

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**FELIPE CAGOL**

**PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA (*Glycine max* (L.)  
Merril) NO MUNICÍPIO DE PRANCHITA-PR**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2017**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**FELIPE CAGOL**

**PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA (*Glycine max* (L.)  
Merril) NO MUNICÍPIO DE PRANCHITA-PR**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO  
2017**

FELIPE CAGOL

**PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA (*Glycine max* (L.)  
Merril) NO MUNICÍPIO DE PRANCHITA-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Alcir José Modolo

PATO BRANCO

2017

**Cagol, Felipe**

**Perdas na colheita mecanizada de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no município de Pranchita – PR/ Felipe Cagol.**

**Pato Branco. UTFPR, 2016**

**51 f. : il. ; 30 cm**

**Orientador: Prof. Dr. Alcir José Modolo**

**Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2017.**

**Bibliografia: f. 42 – 46**

**1. Sistema de trilha. 2. Colhedoras. 3. Plataforma de corte. I. Modolo, Alcir José, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. III. Título.**

**CDD: 630**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Pato Branco  
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias  
**Curso de Agronomia**



**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**Trabalho de Conclusão de Curso - TCC**

**PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA (*Glycine max* (L.)  
Merril) NO MUNICÍPIO DE PRANCHITA-PR**

por  
FELIPE CAGOL

Monografia apresentada às 10 horas e 00 min. do dia 20 de junho de 2017 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos membros abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

**Prof. Dr. Edson Roberto Silveira**  
UTFPR

**Prof. Eng. Agr. Maicon Sgarbossa**  
UTFPR

**Prof. Dr. Alcir José Modolo**  
UTFPR  
Orientador

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR Câmpus Pato Branco-PR, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

Dedico este trabalho a Deus, por ser essencial em minha vida. Aos meus pais Lóris e Ivone, por todo o apoio e incentivo que me foi dado durante esta etapa tão importante da minha vida. A minha esposa Suellen, exemplo de companheira, pelo carinho, paciência, e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre. Enfim, a toda minha família, meu bem mais precioso.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, autor da minha vida, que me guiou e iluminou durante esta caminhada. Por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais, irmã e a minha esposa, por acreditarem em mim e em meu sonho. Que com muito carinho e apoio incondicional, não mediram esforços para que eu chegasse a concluir mais essa etapa.

Aos professores que fizeram parte da minha formação acadêmica, por transmitirem seus conhecimentos e sua amizade durante essa caminhada, e por criarem em mim uma grande admiração pela ciência.

Ao meu orientador Professor Alcir José Modolo, exemplo de profissional e grande amigo, que pela sabedoria, paciência, atenção e incentivo em suas orientações, tornou possível o término deste trabalho de conclusão de curso.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pelo excelente ambiente oferecido aos seus alunos, e profissionais qualificados que disponibiliza.

Meu agradecimento aos meus colegas e amigos, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade, que fizeram parte da minha formação e que com certeza continuarão presentes em minha vida.

Enfim a todos que de algum modo fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Ser sábio não é dizer tudo o que sabe. É saber tudo o que diz”.

Autor Desconhecido

.



## RESUMO

CAGOL, Felipe. Perdas na colheita mecanizada de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no município de Pranchita-Pr. 51 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

Apesar da alta tecnologia que os agricultores dispõem atualmente em relação as colhedoras para soja, ainda ocorrem muitas perdas na colheita mecanizada de grãos, diminuindo o lucro dos produtores. Razão essa pelo qual objetiva-se com esse trabalho caracterizar as perdas mecanizadas de grãos na cultura da soja (*Glycine max*) em lavouras comerciais do município de Pranchita – PR. As inspeções foram realizadas na safra 2016/2017 em propriedades rurais que possuíam ao menos uma colhedora. Todas as avaliações foram realizadas com a presença do operador da máquina, a fim de evitar qualquer contato operacional com a mesma. O levantamento dos dados foi realizado no município de Pranchita – PR, localizado no sudoeste paranaense, totalizando 29 colhedoras em diferentes propriedades. Durante a inspeção, avaliou-se parâmetros referentes à máquina (tempo de uso e sistema de trilha), ao operador (escolaridade, participação em treinamentos e tempo de profissão) e à lavoura (altura de plantas e inserção da primeira vagem, presença de acamamento e plantas daninhas, umidade dos grãos na colheita e produtividade). Os dados foram submetidos a uma análise exploratória, por meio de estatística descritiva. As colhedoras apresentaram perda média de 94,58 kg ha<sup>-1</sup>. As principais causas das perdas foram associadas a utilização de máquinas com mais de 10 anos de uso, baixa altura de inserção da primeira vagem, umidade de grão na colheita acima da recomendada e falta de preparo e treinamento dos operadores. As máquinas mais novas apresentaram menores perdas quando comparadas com as mais antigas. As maiores perdas ocorreram na plataforma de corte, sendo 72,96%, enquanto que os sistemas de trilha e separação e limpeza foram responsáveis por 27,04% das perdas relacionadas as máquinas.

**Palavras-chave:** Sistema de trilha. Colhedoras. Plataforma de corte.

## ABSTRACT

CAGOL, Felipe. Losses in the mechanized harvest of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) in the municipality of Pranchita-Pr. 51 f. TCC (Course of Agronomy), Federal Technological University of Paraná. Pato Branco, 2017.

Despite the high technology that farmers currently have in relation to soy harvesters, there are still many losses in mechanized harvesting of grains, thus diminishing farmers profits. This is the purpose of this work to characterize the mechanized losses of grains in the soybean crop (*Glycine max*) in commercial crops of the region of Pranchita – PR. Inspections were carried out in the 2016/2017 harvest on rural properties that owned at least one harvester. All evaluations were performed with the presence of the machine operator in order to avoid any operational contact with the machine. The data collection was carried out in the municipality of Pranchita – PR located in the southwest of Paraná, totaling 29 harvesters in different properties. During the inspection, parameters related to the machine (time of use and trail system), operator (schooling, participation in training and time of profession) and cropping (height of plants and insertion of the first pod, presence of lodging were evaluated And weeds, grain moisture at harvest and productivity). Data were submitted to an exploratory analysis, using descriptive statistics. Harvesters had an average loss of 94.58 kg ha<sup>-1</sup>. The main causes of losses were associated with the use of machines with more than 10 years of use, low insertion height of the first pod, grain moisture at harvest above recommended and lack of training and training of operators. The newer machines presented lower losses when compared to the older machines. The largest losses occurred in the cutting platform, being 72.96%, while the track and separation and cleaning systems accounted for 27.04% of the losses related to the machines.

**Keywords:** Track system. Harvesters. Cutting platform

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Armação de madeira utilizada nas avaliações de perdas na colheita mecanizada de grãos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2017. ....	28
Figura 2 – Avaliação de perda natural (P), na plataforma de corte (C) e sistema de trilha (T). UTFPR, Campus Pato Branco, 2017 .....	29
Figura 3 – Tempo de uso (A) e sistema de trilha das colhedoras (B) utilizadas na colheita de soja no município de Pranchita - PR. UTFPR, Campus Pato Branco, 2017. ....	31
Figura 4 – Tempo de profissão (A) e realização de treinamento (B) dos operadores das colhedoras utilizadas na colheita de soja no município de Pranchita - PR. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2017. ....	33
Figura 5 – Altura de inserção da primeira vagem (A), e percentual de umidade dos grãos de soja no município de Pranchita - PR. UTFPR, Campus Pato Branco, 2017. ....	34
Figura 6 – Perdas na colheita mecanizada de soja, oriunda da plataforma de corte, sistema de trilha, e perdas totais no município de Pranchita - PR. UTFPR, Campus Pato Branco, 2017. ....	36
Figura 7 – Perdas totais (kg ha <sup>-1</sup> ) e porcentagens de perdas na colheita mecanizada de soja em função da idade das máquinas no município de Pranchita - PR. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2017. ....	38

## LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMATER	Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPARDES	Instituto Paranaense de desenvolvimento Econômico e Social
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento
MG	Unidade da Federação – Minas Gerais
PR	Unidade da Federação – Paraná
SEAB	Secretaria Estadual da Agricultura e Abastecimento
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

## LISTA DE ABREVIATURAS

ha	Hectare
Kg ha <sup>-1</sup>	Quilogramas por hectare
Km <sup>2</sup>	Quilômetros quadrados
Km h <sup>-1</sup>	Quilômetros por hora
m <sup>2</sup>	Metros quadrados

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
R\$	Reais

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
2.1 GERAL .....	17
2.2 ESPECÍFICOS .....	17
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
3.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA SOJA .....	18
3.2 MÉTODOS DE COLHEITA DA SOJA .....	19
3.3 COLHEDORAS AUTOMOTRIZES DE SOJA.....	20
3.3.1 Corte e alimentação .....	20
3.3.2 Trilha e separação.....	21
3.3.2.1 Sistema convencional.....	21
3.3.2.2 Sistema axial .....	21
3.3.3 Sistema de limpeza .....	22
3.3.4 Distribuição de palha .....	23
3.3.5 Sistema de armazenamento e descarga de grãos .....	23
3.4 PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DA SOJA .....	24
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
4.1 LOCAL E NÚMEROS DE AMOSTRAS .....	26
4.2 PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO.....	26
4.3 PARÂMETROS AVALIADOS .....	26
4.3.1 Parâmetros avaliados referentes à máquina .....	26
4.3.1.1 Tempo de uso, marca e modelo da máquina, velocidade de trabalho e sistema de trilha .....	26
4.3.2 Parâmetros avaliados referentes ao operador .....	27
4.3.2.1 Escolaridade e tempo de profissão .....	27
4.3.3 Parâmetros avaliados referentes à lavoura .....	27
4.3.3.1 Umidade dos grãos na colheita .....	27
4.3.3.2 Altura de plantas e de inserção da primeira vagem .....	27
4.3.3.3 Presença de acamamento e plantas daninhas.....	28
4.3.3.4 Produtividade de grãos.....	28
4.4 QUANTIFICAÇÕES DAS PERDAS .....	28
4.4.1 Quantificação das perdas naturais .....	29
4.4.2 Quantificação das Perdas na Plataforma de Corte .....	29
4.4.3 Quantificação das Perdas no Sistema de Trilha.....	29

4.4.4	Quantificação das Perdas em Porcentagens .....	30
4.5	ANÁLISE DOS DADOS.....	30
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>31</b>
5.1	TEMPO DE USO E SISTEMA DE TRILHA .....	31
5.2	TEMPO DE PROFISSÃO E REALIZAÇÃO DE TREINAMENTO.....	32
5.3	PARÂMETROS AVALIADOS REFERENTES À LAVOURA.....	33
5.4	QUANTIFICAÇÃO DAS PERDAS.....	35
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>41</b>
	REFERÊNCIAS.....	42
	APÊNDICES .....	47



## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é de origem asiática, mais precisamente da China. Conforme Mesquita et al. (2011) o cultivo de soja no Brasil surgiu no Rio Grande do Sul no início do século passado, e até aproximadamente o ano de 1950 foi muito utilizada nas propriedades rurais para alimentação de suínos.

Atualmente, é uma cultura de grande importância socioeconômica para o Brasil e uma das principais culturas da agricultura mundial e brasileira devido às suas várias formas de utilização, tanto na alimentação humana e animal como matéria-prima para abastecer diversos complexos agroindustriais.

O somatório das expectativas para a temporada 2016/2017 indica, para a oleaginosa, uma continuada tendência de crescimento da área plantada, atingindo o percentual de 1,8% em relação à safra passada, totalizando 33,86 milhões de hectares, com expectativa de produção de 113,01 milhões de toneladas (CONAB, 2017).

A cidade de Pranchita possui área total de 225,5 km<sup>2</sup>, divididos em 724 estabelecimentos agropecuários, totalizando uma área de 21.680 ha. A cidade é composta na sua grande maioria por estabelecimentos de até 30 ha, caracterizando o regime de agricultura familiar. No ano de 2015, segundo dados do IBGE, Pranchita teve área plantada com soja de 13.800 ha, com produção de 43.960 toneladas de grãos, e produtividade média de 3.186 kg ha<sup>-1</sup> (IPARDES, 2017).

A colheita é uma das atividades mais importantes na agricultura devido ao seu alto valor agregado, compreendendo operações custosas do processo produtivo e de alta demanda energética e, sua boa execução contribui para o retorno dos investimentos realizados em todo o ciclo produtivo de uma cultura (MAZETTO, 2008).

As perdas na colheita são influenciadas tanto por fatores inerentes à cultura em especial, como por fatores relacionados à colhedora (CARVALHO FILHO et al., 2005). O processo de produção da soja pode ser mecanizado, e uma das vantagens dessa mecanização é a regulagem a ser utilizada na colhedora. A regulagem deve ser adequada conforme a cultura, material genético, umidade do grão, velocidade da colhedora e finalidade dos grãos (CHIODEROLI et al., 2011).

As perdas na colheita na soja no Brasil, em virtude da falta de cuidados no decorrer da condução da lavoura ou na regulagem e operacionalização das colhedoras são estimados ente 3 e 10%, sendo que em alguns casos pode chegar até a casa dos 15%. Mas, os prejuízos podem ser reduzidos a 1% ou menos, para isso deve-se conhecer as causas que determinam as perdas, para que sejam adotados os procedimentos mais adequados para contorná-las (SEDIYAMA et al., 2015).

O município de Pranchita representa 2 a 3% na produção de soja do sudoeste do estado (Ipardes,2017) e por se tratar de uma região de característica predominante a agricultura familiar, onde em sua maioria utilizam máquinas antigas, torna-se necessário o desenvolvimento do trabalho.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Caracterizar as perdas mecanizadas de grãos da cultura da soja (*Glycine max*) em lavouras comerciais da região de Pranchita-PR na safra 2016-2017.

### 2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar e quantificar as perdas naturais da cultura da soja.

Avaliar e quantificar as perdas na colheita mecanizada de soja, ocorridas na plataforma de corte, sistema de trilha, separação e limpeza de colhedoras.

Identificar os principais fatores que influenciam nas perdas na colheita mecanizada de soja.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA SOJA

A cultura da soja (*Glycine max.* (L.) Merrill) da família fabaceae é considerada uma das principais leguminosas cultivadas no Brasil e no mundo, apresentando um importante papel socioeconômico. Esta leguminosa rica em proteínas e vitaminas, que no passado era somente utilizada na alimentação animal, produção de óleo vegetal e derivados, passou a ganhar espaço na mesa da população brasileira, na forma de enlatados, iogurtes e produtos integrais, provocando aumento na sua demanda e valor de mercado (FERREIRA et al., 2007).

De acordo com o Mapa (2016) no Brasil, a soja é a cultura que mais cresceu nas últimas três décadas, correspondendo cerca de 49% da área plantada em grãos do país.

No Brasil a área total de soja na safra 2016/2017, considerando as duas safras poderá chegar a 33,86 milhões de hectares, área que é 1,8% maior que a safra passada, podendo alcançar uma produção 113,01 milhões de toneladas de grãos, que será 18,4% maior que a última safra (CONAB, 2017).

No Paraná, segundo a CONAB (2017) na safra 2016/2017 a área plantada com a cultura poderá chegar a 5,25 milhões de hectares, tendo uma diminuição de 3,6% em relação à safra passada, podendo alcançar uma produção de 19,52 milhões de toneladas de grãos, 15,9% a mais que a safra anterior.

Embora o potencial produtivo de uma planta dependa essencialmente da sua constituição genética, a exteriorização dessa característica agrônômica fica dependente das condições do ambiente em que ela se encontra (URBEN FILHO; SOUZA, 1993).

A cultura da soja apresenta características de alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de modificações morfológicas da planta e em seus componentes do rendimento (PIRES et al., 2000).

Grandes números de fatores participam e interagem para determinar o rendimento de uma lavoura de soja, podem ser destacados os fatores

meteorológicos e os de manejo da cultura. No caso da soja, mesmo nas melhores condições de cultivo ocorre aborto de flores e de legumes (MARCHEZAN, 1982).

### 3.2 MÉTODOS DE COLHEITA DA SOJA

O momento ideal de colheita de uma lavoura de soja é no estágio R8, que corresponde à maturidade fisiológica, associado a umidade nos grãos de 13 a 15%, que seria ideal para trilha mecânica. Alguns produtores optam pela dessecação (herbicidas não seletivos) da cultura a campo para alcançar maior uniformidade na umidade dos grãos facilitando a colheita (SEDIYAMA et al., 2015). No momento indicado para a colheita, todas as plantas apresentam-se sem folhas e com as vagens secas (HEIFFIG; CÂMARA, 2006).

Segundo Heiffig e Câmara (2006), a colheita consiste em três etapas: corte, trilha e limpeza. No processo de corte são seccionadas a parte aérea das plantas onde estão contidos os grãos. No sistema de trilha ocorre a separação dos grãos do restante do material constituinte, já no sistema de limpeza visa retirar da massa de grãos as impurezas que o acompanham após a trilha.

De acordo com Sedyama et al. (2015) a colheita da soja pode ser manual, semi-mecanizada ou mecanizada. A colheita manual consiste no arranque ou corte das plantas, que posteriormente, são batidas com varras sobre lonas plásticas para realização da debulha. Na colheita semi-mecanizada, as plantas são cortadas por uma roçadeira motorizada costal de disco e debulhadas mecanicamente em trilhadoras estacionárias de alimentação manual. Já, na colheita mecanizada utiliza-se uma máquina denominada “colhedora combinada automotriz”, que em uma única passada faz as operações de corte, alimentação, trilha e limpeza, além do armazenamento temporário dos grãos. O processo exige que a cultura esteja uniformemente madura, sem ocorrência de plantas daninhas e que os grãos apresentem baixos teores de umidade.

### 3.3 COLHEDORAS AUTOMOTRIZES DE SOJA

A cultura de soja no Brasil se caracteriza pelo uso intenso da mecanização durante o processo de colheita, pois devido às incertezas climáticas podem ocorrer atrasos que prejudiquem a colheita dos grãos (MAZETTO, 2008).

Com a modernização da agricultura, realizando plantios comerciais em grandes áreas, e a redução do número de pessoas trabalhando na lavoura, combinadas com crescente aumento na população demandando maiores quantidades de alimentos, tem-se gerado uma crescente demanda de se mecanizar as etapas da produção agrícola. No caso da colheita, existe mais um fator envolvido, que é a qualidade do produto colhido (CARVALHO FILHO et al., 2005).

As colhedoras automotrizes apresentam cinco funções básicas que são: corte e alimentação, trilha e separação, limpeza, distribuição de palha e sistema de armazenamento e descarga de grãos (MAZETTO, 2008).

### 3.3.1 Corte e alimentação

O sistema de corte e alimentação é uma função desempenhada pela plataforma de corte. Segundo Portella (2000) as plataformas de corte são classificadas de três diferentes modos: rígidas, flexíveis e flutuantes. Na parte superior da plataforma de corte está localizado o molinete, que por meio de movimentos rotativos, alinha e direciona as plantas até a barra de corte, esta composta de navalhas serrilhadas que realizam movimentos horizontais a qual realiza a função de seccionar as plantas (HÖHER JUNIOR, 2000). O molinete também conduzirá o material cortado na barra de corte para o caracol de alimentação. Este direciona o produto para o canal alimentador, que através de uma esteira composta por correntes, leva o produto até o sistema de trilha (PORTELLA, 2000).

### 3.3.2 Trilha e separação

Trilha é o processo onde o grão é separado do restante da planta, separando-os dos restos de cultura (caule, espigas, vagens, panículas e folhas).

O processo de trilha e separação das colhedoras pode ser de dois diferentes sistemas, denominados convencional e axial.

### 3.3.2.1 Sistema convencional

Conhecido também como colhedora de fluxo radial. É o sistema mais comum e mais antigo encontrado nas colhedoras. A principal diferença no sistema convencional está no processo de separação, que é realizado pelo saca-palhas (HÖHER JUNIOR, 2000).

Nesse sistema o material colhido flui perpendicularmente ao eixo do cilindro trilhador (MORAES et al., 1996). O cilindro trilhador apresenta barras ranhuradas e um côncavo que recobre cerca de 25% do perímetro inferior do cilindro. Seu sistema também apresenta peneiras e ventiladores (GADANHA JUNIOR et al., 1991). O cilindro trilhador bate o material colhido e o esfrega contra o côncavo, liberando os grãos das vagens. Parte dos grãos atravessam a grade do côncavo, o restante acompanha as hastes, folhas e demais detritos onde são separadas nas peneiras, que realiza movimentos alternados. As vagens não trilhadas retornam ao cilindro trilhador (SEDIYAMA et al., 2015).

### 3.3.2.2 Sistema axial

É semelhante ao processo de colheita convencional, principalmente quanto ao processo de limpeza. As diferenças estão no sistema de trilha e separação (HÖHER JUNIOR, 2000).

Nesse sistema, o material flui paralelamente ao eixo do cilindro trilhador (rotor), que se localiza longitudinalmente em relação a linha de deslocamento da máquina, podendo ser simples ou duplo. O cilindro é longo, constituído de dentes ou barras e aletas de transporte e realiza três operações: trilha, separação e descarga de palha. É circundado por outro cilindro fixo que realiza a função de côncavo e de transporte de material (MORAES et al., 1996).

Esse sistema é mais simples que o sistema convencional, e possui algumas vantagens, como diminuir o tamanho da colhedora, reduzindo o nível de ruídos e de vibrações. A trilha e a separação se realizam na metade do tempo quando comparada com o sistema convencional (PORTELLA, 2000).

Uma grande vantagem desse sistema é a distribuição de peso e a capacidade de trilhar melhor o material em terrenos inclinados (HÖHER JUNIOR, 2000).

Estudos realizados por Campos et al. (2005), mostram que as colhedoras que possuem sistema de trilha radial apresentaram maiores índices de perdas de grãos em relação ao sistema axial, visto que estas possibilitam que as palhas permaneçam por mais tempo dentro da máquina, melhorando a eficiência do sistema de trilha.

### 3.3.3 Sistema de limpeza

Segundo Balastreire (1990), os principais componentes do mecanismo de limpeza de uma colhedora são: peneira superior, peneira inferior e o ventilador. O bandeirão apresenta movimentos alternados, movendo os grãos para baixo da palha, realizando uma limpeza prévia antes do material chegar nas peneiras. Chegando nas peneiras, o material sofre a ação do ventilador, que sopra a palha mais fina para fora da colhedora, e os grãos vão para a peneira inferior. As vagens que não são debulhadas ficam retidas na peneira inferior, retornando para o sistema de debulha para serem trilhadas (MORAES et al., 1996).

As principais regulagens feitas no sistema de limpeza e separação são: regulagem do tamanho da abertura das peneiras e a velocidade do ar gerado pelo ventilador. Se a velocidade do ar for muito elevada, parte dos grãos serão soprados para fora da colhedora, junto com a palha. O mesmo ocorre também se a abertura do crivo for muito grande em relação a velocidade do ar, fazendo com que se tenha mais impurezas acompanhadas com os grãos, porém se a abertura for muito pequena, os grãos serão arremessados para fora da máquina junto com os restos culturais (BALASTREIRE, 1990).



Os grãos que passam pelas duas peneiras, são transferidos para o tanque graneleiro, pelo elevador de grãos (MORAES et al., 1996).

### 3.3.4 Distribuição de palha

Na saída do saca-palhas a palha resultante do processo de colheita é distribuída no solo por meio do picador de palhas e aletas direcionadas. Este, constituído por facas rotativas horizontais, com função de picar a palha e reduzi-la a tamanhos menores, bem como distribuí-la uniformemente sobre o terreno colhido, a fim de evitar a concentração de palha em montes, que poderiam afetar o desempenho de máquinas utilizadas em posterior a colheita (MANTEUFEL, 2012).

### 3.3.5 Sistema de armazenamento e descarga de grãos

Durante o processo de colheita, o armazenamento dos grãos é realizado no tanque graneleiro e a descarga é efetuada através de um tubo articulado à colhedora (MAZETTO, 2008).

Estes sistemas têm as funções de captar os grãos separados pelo sistema de limpeza e transportá-los por meio dos dutos e das esteiras dos elevadores até o tanque graneleiro. O processo de colheita segue até alcançar a capacidade de armazenamento do tanque graneleiro e, a partir desse ponto, os grãos seguem pelo tubo de descarga até o veículo de transporte. Essa operação pode ocorrer com a colhedora em movimento, sem interromper a colheita ou mediante a parada na lavoura. Assim como nas demais etapas, as regulagens no sistema de transporte de grãos podem assegurar melhor qualidade aos grãos colhidos (EMBRAPA, 2013).

## 3.4 PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DA SOJA

Apesar da alta tecnologia que os agricultores dispõem atualmente em relação a colhedoras de soja, ainda ocorrem muitas perdas na colheita mecanizada

de grãos, diminuindo a produtividade e o lucro dos produtores (COMPAGNON et al., 2012). Segundo Embrapa (2002), os valores médios de perdas aceitáveis para a cultura da soja são de até 60 kg ha<sup>-1</sup>. 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. As perdas decorrentes da colheita mecanizada causam prejuízos, chegando quantidades superiores a 120 kg ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2008; HOLTZ et al., 2013).

Ao mesmo tempo que a evolução das tecnologias nas colhedoras tornou mais fácil o processo de colheita, houve em consequência um aumento no tamanho e no preço dessas máquinas, que aumentaram as despesas com a operação de colheita (MESQUITA et al., 2001; FERREIRA et al., 2007). Mesquita (2003) em seu trabalho ressaltou que em 1978/1979 o valor pago por uma colhedora girava em torno de 2000 sacas de soja. Já em 1999/2000 esse valor passou para 7000 sacas, levando a um maior custo no processo de colheita.

Na safra 2014/2015 no Brasil foram plantados 31,3 milhões de hectares de soja, obtendo produção de 96 milhões de toneladas. Em contrapartida, são desperdiçados anualmente cerca de 31,3 milhões de sacos na colheita, ocasionando um prejuízo de aproximadamente R\$ 1,87 bilhão (EMBRAPA, 2015).

As perdas na colheita podem ser decorrentes das mais variadas causas e momentos, podendo ocorrer antes e no momento da colheita. Segundo a Embrapa (2015), as fontes das perdas na colheita mecanizada de soja podem ser divididas em três: perdas na pré-colheita, na plataforma de corte, e perdas no sistema de trilha separação e limpeza.

Cunha et al. (2007) relatam que cerca de 80 a 85% das perdas decorrentes do processo de colheita mecanizada são causadas pelos mecanismos da plataforma de corte das colhedoras (barra de corte, molinete e condutor helicoidal), 12% causados pelos mecanismos internos da máquina (trilha, separação e limpeza) e 3% são ocasionados por perdas naturais.

Os fatores que podem influenciar em perdas na colheita mecanizada, são a altura de corte da plataforma, a velocidade do molinete, rotação do cilindro, abertura do cilindro e côncavo e a velocidade de colheita. Já os fatores que não são originários da colheita mecanizada, podem ser citados a deiscência de vagens,

inadequação da época de semeadura, de espaçamento e densidade, cultivares que não são adaptados, mau preparo de solo, ocorrência de plantas daninhas, retardamento da colheita e umidade de grãos inadequadas (TOLEDO et al., 2008).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

As inspeções foram realizadas em propriedades rurais que possuíam ao menos uma colhedora. As avaliações foram realizadas em dias quentes e ensolarados, a fim de minimizar efeito do clima.

### 4.1 LOCAL E NÚMEROS DE AMOSTRAS

O levantamento de dados foi realizado na cidade de Pranchita, região sudoeste do Paraná, totalizando uma amostra de 29 colhedoras em diferentes propriedades rurais.

### 4.2 PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO

O procedimento de inspeção de perdas na operação de colheita mecanizada de grãos de soja foi realizado utilizando-se a metodologia proposta por Mesquita et al. (1998).

Em cada propriedade realizou-se uma entrevista com o proprietário e o operador da máquina, adquirindo dados do proprietário, do operador, da máquina, da propriedade e da cultura (APÊNDICE 1).

### 4.3 PARÂMETROS AVALIADOS

Foram divididos em três categorias: parâmetros da máquina, da lavoura e do operador.

#### 4.3.1 Parâmetros avaliados referentes à máquina

4.3.1.1 Tempo de uso, marca e modelo da máquina, velocidade de trabalho e sistema de trilha

Visualmente foi identificado à marca e modelo, e através do testemunho do proprietário, e anotado o ano de fabricação da máquina.

A velocidade de avanço das colhedoras foi obtida cronometrando-se o tempo gasto para percorrer uma distância de 30 metros.

Foi observado visualmente na máquina o tipo de sistema de trilha (axial ou radial).

#### 4.3.2 Parâmetros avaliados referentes ao operador

##### 4.3.2.1 Escolaridade e tempo de profissão

Durante a entrevista perguntou-se ao operador, a escolaridade, o tempo de profissão e se frequentou algum treinamento de capacitação em operação de colheita.

#### 4.3.3 Parâmetros avaliados referentes à lavoura

##### 4.3.3.1 Umidade dos grãos na colheita

Obtido através da informação do proprietário da lavoura junto às empresas e cooperativas receptoras da produção.

##### 4.3.3.2 Altura de plantas e de inserção da primeira vagem

A altura de plantas foi medida pela distância compreendida entre o colo e o ápice da haste principal da planta. Para a determinação da altura de inserção da primeira vagem mediu-se à distância entre o colo e o ponto de inserção da primeira vagem na haste principal da planta. Em ambas as avaliações foi medida a altura de 20 plantas, escolhidas aleatoriamente em vários pontos da lavoura.

#### 4.3.3.3 Presença de acamamento e plantas daninhas

A presença de acamamento de plantas verificou-se visualmente na lavoura. Já, a presença de plantas daninhas foi verificada visualmente na lavoura, sendo caracterizada infestada área com 5 plantas daninhas em 1,0 m<sup>2</sup>, realizando a média de cinco repetições por lavoura, em locais aleatórios.

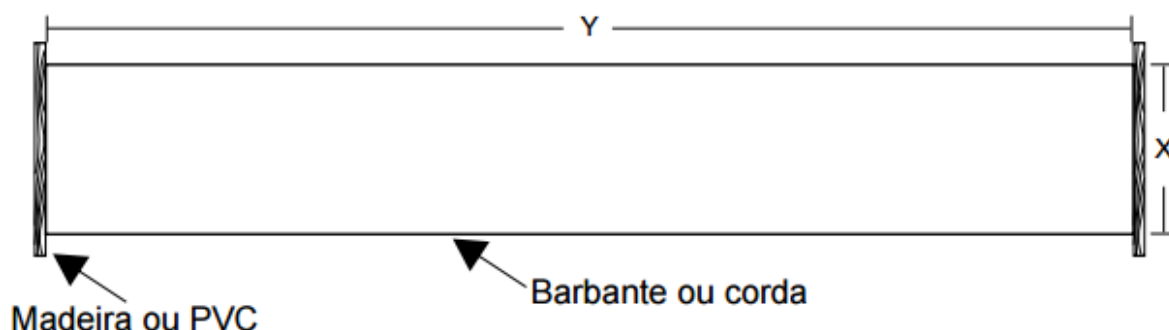
#### 4.3.3.4 Produtividade de grãos

Para avaliar a produtividade tomou-se por base na informação recebida pelo produtor, contabilizando total de grãos colhido dividido pelo tamanho da área.

### 4.4 QUANTIFICAÇÕES DAS PERDAS

Para avaliar as perdas na colheita da soja usou-se uma armação com área de 2,0 m<sup>2</sup>, feita com as seguintes medidas: largura da plataforma de corte “Largura x” e outra medida “comprimento Y”, segundo metodologia proposta de Mesquita et al. (1998), conforme apresentado na Figura 1.

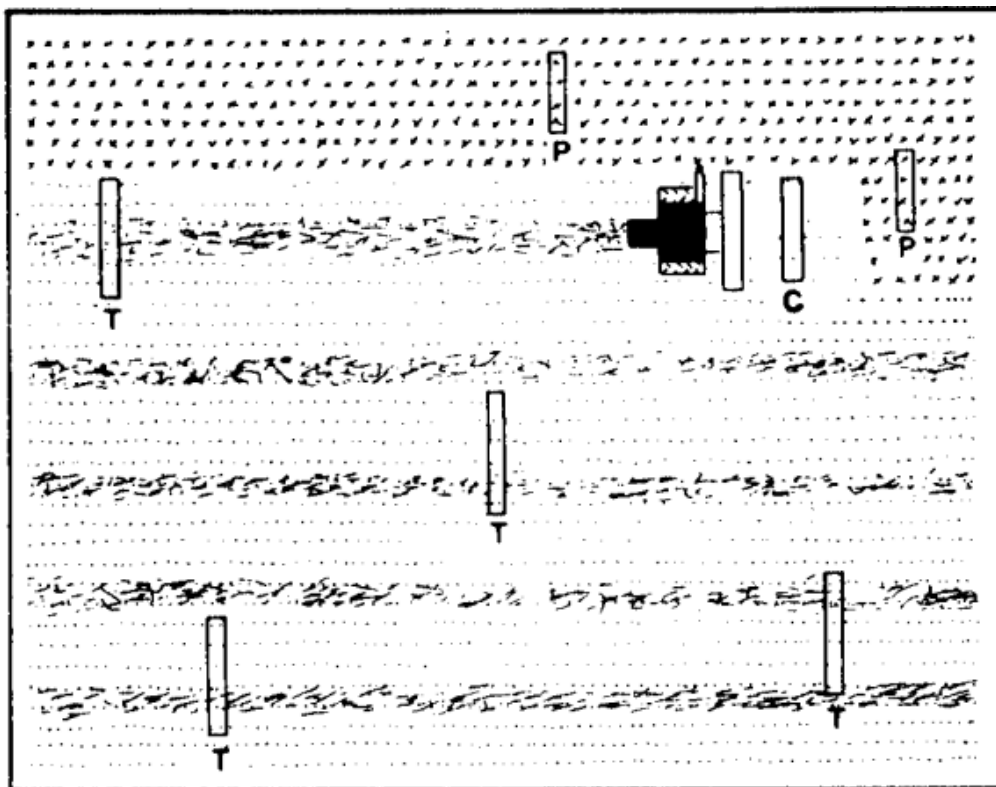
A quantificação das perdas foi dividida em perdas naturais, perdas na barra corte e perdas no sistema de trilha. Para cada avaliação foram realizadas três repetições.



**Figura 1** – Armação de madeira utilizada nas avaliações de perdas na colheita mecanizada de grãos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2017.  
Fonte: Mesquita et al. (1998)

#### 4.4.1 Quantificação das perdas naturais

Foi avaliada antes da entrada da colhedora na área (Figura 2, posição P). A armação com área de 2,0 m<sup>2</sup> foi lançada aleatoriamente na lavoura e as sementes que estavam dentro desta armação foram recolhidas e quantificadas.



**Figura 2** – Avaliação de perda natural (P), na plataforma de corte (C) e sistema de trilha (T). UTFPR, Campus Pato Branco, 2017  
Fonte: Mesquita et al. (1998)

#### 4.4.2 Quantificação das Perdas na Plataforma de Corte

Para a avaliação de perda nos mecanismos de corte, foi necessário parar a colhedora, recuá-la mais ou menos quatro metros e colocar a armação na área de recuo, onde passou somente plataforma de corte da colhedora (Figura 2, posição C).

#### 4.4.3 Quantificação das Perdas no Sistema de Trilha

A avaliação de perdas no sistema de trilha foi realizada após a passagem da colhedora (Figura 2, posição T).

#### 4.4.4 Quantificação das Perdas em Porcentagens

Foi avaliada pela quantidade de perdas mecânicas em relação à produtividade obtida em cada lavoura. Também obteve-se a porcentagem de perdas na plataforma de corte, sistema de trilha e perdas naturais, que por sua vez foi calculada em relação às perdas totais.

#### 4.5 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram submetidos a análise exploratória, por meio de comparações de médias.

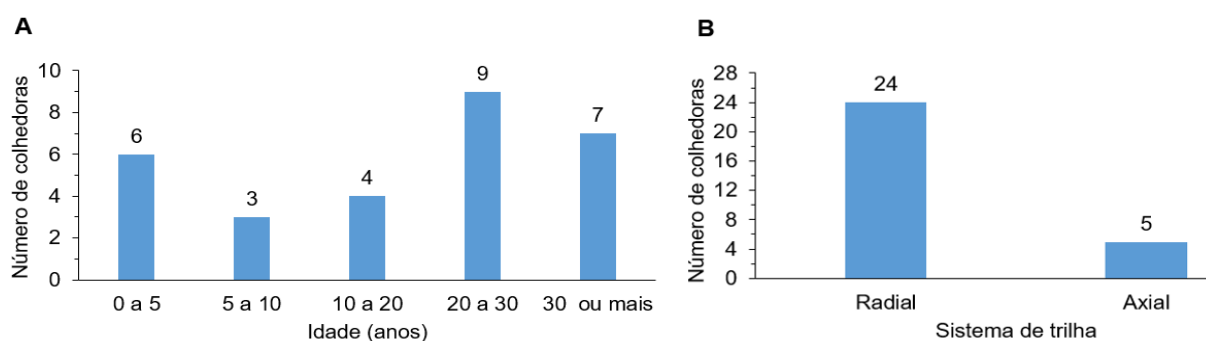


## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 TEMPO DE USO E SISTEMA DE TRILHA

Os resultados referentes à idade das máquinas são apresentados na Figura 3A, onde pode-se observar, que das 29 máquinas avaliadas, apenas 6 máquinas possuíam 5 anos ou menos de uso, o que equivale a um percentual de 20,68% do total. Pode-se verificar que a maior parte das máquinas possui idade superior a 20 anos de uso (55,17%), sendo que foram avaliadas colhedoras com até 40 anos de uso. Isso se deve ao fato de o município de Pranchita ser uma região onde tem predomínio de pequenas propriedades rurais, no qual os agricultores não possuem tanto poder aquisitivo e demanda para efetuarem a compra de colhedoras mais novas e maiores, que possuem maior tecnologia empregada em seu processo de fabricação.

Colhedoras com maior tempo de uso, possuem menos recursos de regulagens e ajustes, quando comparadas com as máquinas mais novas, como tecnologia embarcada, sensores de perda e regulagens elétricas, que facilitam o acerto do conjunto que, fatores esses que podem levar ao aumento de perdas (SCHANOSKI et al., 2011).



**Figura 3** – Tempo de uso (A) e sistema de trilha das colhedoras (B) utilizadas na colheita de soja no município de Pranchita - PR. UTFPR, Campus Pato Branco, 2017.

Com relação ao sistema de trilhas das máquinas avaliadas, pode ser observado na Figura 3B que 24 colhedoras possuíam sistema de trilha radial (82,76%), e somente 5 colhedoras possuíam sistema de trilha axial (17,24%). Como a maioria das máquinas possuem idade superior a 20 anos de uso, esses resultados

já eram esperados, uma vez que o sistema de trilha axial é um sistema mais recente e, que está presente apenas em máquinas mais novas.

Trabalhos similares como o de Campos et al. (2005) que avaliaram perdas na colheita de soja no Triângulo Mineiro e Alto Parnaíba – MG, de um total de 21 colhedoras, apenas 9,52% possuíam sistema de trilha axial.

Colhedoras que possuem sistema de trilha com fluxo axial quando comparadas com as de fluxo radial apresentam menores danos causados as sementes (MESQUITA et al., 2002). Para Cunha et al. (2009) as colhedoras com fluxo axial podem produzir efeitos diferenciados na qualidade fisiológica das sementes, quando comparada com colhedoras com fluxo radial.

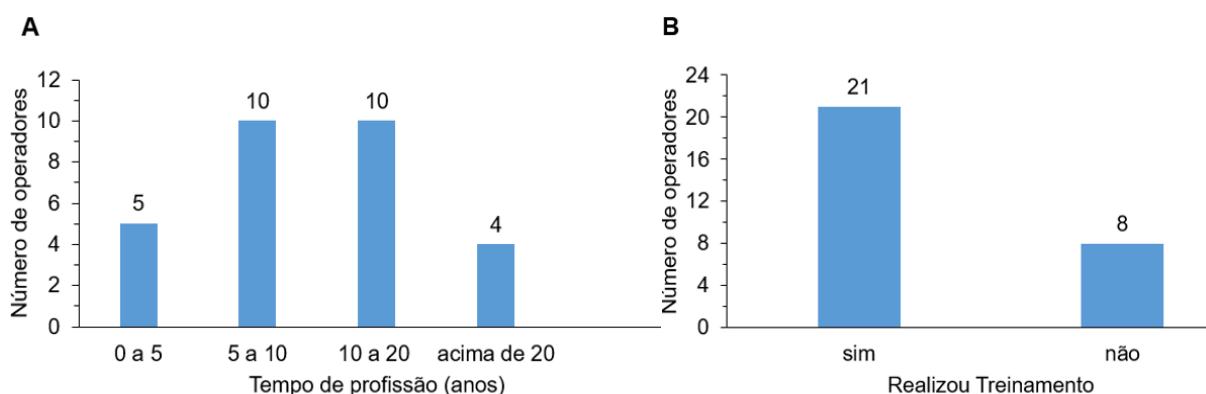
Quanto a velocidade de trabalho das colhedoras variou de 3,2 a 5,5 km h<sup>-1</sup>, não sendo um fator ocasionador de perdas. Mesquita et al. (2006) afirmam que as menores perdas na colheita são observadas para velocidades próximas à faixa de 4,5 a 5,5 km h<sup>-1</sup>.

## 5.2 TEMPO DE PROFISSÃO E REALIZAÇÃO DE TREINAMENTO

Dos 29 operadores, apenas 5 (17,24%) tinham tempo de profissão inferior a 5 anos e, 14 operadores (48,27%) possuem tempo de profissão superior a 10 anos de trabalho (Figura 4A). Pode ser verificado também que 21 operadores já haviam realizado algum curso de capacitação (Figura 4B) e que somente 8 operadores não realizaram nenhum curso de capacitação para realizar a atividade de colheita. Esse resultado é importante, pois quando os operadores possuem curso de capacitação estão melhor preparados para exercer a atividade de colheita com maior excelência, seja desde com os cuidados operacionais ou de regulagem dos principais componentes presentes nas colhedoras, que interferem diretamente nos percentuais de perdas na operação de colheita.

Schanoski et al. (2011) avaliando perdas na colheita mecanizada de soja no município de Maripá – PR observaram que a falta de treinamento dos operadores levou a falhas na manutenção e ou regulagens das colhedoras, ocasionando perdas na colheita.

Para Alves Sobrinho e Hoogerheide (1998), um importante fator que deve ser levado em consideração no processo de colheita da soja, é a baixa escolaridade dos operadores, que aliada a falta de treinamento podem atrapalhar a diminuição de perdas. Para que isto seja evitado, deve-se realizar monitoramentos constantes na colhedora no momento da colheita. Conforme Aguilá et al. (2011) as maiores quantidades de perdas podem estar relacionadas com a deficiência na regulação das colhedoras, especialmente nos mecanismos de corte e alimentação.



**Figura 4** – Tempo de profissão (A) e realização de treinamento (B) dos operadores das colhedoras utilizadas na colheita de soja no município de Pranchita - PR. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2017.

Os treinamentos muitas vezes são ofertados de forma gratuita aos operadores, e são realizados principalmente pelas Emater, Senar, sindicatos ou pelas secretarias da agricultura dos municípios.

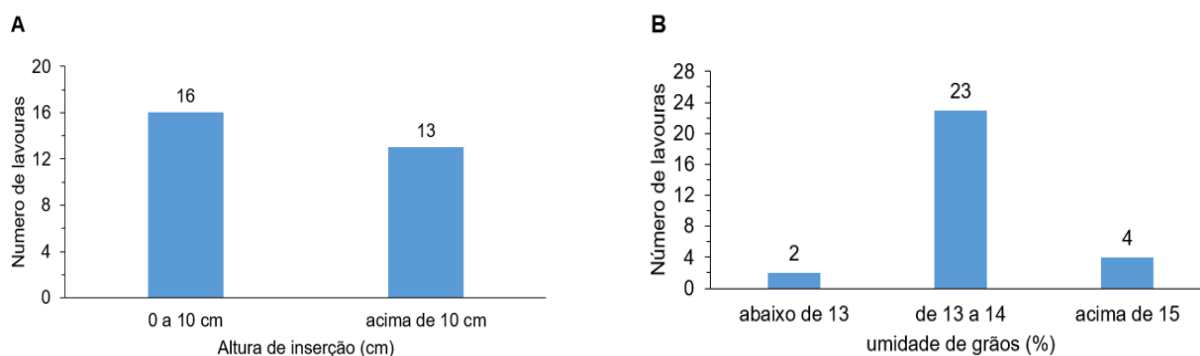
### 5.3 PARÂMETROS AVALIADOS REFERENTES À LAVOURA

A altura de plantas variou de 75 a 115 cm, sendo que a média das 29 lavouras foi de 96,38 cm de altura. Em nenhuma lavoura, a altura de plantas foi um fator causador de perdas, pois as mesmas são consideradas dentro do limite estabelecido de altura ideal para a colheita mecanizada, sendo que a altura ideal é acima de 60 cm quando a planta alcançar a maturidade (EMBRAPA, 2014).

Quanto à altura de inserção da primeira vagem, os valores variaram de 6 a 12 cm de altura, sendo que 16 lavouras apresentaram altura de inserção igual ou inferior a 10 cm (55,17%) e 13 lavouras tiveram plantas com altura de inserção maior que 10 cm (44,83%) (Figura 5A). As variações encontradas nas respectivas alturas, tanto de planta como de inserção da primeira vagem são devidos a diferenças nas

cultivares utilizadas, época de semeadura, altitude e densidade de plantio das lavouras.

Para a maioria das condições de lavouras de soja, a altura de inserção da primeira vagem mais adequada é de 15 cm, porém com o avanço das colhedoras consegue ser realizada uma ótima colheita com plantas apresentando altura de inserção de vagens por volta de 10 cm (SEDIYAMA et al., 1989).



**Figura 5** – Altura de inserção da primeira vagem (A), e percentual de umidade dos grãos de soja no município de Pranchita – PR. UTFPR, Campus Pato Branco, 2017.

O Teor de umidade dos grãos no momento da colheita, variou de 10 a 18%, sendo que 23 lavouras (79,31%) apresentaram teor de umidade entre 13 e 14%, duas lavouras (6,90%) apresentaram umidade inferior a 13%, e quatro (13,79%) com teor de umidade de grãos superior a 15% no momento da colheita (Figura 5B).

Segundo Sedyama et al. (2015) quando for colhida a soja com umidade variando de 13 a 15%, manifesta poucos injúrias mecânicas e perdas na colheita. Quando for colhido com umidade superior a 15% os grãos estão dispostos a maior ocorrência de danos latentes, como esmagamento, e quando colhidos a uma umidade abaixo de 12% estão dispostos a danos imediatos, como trincamento.

Pinheiro Neto (1999) avaliando perdas quantitativas na colheita mecanizada e soja, constatou que quanto menor for a umidade dos grãos durante o processo de colheita, maior foi a perda registrada na plataforma de corte da colhedora, chegando a 61,9% a 88,6% das perdas totais.

Em nenhuma lavoura foi constatado a presença de plantas daninhas, ou de acamamento, devido a boa condução das lavouras pelos produtores. De

acordo com Pinheiro Neto e Gamero (2000), lavouras infestadas com plantas daninhas no ponto de colheita foram responsáveis por 62% de perdas totais.

As produtividades das lavouras variaram de 3.000 a 5.340 kg ha<sup>-1</sup>, uma diferença considerável que pode ser atribuída a cultivares com diferentes ciclos, nível de investimento do produtor e condições climáticas, que influenciaram diretamente no ataque de pragas e doenças. A produtividade média das lavouras foi de 4.121 kg ha<sup>-1</sup>, considerada uma ótima produtividade, sendo que é 16,15% maior que média estadual que é 3.548 kg ha<sup>-1</sup>.

Compagnon et al. (2012) descreveram que a produtividade pode influenciar na capacidade de processamento das colhedoras, sendo que o aumento na produtividade interfere diretamente na taxa de alimentação da máquina, sendo que os operadores devem estar capacitados para trabalhar e realizar as regulagens adequadas para o bom funcionamento das colhedoras, evitando assim as perdas.

#### 5.4 QUANTIFICAÇÃO DAS PERDAS

Não foi observado nenhuma lavoura apresentando perdas naturais. Praticamente, todas as lavouras foram colhidas no momento correto, em condições ideais de umidade de grãos. Apenas duas lavouras que passaram do ponto de colheita devido a ocorrência de chuvas, mas, porém, também não registraram perdas naturais.

Quanto as perdas na plataforma de corte e sistema de trilha, verifica-se que as maiores perdas (72,96%) ocorreram na plataforma de corte e 27,04% pelos sistemas de trilha e separação e limpeza (Figura 6).

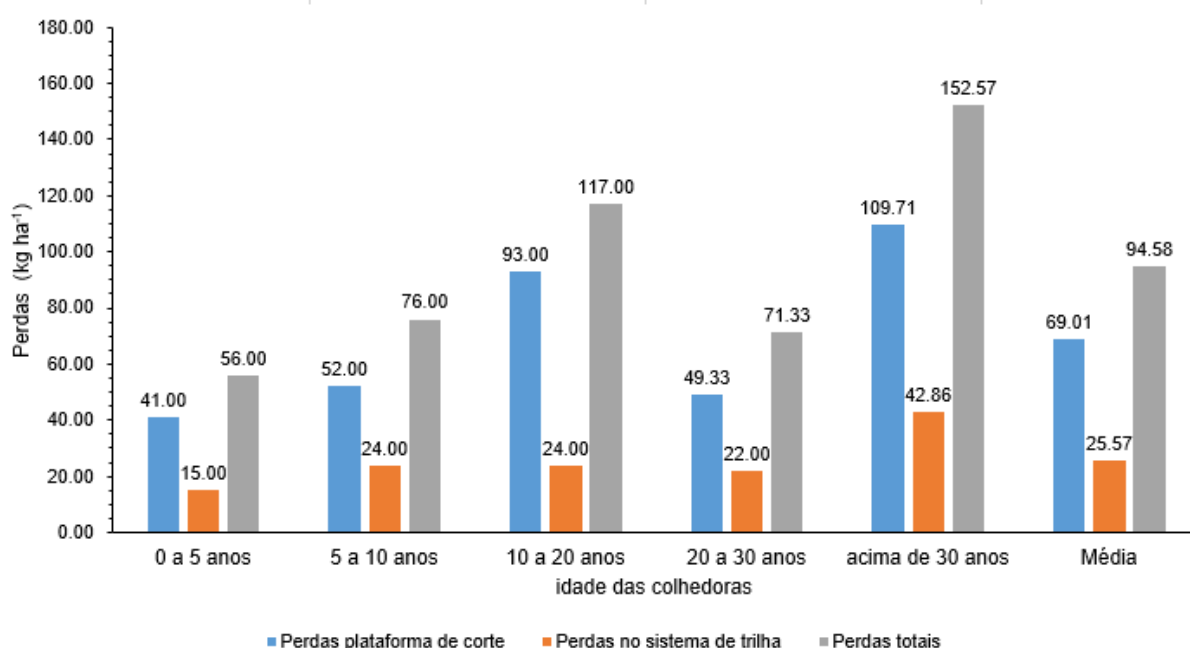
Cunha et al. (2007) relatam que cerca de 80 a 85% das perdas decorrentes do processo de colheita mecanizada são causadas pelos mecanismos da plataforma de corte das colhedoras (barra de corte, molinete e condutor helicoidal), 12% causados pelos mecanismos internos da máquina (trilha, separação e limpeza) e 3% são ocasionados por perdas naturais.

Quanto as perdas relacionadas a idade das máquinas, observa-se que as colhedoras que possuíam até 5 anos de uso tiveram uma quantidade de perdas

médias menores quando comparadas com as colhedoras mais velhas, tanto nas perdas registradas na plataforma de corte como as do sistema de trilha.

As colhedoras com até 5 anos de uso tiveram uma perda total média de  $56 \text{ kg ha}^{-1}$ , ficando dentro do limite de perdas aceitáveis que é de  $60 \text{ kg ha}^{-1}$ . Da totalidade das máquinas avaliadas, 7 colhedoras (24,14%) tiveram perdas totais registradas dentro do limite aceitado, sendo quatro máquinas da marca John Deere (S550 2016, S540 2015, STS9470 2016, STS9470 2014) e três máquinas da marca New Holland (NH8055 1992, NH8055 1987, NH5050 1987). Dentre essas, as quatro mais novas apresentavam sistema de trilha axial e as outras três tinham sistemas de trilha radial.

Todas as máquinas que tiveram suas perdas dentro dos limites estabelecidos, seus operadores relataram obter treinamento ou algum curso de capacitação para exercer a atividade. Além disso, essas lavouras apresentavam cultivares com altura de inserção da primeira vagem superior a 10 cm de altura, e umidade de grãos entre 13 e 15%.



**Figura 6** – Perdas na colheita mecanizada de soja, oriunda da plataforma de corte, sistema de trilha, e perdas totais no município de Pranchita - PR. UTFPR, Campus Pato Branco, 2017.

Observando a idade das máquinas que registraram essas perdas, foi verificado que três dessas máquinas possuíam idade de uso superior a 25 anos (Figura 7). Porém, todos operadores dessas colhedoras possuíam treinamento. Isso

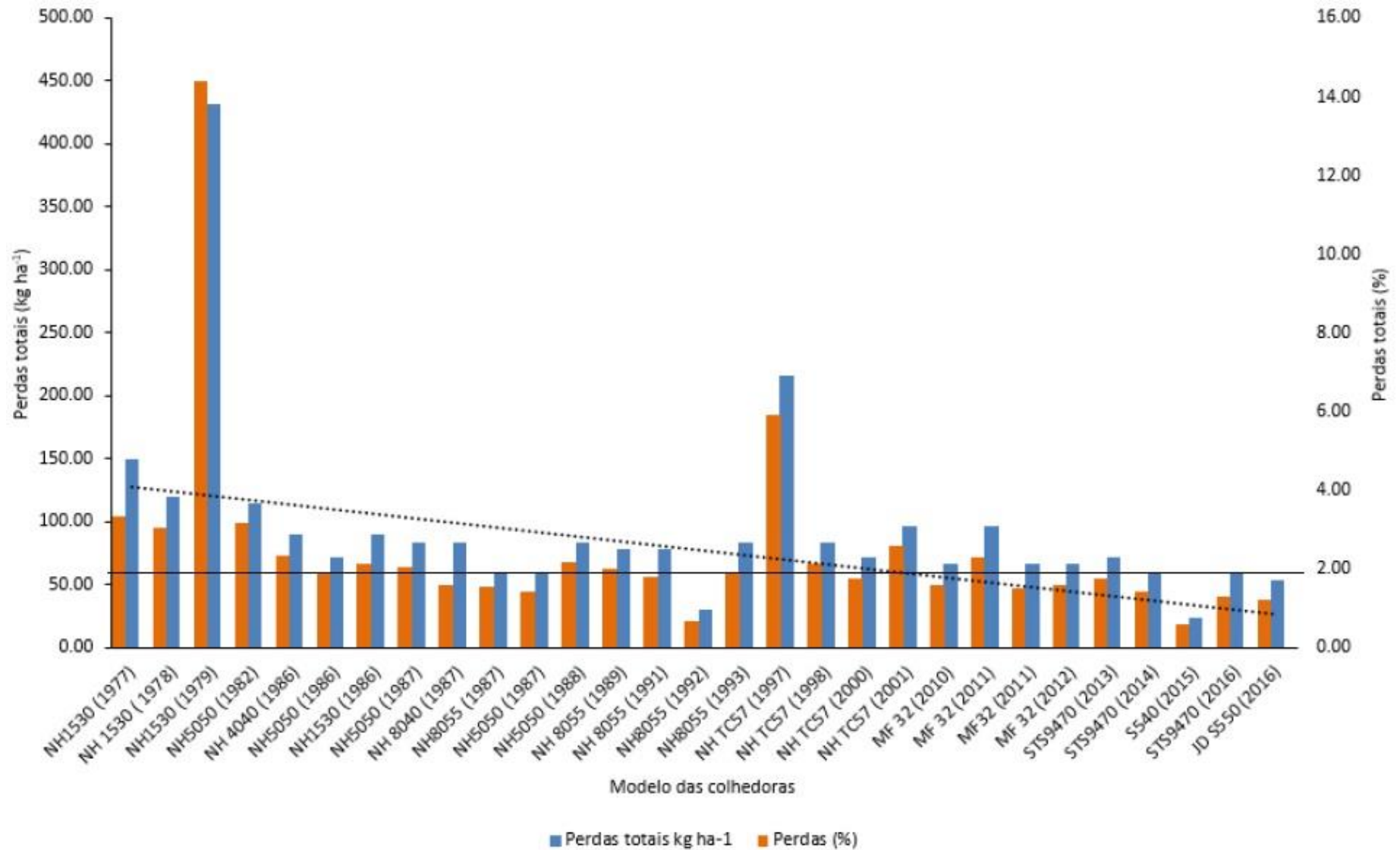
demonstra que quando bem regulada e com manutenção em dia, até máquinas mais velhas podem ter níveis baixos de perdas ficando dentro dos limites aceitáveis.

A colhedora que registrou o menor índice de perdas foi uma John Deere modelo S540, ano 2015, com sistema de trilha de fluxo axial, que perdeu somente 0,57% do total colhido. O operador dessa máquina havia realizado treinamento a menos de cinco anos, e a lavoura de soja colhida apresentava altura de inserção da primeira vagem a 12 cm e umidade de grãos em 14%. Segundo Schanoski et al. (2011) perdas menores em máquinas mais novas ocorrem devido as mesmas possuírem maior tecnologia embarcada em seu processo de fabricação, como monitores e sensores de perdas, regulagens elétricas, que tornam mais fácil realizar os ajustes para um maior acerto do conjunto.

Já a colhedora que obteve a maior perda foi uma New Holland modelo 1530, ano 1979, com sistema de trilha de fluxo radial, com 14,40% do total colhido. O operador dessa colhedora não possuía nenhum treinamento ou curso de capacitação para exercer a atividade. A lavoura apresentava altura de inserção da primeira vagem a 8 cm de altura, e com 18% de umidade. Como pode ser observado na Figura 7, está máquina teve um percentual de perda muito acima das demais máquinas avaliadas.

Um dos motivos da ocorrência dessa elevada perda é que nesta lavoura teve a ocorrência de vários fatores que culminaram para interferir na qualidade da colheita. Um deles foi a ocorrência de chuvas por 6 dias consecutivos quando a lavoura já estava em ponto de colheita, impossibilitando a realização da atividade e contribuindo para a debulha na plataforma de corte no momento da colheita. Outro fator foi a altura de inserção da primeira vagem que ficou numa faixa de 8 cm de altura, interferindo no processo de colheita, ocasionando perdas. E por último, a umidade de grãos que foi colhida com 18%.

Os mesmos fatores ocorreram para a colhedora New Holland TC57 ano 1997, com fluxo de trilha radial, que registrou uma perda de 5,90% do total colhido. O operador dessa máquina também alegou não possuir nenhum treinamento para operar a máquina. Nessa lavoura, a altura de inserção da primeira vagem era de 7 cm, e com 16% de umidade de grãos.



**Figura 7** – Perdas totais (kg ha<sup>-1</sup>) e porcentagens de perdas na colheita mecanizada de soja em função da idade das máquinas no município de Pranchita - PR. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2017.



Mesquita et al. (2002) relatam existir uma relação entre a idade das colhedoras com a quantidade de perdas, em que, máquinas com idade superior a 15 anos apresentam perdas de até 30% a mais do que colhedoras mais novas. Os autores confirmam ainda que o ano da máquina é o fator de perda mais relevante, quando comparado com outros, como condições de lavoura, conservação da máquina e eficiência do operador.

Avaliando perdas na colheita de soja, Campos et al. (2005), concluíram que as perdas de grãos não dependiam da velocidade de trabalho das colhedoras, e que as máquinas com até cinco anos de uso, registraram perdas menores quando comparadas com colhedoras mais velhas. Máquinas com sistema de trilha axial foram mais eficientes quando comparadas com as de sistema radial.

Franz et al. (2001) verificaram que a perda média na colheita de soja no Distrito Federal foi de 1,7 sacas ha<sup>-1</sup> na safra 98/99 e concluíram que os fatores que levaram a esse resultado foram a frota de máquinas obsoletas (71% com mais de 10 anos), alta relação área/máquina, seleção inadequada de equipamentos, incapacitação dos operadores, falta de avaliação de perdas (apenas 10% dos produtores faziam avaliação).

Segundo Pinheiro Neto (2003) perdas mais elevadas observadas nas máquinas com maior tempo de uso, podem estar associadas a requisitos de projeto construtivo, sendo que elas foram dimensionadas para produtividades inferiores às atuais e para outras cultivares quanto à altura de inserção das vagens.

Cunha et al. (2007) também destacaram que é possível realizar uma colheita com qualidade razoável com máquinas mais velhas, sendo sua perda otimizada através da melhoria da qualificação dos operadores, manutenção e regulagem das máquinas. As perdas não estão relativamente ligadas a idade das colhedoras, e sim as condições de campo, juntamente a um operador capacitado é habilitado que saiba operar a colhedora de acordo com sua capacidade de trabalho (MAURINA, 2009).

## 6 CONCLUSÕES

A perda média na colheita mecanizada da soja foi de 94,58 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que apenas 24,14% das colhedoras estão dentro do padrão de limites de perdas aceitável.

As principais causas das perdas foram associadas a utilização de máquinas com mais de 10 anos de uso, baixa altura de inserção da primeira vagem, umidade de colheita dos grãos acima da recomendada e falta de preparo e treinamento dos operadores.

As máquinas mais novas apresentaram menores perdas quando comparadas com as mais antigas

As maiores perdas ocorreram na plataforma de corte, sendo 72,96% e 27,04% pelos sistemas de trilha e separação e limpeza. Não foram verificadas ocorrência de perdas naturais.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento do processo de colheita da soja por meio da quantificação das perdas de grãos pelo método do copo medidor desenvolvido pela Embrapa possibilita quantificar de modo rápido, prático e eficiente, o volume de produto não recolhido pela colhedora. Com essa avaliação o operador poderá verificar quais os mecanismos que estão causando perdas, e através de treinamentos e cursos de capacitação, o mesmo poderá realizar as devidas regulagens e ajustes na colhedora a fim de reduzir ao máximo as perdas causadas pelo processo de colheita, aumentando assim a eficiência do processo e a lucratividade da lavoura.

Em próximos trabalhos sugere-se realizar em complemento a avaliação da velocidade de rotação do molinete, bem como avaliação dos mecanismos internos da máquina como velocidade de rotação do cilindro, abertura entre o cilindro/rotor e o côncavo, abertura das peneiras e velocidade do ar, afim de melhor quantificar os fatores causadores de perdas.

## REFERÊNCIAS

AGUILA, Lília Sichmann Heiffig; AGUILA, Juan. Saavedra. THEISEN, Giovani. Perdas na colheita da cultura da soja. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2011. 12p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico 271).

ALVES SOBRINHO, Teodorico; HOOGERHEIDE, H.C. Diagnóstico de colheita mecânica da cultura de soja no município de Dourados - MS. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 27, 1998, Poços de Caldas. Anais... Lavras: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p.52-54.

BALASTREIRE, Luiz Antônio. **Máquinas agrícolas**. Manole, São Paulo, 1987. 307 p.

CAMPOS, Marco A. O.; SILVA, Rouverson Pereira da; FILHO, Alberto Carvalho; MESQUITA, Hugo C. B.; ZABANI, Samir. Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 207–213, 2005.

CHIODEROLI, Carlos Alessandro; SILVA, Rouverson Pereira Da., NORONHA, Rafael Henrique De Freitas; CASSIA, Marcelo Tufaile., SANTOS, Edvaldo Perreira Dos., (2012). Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Bragantia**, 112-121.

COMPAGNON, Ariel Muncio; SILVA, Rouverson Pereira da; CASSIA, Marcelo Tufaile; GRAAT, Denny; VOLTARELLI, Murilo Aparecido. Comparação entre métodos de perdas na colheita mecanizada de soja. **Scientia Agropecuaria**, v. 3, n. 3, p. 215–223, 2012.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasil, 2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 02 maio. 2017.

CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues; PIVA, Guilherme; OLIVEIRA, Carlos Alberto Alves. Efeito do sistema de trilha e da velocidade das colhedoras na qualidade de sementes de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.25, n.4, p.37-42, 2009.

CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da; ZANDBERGEN, Hendricus Petrus. Perdas na colheita mecanizada da soja na região do triângulo mineiro e alto paranaíba. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 4, p. 61–66, 2007.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de produção de soja: Paraná: 2003. Londrina: **Embrapa Soja**, Sistemas de produção 2, 2002. 195p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/460350>> Acesso em: 10 maio. 2017.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil 2008. Londrina: **Embrapa Soja**, Sistemas de produção 12, 2008. 280p. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/download/tpsoja\\_2008.pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/tpsoja_2008.pdf)> Acesso em: 10 maio. 2017.

FERREIRA, Ivan Cardoso; SILVA, Rouverson Pereira; LOPES, Afonso; FURLANI, Carlos Eduardo Angeli. Perdas quantitativas na colheita de soja em função da velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 141–150, 2007.

FRANZ, Claudio Alberto Bento; AVIANI, Daniela de Moraes; RUBENTAL, Ingber; FOLLE, Sergio Mario; Perdas na colheita de soja no Distrito Federal e entorno. In: **Reunião de pesquisa de soja na região central do Brasil**, 2001, Londrina. Resumos. Londrina: Embrapa Soja, 2001. p.136-141.

FILHO, Alberto Carvalho; CORTEZ, Jorge Wilson; SILVA, Rouverson Pereira da; ZAGO, Marcelo de Souza. Perdas na colheita mecanizada da soja no Triângulo Mineiro. **Nucleus**, v. 3, n. 1, p. 57–60, 2010.

FILHO, Gottfried Urben; SOUZA, Plínio Itamar de Mello. Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura in: ARANTES, neylson eustáquio and SOUZA, plínio itamar de mello (ed.). Cultura da soja nos cerrados. **Potafos**, p. 535, 1993.

HEIFFIG, Lilia Sichmann; CÂMARA, Gil Miguel de Souza. **Soja: colheita e perdas**. Piracicaba, 2006. 37 p.

HOLTZ, Vandoir; REIS, Elton Fialho dos. Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa. **Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p. 347–353, 2013.

IPARDES. **Caderno Estatístico: Município de Pranchita**. Paraná, 2017. 43 p. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=85730>>. Acesso em: 06 mai. 2017.

HÖHER JUNIOR, Alberto. **Design de uma peneira rotativa para colheitadeira de grãos**. 134 p. Dissertação (Mestrado) — UFRGS-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

GADANHA JÚNIOR, Casemiro Dias; MOLIN, José Paulo; COELHO, Jorge Artur Peçanha Miranda; YAHN, CH; TOMIMORI, Sonia Akiko Wada. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**. São Paulo: São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1991. 468 p.

MANTEUFEL, Marcos Alessandro. **Avaliação de desempenho de duas plataformas de corte para colhedoras de grãos**. 33 p. Monografia (Graduação) — FAHOR-Faculdade Horizontina, Horizontina, 2012.

MAPA. **Culturas: Soja**. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja/>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

MARCHEZAN, Enio **Produção e fixação de flores e legumes por nó do caule e dos ramos, em três cultivares de soja**. 105 p. Dissertação (Mestrado) — UFRGS, Dissertação de Mestrado, Porto Alegre, 1982.

MAURINA, Antoninho Carlos. **Perdas na Colheita Mecanizada da SOJA—Safr 2008/2009**. Curitiba, 2009. Disponível em: <[http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Biblioteca\\_Virtual/Relatos\\_Resultados\\_e\\_Planejamentos/Perdas\\_na\\_Colheita/Rel\\_perdas\\_colheita\\_2007\\_2008.pdf](http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Biblioteca_Virtual/Relatos_Resultados_e_Planejamentos/Perdas_na_Colheita/Rel_perdas_colheita_2007_2008.pdf)>. Acesso em: 29 mar. 2016.

MAURINA, Antoninho Carlos. **Perdas na Colheita Mecanizada da SOJA—Safr 2014/2015**. Curitiba, 2015. Disponível em: <[http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Biblioteca\\_Virtual/Relatos\\_Resultados\\_e\\_Planejamentos/Perdas\\_na\\_Colheita/Rel\\_perdas\\_colheita\\_safr\\_2014\\_2015.pdf](http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Biblioteca_Virtual/Relatos_Resultados_e_Planejamentos/Perdas_na_Colheita/Rel_perdas_colheita_safr_2014_2015.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2016.

MAZETTO, Flávio Rielli. **Avaliação dos desempenhos operacional e energético e da ergonomia de colhedoras de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no sistema de plantio direto**. 118 p. Tese (Doutorado) — UNESP- Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

MESQUITA, César de Mello; COSTA, Nilton Pereira; PEREIRA, José Erivaldo; MAURINA, Antoninho Carlos; ANDRADE, José G Maia. Perfil da colheita mecânica da soja no brasil: perdas e qualidades físicas do grão relacionadas à características operacionais. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA JABOTICABAL. **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 30, 2001.

MESQUITA, César de Mello; COSTA, Nilton Pereira da; MANTOVANI, Evandro Chartuni; ANDRADE, José G Maia de; FRANÇANETO, José Barros; SILVA, José Geraldo da; FONSECA, Jaime Roberto; PORTUGAL, Fernando Antonio Fonseca; GUIMARÃES Sobrinho, João Batista. **Manual do produtor: como evitar desperdícios nas colheitas de soja, do milho e do arroz**. Londrina, 1998. 32 p.

MESQUITA, César de Mello; COSTA, Nilton Pereira; PEREIRA, J.E.; MAURINA, Antonio Carlos; ANDRADE, José G. Maia. Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil: safra 1998/1999. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.22, n.3, p.398-406, 2002.

MESQUITA, César de Mello; HANNA, M.A.; COSTA, Nilton Pereira. Crop and harvesting operation characteristics affecting field losses and physical qualities of soybeans – **Part I. Applied Engineering in Agriculture**, v.22, p.325-333, 2006.

MORAES, Manoel Luiz Brenner de; REIS, Ângelo Vieira dos; TOESCHER, Carlos Fernando; MACHADO, Antonio Lilles Tavares. **Máquinas para colheita e processamento dos grãos**. Pelotas: Universitaria/UFPEL, 1996. 153 p.

PARANÁ, Governo do. **Perfil Da Agropecuária Paranaense**. Curitiba, 2003. 94 p. Disponível em: <[www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/revista.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/revista.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2016.

PINHEIRO NETO, Raimundo. **Efeito da umidade dos grãos e das regulagens e dos mecanismos de trilha nas perdas quantitativas e qualitativas na colheita de soja (*Glycine Max (L.) Merril*)**. 95p Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Botucatu, 1999.

PINHEIRO NETO, Raimundo; GAMERO, C. A. Efeito da colheita mecanizada nas perdas qualitativas de grãos de soja (*Glycine Max (L.) Merril*). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 20, n. 3. 2000. p. 250-257.

PINHEIRO NETO, Raimundo; TROLI, Wanderley. Perdas na colheita mecanizada da soja (*Glycine max (L.) Merril*), no município de Maringá, estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 393-398, 2003.

PIRES, João Leonardo Fernandes; COSTA, José Antonio; THOMAS, André Luis; MAEHLER, André Roberto. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1541–1547, 2000.

SCHANOSKI, Ricardo; RIGHI, Evandro Z.; WERNER, Valmir. 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, 2011.

SEDIYAMA, Tuneo; SILVA, Felipe; BORÉM, Aluízio. **Soja: Do plantio a Colheita**. Viçosa: editora UFV, 2015. 333 p.

SEDIYAMA, Tuneo; REIS, M. S.; SEDIYAMA, Tuneo; DESTRO, D. **Produção de sementes de soja em Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1981. 61 p. SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da soja: I parte**. Viçosa: UFV, 1989a, 96 p. (Boletim de Extensão, 2)

SILVEIRA, José Miguel; CONTE, Osmar. Determinação de perdas na colheita de soja: copo medidor da Embrapa. **Embrapa Soja**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. v. 1, 1ed. Londrina, 2013, 17 p. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/97495/1/Manual-Copo-Medidor-baixa-completo.pdf>>. Acesso em: 11 maio. 2017.

SOJA, Embrapa. **Tecnologias de Produção de Soja-Região Central do Brasil 2014**. Londrina, 2013. 265 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP-16-online.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

TOLEDO, Anderson de; TABILE, Rubens André; SILVA, Rouverson Pereira da; FURLANI, Carlos Eduardo Angeli; MAGALHÃES, Stefânia Caixeta; COSTA, Beatriz Oliveira. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 710–719, 2008.

VENTIMIGLIA, Luis Alberto. COSTA, José Antonio; THOMAS, André Luís; PIRES, João Leonardo Fernandes. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 195-199, 1999.



## ÍNDICE DE APÊNDICES E ANEXOS

<b>APÊNDICE A – Informações e características das colhedoras, propriedades e operadores.....</b>	<b>49</b>
--	-----------

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Informações e características das colhedoras, propriedades e operadores.

### **Identificação do proprietário**

Nome: \_\_\_\_\_

### **Identificação da propriedade:**

Endereço: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_ ha

Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_. Fone:(\_\_\_\_) \_\_\_\_\_

### **Identificação do operador**

Nome: \_\_\_\_\_

Escolaridade: \_\_\_\_\_

Tempo de profissão: \_\_\_\_\_

Realizou algum treinamento: \_\_\_\_\_ Ano do treinamento: \_\_\_\_\_

### **Identificação da máquina**

Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_

Ano de Fabricação: \_\_\_\_\_ Sistema de trilha: \_\_\_\_\_

Tamanho da plataforma: \_\_\_\_\_ m.

Velocidade de trabalho: \_\_\_\_\_ km h<sup>-1</sup>.

### **Identificação da área**

Declividade: \_\_\_\_\_%. Altura de plantas: \_\_\_\_\_ m. Altura de inserção da primeira vagem: \_\_\_\_\_ m. Presença de acamamento: \_\_\_\_\_. Presença de Plantas Daninhas: \_\_\_\_\_. Umidade dos grãos: \_\_\_\_\_%. Espaçamento entre linhas: \_\_\_\_\_. Produtividade: \_\_\_\_\_ Kg ha<sup>-1</sup>.

### **Perdas Naturais e na Colheita**

Perdas Naturais: \_\_\_\_\_ Kg ha<sup>-1</sup>.

Perdas na plataforma de corte: \_\_\_\_\_ Kg ha<sup>-1</sup>.

Perdas no sistema de trilha: \_\_\_\_\_ Kg ha<sup>-1</sup>.

Perdas totais: \_\_\_\_\_ Kg ha<sup>-1</sup>.