas. **Revista Plantio Direto**, Pelotas, RS. Edição 33, p. 18-21, 2004

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. São Paulo, **Nobel**, 12 ed., 467p., 1990.

PORTELLA, J. A. Perdas quali-quantitativas de trigo em diferentes épocas de colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. CD-ROM

SANT'ANA, C. Colheita mecanizada de amendoim na região da Alta Mogiana – SP. 2007. 35f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal.

SCHANOSKI, R. RIGHI, E. Z.; WERNER, V. Perdas na colheita mecanizada de soja (Glycine max) no município de Maripá - PR. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 11, p.1206-1211, out. 2011.

SEDIYAMA,T.; SILVA, F.; BORÉM, A.. **Soja do Plantio à Colheita**. 22 ed. Viçosa - MG, UFV, 2015. p.323-324.

SILVA, R.P.; CAMPOS, M.A.O.; MESQUITA, H.C.B.; ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de milho no triângulo mineiro e Alto Paranaíba-MG. **FAZU em Revista**, Uberaba, v.1, n.1, p.3- 10, 2004.

SILVEIRA, J.M.; CONTE, O. **Determinação de perdas na colheita de soja**: Copo medidor da Embrapa. Londrina: Embrapa, 17p., 2013.

TANAKA, E.M. PARMEGANI², G.C.; FERREIRA, M.C.; OLIVEIRA, D.T.; FAVONI, V.A. Avaliação de diferentes métodos de amostragem de perdas totais na colheita de soja. **Anais do 1º Encontro Internacional de Ciências Agrárias e Tecnológicas**, Dracena, p.1-10, set. 2016.

TRINDADE, C.; REZENDE, J.L.P; JACOVINE, L.A.G.; SARTÓRIO, M.L. Ferramentas da qualidade: aplicação na atividade florestal. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 124p, 2000.

VIEIRA, S.R.; MILLETE, J.; TOPP, G.C. & REYNOLDS, W.D. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V. & COSTA, J.M., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.2. p.1-45, 2002.