

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

LUANDER ANDREI STEIN

PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA MECANIZADA DA CULTURA DA SOJA

**CERRO LARGO
2022**

LUANDER ANDREI STEIN

PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA MECANIZADA DA CULTURA DA SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

CERRO LARGO

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Stein, Luander Andrei
PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA MECANIZADA DA CULTURA DA
SOJA / Luander Andrei Stein. -- 2022.
32 f.:il.

Orientador: Professor Doutor Marcos Antonio Zambillo
Palma

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2022.

1. Glycine max. 2. Regulagem de colhedoras. 3.
Impurezas. I. Palma, Marcos Antonio Zambillo, orient.
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

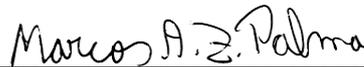
LUANDER ANDREI STEIN

PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DA CULTURA DA SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho de conclusão foi defendido e aprovado pela banca em 11/04/2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma
Orientador



Prof. ^a Dr. ^a Juliane Ludwig
Avaliadora



Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira
Avaliador

RESUMO

Na operação de colheita da cultura da soja é fundamental realizara manutenção, o ajuste de velocidade de deslocamento e a correta regulagem dos mecanismos internos das colhedoras. Com isso, proporciona-se menores valores de perdas de grãos e de impurezas durante a operação. O trabalho teve como objetivo avaliar as perdas de grãos na colheita mecanizada da soja e a porcentagem de impurezas nos grãos colhidos. Na avaliação foram consideradas as velocidades de deslocamento da colhedora de 3, 5 e 7 km h⁻¹ e o ventilador do sistema de limpeza operando em 500, 700 e 900 rpm. As perdas de grãos de soja não foram influenciadas pelas velocidades de operação e de rotações do ventilador avaliadas. No entanto, a porcentagem de impurezas foi superior na menor velocidade de operação (3 km h⁻¹), bem como na menor rotação do ventilador (500 rpm), e, as menores porcentagens de impurezas foram observadas na maior rotação do ventilador (900 rpm) para todas as velocidades que não teve interação significativa para a rotação de 700 rpm na velocidade de 5 km h⁻¹.

Palavras-chave: *Glycine max*. Regulagem de colhedoras. Impurezas.

ABSTRACT

In the soybean crop harvesting operation, it is essential to carry out maintenance, adjustment of travel speed and correct adjustment of the internal mechanisms of the harvesters. With this, it provides lower values of grain losses and impurities during the operation. The objective of this work was to evaluate the grain losses in the mechanized harvest of soybeans and the percentage of impurities in the harvested grains. In the evaluation, the displacement speeds of the harvester of 3, 5 and 7 km h⁻¹ and the fan of the cleaning system operating at 500, 700 and 900 rpm were considered. Soybean losses were not influenced by the evaluated operating speeds and fan rotations. However, the percentage of impurities was higher at the lowest operating speed (3 km h⁻¹), as well as at the lowest fan speed (500 rpm), and the lowest percentages of impurities were observed at the highest fan speed (900 rpm) for all speeds that had no significant interaction for the rotation of 700 rpm at the speed of 5 km h⁻¹.

Keywords: *Glycine max*; Adjustment of Harvesters; Impurities.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sistema de corte (plataforma) e sistema de alimentação de uma colhedora	9
Figura 2 - Cilindro e côncavo transversal componentes de um sistema de trilha radial	10
Figura 3 - Rotor e côncavo longitudinal compondo um sistema de trilha axial	11
Figura 4 - Cilindro e côncavo transversal (radial) + Rotor e côncavo longitudinal (axial) compondo um sistema de trilha hibrida	11
Figura 5 - Sistema de limpeza e separação de impurezas das colhedoras com fluxo de ar do ventilador.....	12
Figura 6 - Localização d área onde foi realizado o experimento localizado no interior do município de Cândido Godói - RS	16
Figura 7 - Ilustração do GPS Agres que foi utilizado para a aferição da velocidade da colhedora.....	17
Figura 8 - Medições do Tacômetro das rotações do ventilador (rpm) do sistema de limpeza da colhedora, Cândido Godói, 2021.....	17
Figura 9 - Croqui da área e dados dos de cada tratamento.	18
Figura 10 - Colhedora em operação durante o ensaio de avaliação de perdas, Cândido Godói, 2021	20
Figura 11 - Área de 2 m ² utilizada para coleta das amostras de perdas de grãos segundo metodologia prevista,Cândido Godói, 2021	21
Figura 12 - Coleta manual dos grãos para contabilização das perdas, Cândido Godói, 2021.....	21
Gráfico 1 - Amostras de perda coletadas a campo de cada parcela	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de variância das perdas de grãos de soja na colheita mecanizada da soja no município de Cândido Godói.....	23
Tabela 2 - Análise de variância para a porcentagem de impurezas da colheita mecanizada nos grãos de soja realizada no município de Cândido Godói	25
Tabela 3 - Porcentagem de impurezas (%) observadas na colheita mecanizada da soja avaliando as diferentes rotações do ventilador (rpm) e Velocidades (km h^{-1})....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 COLHEDORA	9
2.2 SOJA	12
2.3 PERDAS DE GRÃOS	13
3 MATERIALE MÉTODOS	16
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO	16
3.2 TRATAMENTOS	16
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	17
3.4 CULTIVAR UTILIZADA E TRATOS CULTURAIS	18
3.5 COLHEDORA AVALIADA	19
3.6 AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE GRÃOS NA OPERAÇÃO DE COLHEITA	20
3.6.1 Perdas Naturais	20
3.6.2 Perdas Totais	20
3.7 QUANTIFICAÇÃO DAS IMPUREZAS NOS GRÃOS COLHIDOS	22
3.8 AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE SOJA	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
4.1 PRODUTIVIDADE	23
4.2 PERDAS DE GRÃOS	23
4.3 IMPUREZAS	24
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja vem ganhando mercado consumidor ao decorrer dos anos. Em função do acréscimo da demanda, a produção do grão vem aumentando tanto em área cultivada, como em produtividade, tornando a soja a principal cultura produzida em todo o mundo. O Brasil é o principal produtor mundial, com 135,409 milhões de toneladas, seguido do EUA com 112,549 milhões de toneladas (CONAB, 2021).

As altas produtividades e a demanda por agilidade na colheita favorecem as perdas durante esse processo. Destaca-se que podem ser até 80% relacionadas à falta de ajustes nos mecanismos da plataforma de corte das colhedoras, e à velocidade excessiva de deslocamento das mesmas (DALL'AGNOL; SILVEIRA, 2019). Para diminuir as perdas na colheita da soja, muitos cuidados devem ser tomados, tanto em relação ao ponto de colheita da cultura, quanto na regulagem e operação da colhedora.

Para Silva (2015) o fluxo de ar do sistema de limpeza da colhedora deve ser ajustado corretamente para que as impurezas sejam separadas dos grãos e descartadas e que os grãos permaneçam na colhedora, quantos melhor for essa regulagem da rotação do ventilador melhores serão as porcentagens de impurezas presentes no produto final colhido.

Os objetivos do estudo foram avaliar as perdas de grãos de soja na operação da colheita mecanizada, considerando a influência de diferentes velocidades de operação da colhedora bem como, diferentes rotações do ventilador do sistema de limpeza da colhedora. Também objetivou-se quantificar a porcentagem de impurezas presentes nos grãos nas diferentes velocidades de operação e rotações do ventilador avaliadas.

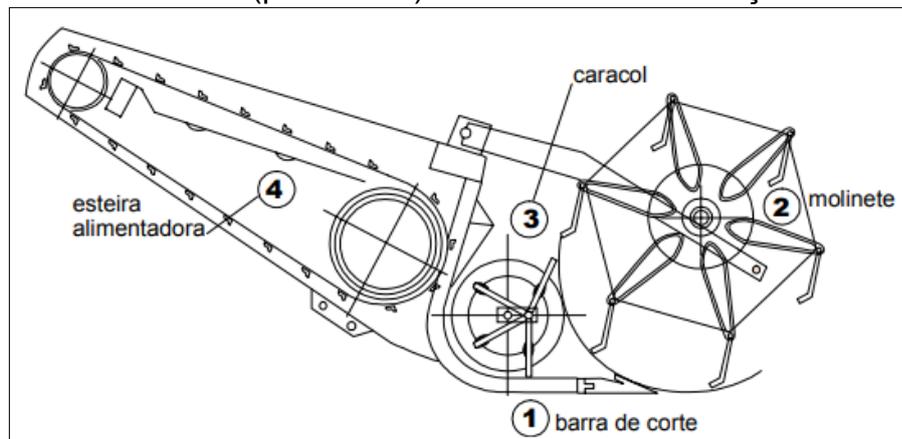
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 COLHEDORA

Atualmente a colheita de grãos é realizada de forma mecanizada, uma vez que a primeira colhedora combinada, construída em 1834, apresentava eficiência tão inovadora e eficiente que é utilizada como base na produção das colhedoras até os dias atuais (PESKE; BARROS, 2003). Os autores também observam que as colhedoras convencionais são compostas basicamente pelos seguintes sistemas: corte, recolhimento e alimentação; trilha; separação; limpeza.

A colheita mecanizada de grãos se dá por vários processos, em que inicia pelo corte, recolhimento e alimentação, constituindo a plataforma da colhedora conforme Figura 1.

Figura 1 - Sistema de corte (plataforma) e sistema de alimentação de uma colhedora



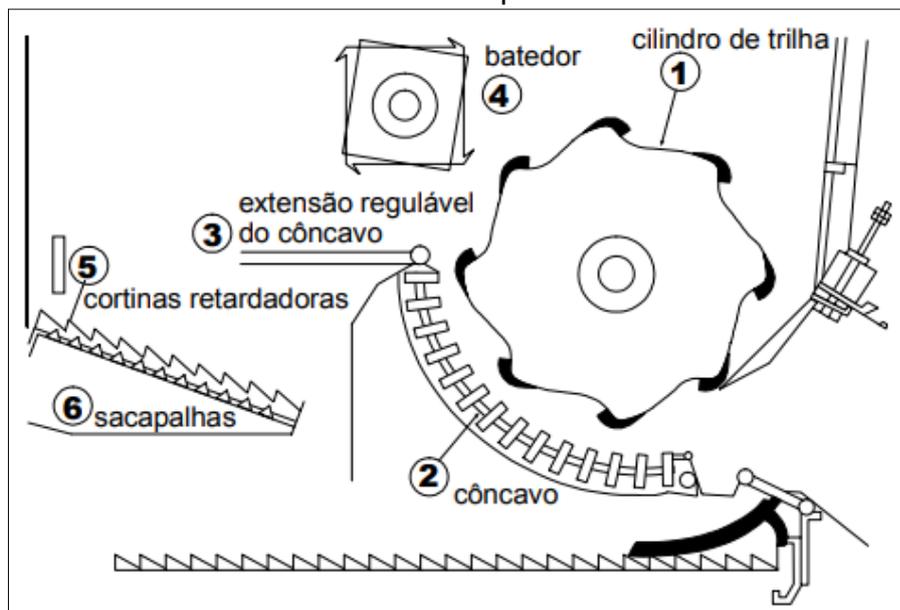
Fonte: PESKE; BARROS (2003, p. 66).

Os principais mecanismos presentes são: **barra de corte** - onde as plantas são cortadas; **molinete** - que tem a função de dar apoio e tombar as plantas cortadas para dentro da plataforma; **caracol** - é um cilindro oco com barras helicoidais que tem a função de transportar o produto ao centro da plataforma, na parte central do caracol, possuem dedos retráteis que ficam totalmente expostos na parte da frente do caracol e vão se recolhendo com a rotação do mesmo, tendo assim a finalidade de empurrar todo o material para a esteira alimentadora; **esteira alimentadora**- parte que faz a ligação entre a plataforma da colhedora e o sistema de trilha, é composta por correntes paralelas unidas por travessas transversais que

tem a função de transportar o produto até a trilha da colhedora (PESKE; BARROS, 2003).

As colhedoras podem ser equipadas com diferentes tipos de sistema de trilha: trilha radial, axial ou híbrida (PINHEIRO, 2014). O sistema de trilha radial (Figura 2) consiste em um cilindro e côncavo transversal, onde as plantas entram através da esteira de acesso e passam entre o cilindro e côncavo, onde é feito o processo de trilha (PINHEIRO, 2014).

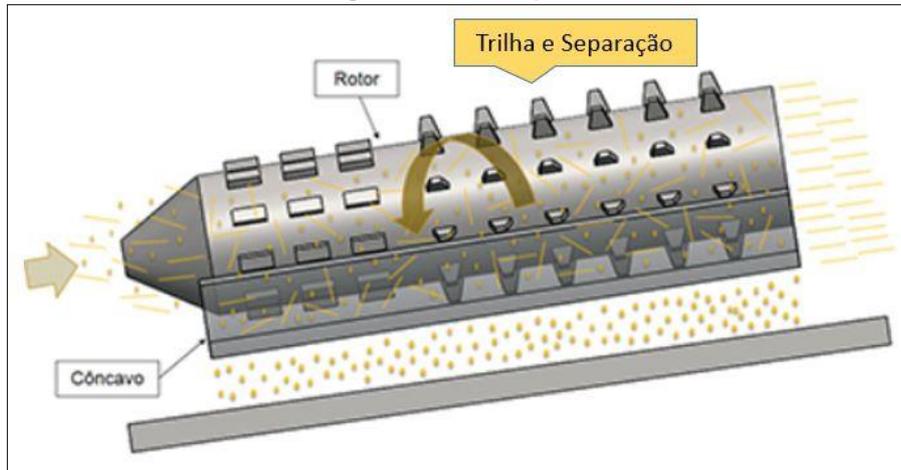
Figura 2 - Cilindro e côncavo transversal componentes de um sistema de trilha radial



Fonte: PESKE; BARROS (2003, p. 67).

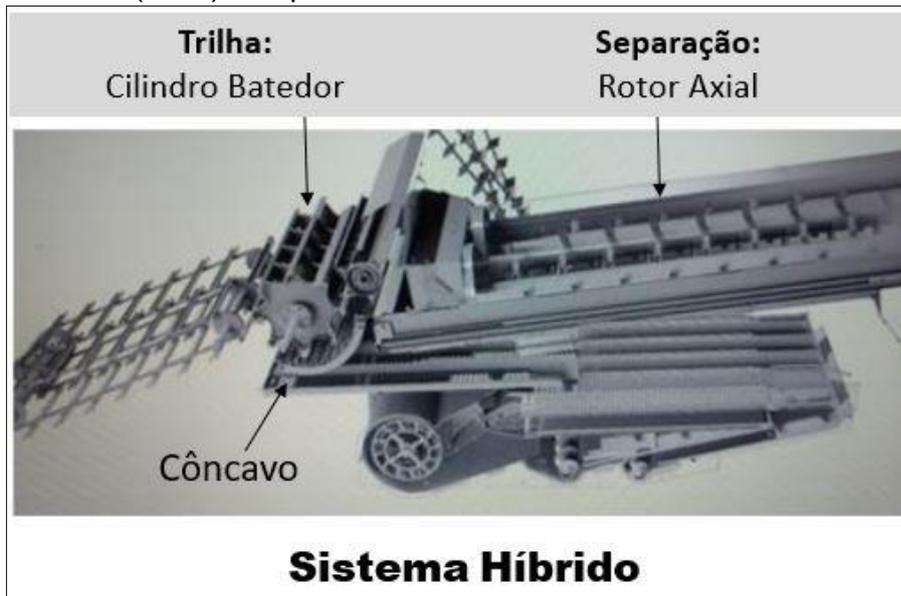
Já o sistema de trilha axial (Figura 3) é composto por um ou dois rotores e um côncavo longitudinal, onde o produto passa um tempo menor no sistema de trilha, reduzindo assim as perdas e danos aos grãos da cultura. Nesse sistema as plantas passam pelo rotor longitudinalmente, ocorrendo à separação dos grãos do resto da parte vegetal das plantas (PINHEIRO, 2014). O autor ainda afirma que o sistema de trilha híbrida, as colhedoras possuem os dois sistemas de trilha, onde o sistema radial serve como alimentador do sistema axial de trilha (Figura 4).

Figura 3 -Rotor e cônico longitudinal compondo um sistema de trilha axial



Fonte: StefaniMassey (2022).

Figura 4 -Cilindro e cônico transversal (radial) + Rotor e cônico longitudinal (axial) compondo um sistema de trilha híbrida



Fonte: Stefani Massey (2022).

Após o produto passar pelo sistema de trilha os grãos e pequenas impurezas são conduzidos para o sistema de limpeza da colhedora, o qual é composto pelo bandeirão, pelas peneiras inferior e superior e pelo ventilador que vão realizar a separação das impurezas dos grãos (Figura 5).

Figura 5 - Sistema de limpeza e separação de impurezas das colhedoras com fluxo de ar do ventilador.



Fonte: NUNES (2022).

O ventilador se localiza em frente ao suporte das peneiras. Seu fluxo de ar é que remove a maioria das impurezas contida na massa de grãos. Na maioria as colhedoras a rotação do ventilador variar de 250 a 1500 rpm, dependendo das condições da cultura e de trabalho. O fluxo de ar deve ser ajustado para que as impurezas sejam descartadas e o grão permaneça na colhedora. Quanto mais alta for a sua rotação, maior será a capacidade de limpeza e também maiores os riscos de perda de grãos. Se a rotação for abaixo da adequada, as impurezas não serão jogadas para fora da colhedora, assim sobrecarregando as peneiras (SILVA, 2015).

2.2 SOJA

A soja (*Glycine max*) que hoje é cultivada tem hábitos e características diferentes de seus ancestrais que eram plantas de hábito rasteiro (EMBRAPA SOJA, 2016). O autor verificou também que a sua evolução veio através de cruzamentos naturais de duas espécies de soja selvagem que após foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China.

A soja específica para consumo foi trazida por imigrantes japoneses em 1908, porém só foi introduzida oficialmente no Brasil em 1914 no Rio Grande do Sul na região pioneira de Santa Rosa, onde teve sua primeira semeadura comercial em 1924 (MANDARINO, 2017).

Na década de 60, o país iniciava a produção de suínos e aves, gerando assim uma demanda por farelo de soja, e, em 1966 a produção comercial de soja era uma necessidade estratégica, onde foram produzidas cerca de 500 mil toneladas em todo o país (EMBRAPA SOJA, 2016).

Programas de melhoramento da soja no Brasil possibilitaram que a cultura avançasse para regiões com baixas latitudes, para onde foram desenvolvidos cultivares com genes modificados que atrasam o seu florescimento em condições de fotoperíodo indutor, gerando assim plantas com um ciclo juvenil mais prolongado (KIIHL; GARCIA, 1989 *apud* FREITAS, 2011). Ainda segundo o autor, esses programas vêm desenvolvendo ao longo dos últimos anos cultivares com alta adaptabilidade e estabilidade, com as características desejáveis de alta produtividade para todo o país.

O Brasil, na safra 2020/21, produziu 135,912 milhões de toneladas em uma área cultivada de 38,532 milhões de hectares, atingindo a produtividade de 58,78 sacas ha^{-1} . Na Região Sul do País, a produção foi de 43.031,5 milhões de toneladas em uma área de 12.375,3 milhões de hectares com produtividade de 57,95 sacas ha^{-1} (CONAB, 2021).

2.3 PERDAS DE GRÃOS

No Brasil, milhões de sacas de grãos são perdidas durante a colheita das principais culturas, estando essas perdas muito acima do que é aceitável (PINHEIRO, 2014). Apesar dos avanços da tecnologia na agricultura, principalmente referente às colhedoras, observa-se a falta de cuidados e de conhecimento por parte dos operadores, resultando em perdas de grãos elevadas (PINHEIRO, 2014).

O sistema de produção de soja passa por diversos processos de altos custos, e, não se pode desperdiçar esses investimentos na hora da colheita, devido à falta de monitoramento e de regulagens inadequadas na colhedora (SILVEIRA, 2019). O autor ainda destaca que perda zero não existe, porém se tem estratégias para minimizá-las e mantê-las ao nível de um saco por hectare (60 kg ha^{-1}) que é considerado um padrão aceitável.

Dados obtidos na safra 2017/18 pelo “Rally da Colheita” desenvolvido pela Associação de Plantio do Vale do Paranapanema, no estado de São Paulo em 60 propriedades, as perdas apresentaram variações de 0,9 a 4,5 sacas por hectare. Dessas propriedades, 61% apresentaram perdas acima do tolerável que é de 60 kg ha^{-1} (DALL’AGNOL; SILVEIRA, 2019).

Cerca de 80% das perdas da soja ocorrem durante o processo de colheita pela falta de ajustes nos mecanismos da plataforma de corte da colhedora e

velocidade excessiva no deslocamento. A velocidade ideal se encontra em torno de 4 e 6,5 km h⁻¹ dependendo das condições da lavoura e da colhedora (DALL'AGNOL; SILVEIRA, 2019).

Características morfológicas podem influenciar as perdas durante a colheita, sendo eles a altura da planta, inserção das primeiras vagens, ramificações e acamamento. Plantas muito baixa tendem a inserir vagens próximas ao solo, o que dificulta o processo de colheita. Plantas acamadas dificultam o processo de recolhimento da plataforma da colhedora, uma vez que, onde 60% das plantas estão acamadas, as perdas no momento da colheita podem chegar em 15% (SILVEIRA *et al.*, 2017).

Muitos fatores são responsáveis pelas perdas na operação de colheita, porém, cerca de 64% das perdas totais são ocasionadas pela barra de corte da plataforma (PESKE; BARROS, 2003). Ainda segundo os autores, se o molinete estiver desajustado, tanto em velocidade como altura, o mesmo pode ocasionar grandes perdas, em alguns casos podendo ser superior às perdas da barra de corte.

As perdas na colheita são muitas vezes relacionadas não somente a fatores da colhedora, mas sim a forma como a mesma é utilizada (SCHANOSKI *et al.*, 2011), como muitas das colhedoras utilizadas são mais antigas, as perdas podem estar relacionadas aos seus projetos de fabricação, onde não comportam tamanha produtividade das cultivares atuais (PINHEIRO; TROLI, 2003 *apud* SCHANOSKI *et al.*, 2011).

Outros autores ressaltam que é possível realizar uma boa colheita com boa qualidade usando colhedoras mais antigas (CUNHA; ZANDBERGEN, 2007 *apud* SCHANOSKI *et al.*, 2011). Também se observou que colhedoras com média de 5 anos foram as que apresentaram menores perdas em relação as colhedoras novas, sendo assim, vale ressaltar a importância do conhecimento do operador com o equipamento e a capacitação de cursos técnicos (SCHANOSKI *et al.*, 2011).

Segundo Schanoski *et al.* (2011), a velocidade de deslocamento da colhedora não apresenta uma relação significativa com as perdas na colheita, onde aproximadamente 75% das perdas ocorrem na plataforma de corte no caso de colhedoras combinadas e apenas 25% ocorre no sistema de trilha, separação e limpeza da colhedora.

Os sistemas de trilha, separação e limpeza das colhedoras também são responsáveis por ocasionarem perdas, que correspondem entre 15 a 20% (PESKE;

BARROS, 2003). Os mesmos autores ainda afirmam que os avanços tecnológicos e o aperfeiçoamento dos componentes dos mecanismos das colhedoras facilitam os ajustes que são necessários e ainda aumentam a eficiência na colheita, reduzindo assim as perdas.

Outro fator responsável por provocar perdas durante a colheita da soja diz respeito ao teor de água nos grãos, em que os valores acima de 15% estão sujeitos a perdas nos mecanismos internos da máquina, sendo que a alta umidade dificulta o trabalho do sistema de trilha da colhedora. Por outro lado, se a colheita ocorre com a umidade dos grãos inferior a 13%, se tem a ocorrência de danos imediatos (quebras) e perdas já na plataforma de corte (FILHO *et al.*, 2020).

Uma das metodologias utilizadas para a quantificação das perdas da colheita refere-se à coleta dos grãos após a passagem da colhedora, ou seja, demarcando uma área de 2 m² e realizando a coleta de todos os grãos ali presentes, inclusive os que ainda estiverem presentes nas vagens e nas hastes da planta (SILVEIRA *et al.*, 2017). O autor ainda ressalta que é de suma importância se realizar no mínimo três subamostras, e por fim realizar a pesagem das amostras para assim poder quantificar as perdas totais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado no interior do município de Cândido Godói – RS, na comunidade da Linha Silva Jardim. O centro da área demarcada (Figura 6) localiza-se na coordenada geográfica 27°58'12.45"S e 54°40'35.38"O com altitude média de 358 m e inclinação do terreno inferior a 1%.

Figura 6 - Localização da área onde foi realizado o experimento localizado no interior do município de Cândido Godói - RS



Fonte: adaptado pelo autor de Google Earth Pro (2022).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho (STRECK *et al.*, 2018), onde utiliza-se o sistema de plantio direto há mais de 20 anos, com cultivos rotacionados de soja, trigo, milho, canola e aveia de cobertura.

3.2 TRATAMENTOS

Foram utilizados 9 tratamentos, considerando 3 velocidades de operação de colheita (3, 5 e 7 km h⁻¹) e 3 condições de rotações (500, 700 e 900 rpm) do ventilador do sistema de limpeza de grãos. As velocidades de operação da colhedora foram ajustadas com auxílio do GPS Agres Isoview 30 (Figura 7).

Figura 7 - Ilustração do GPS Agres que foi utilizado para a aferição da velocidade da colhedora



Fonte: adaptado pelo autor de Agres (2021).

As rotações do ventilador do sistema de limpeza de grãos da colhedora foram ajustadas através do sistema de polias variadoras. Para conferência da rotação por minuto utilizou-se um Tacômetro Digital a Laser modelo TDV 100 marca VONDER. As avaliações das rotações foram realizadas diretamente na polia do ventilador da colhedora (Figura 8).

Figura 8 - Medições do Tacômetro das rotações do ventilador (rpm) do sistema de limpeza da colhedora, Cândido Godói, 2021



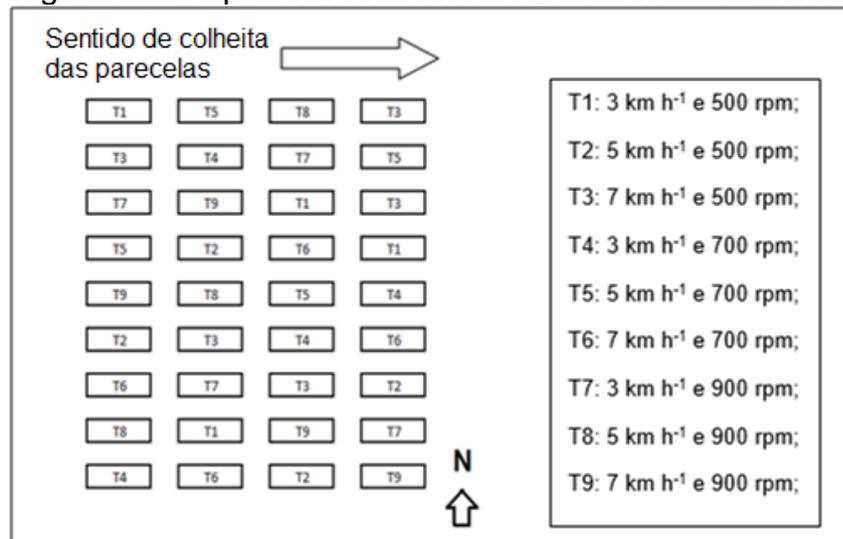
Fonte: elaborado pelo Autor (2021).

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para condução do ensaio utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) no esquema fatorial 3 (velocidades) x 3 (rotações do ventilador do

sistema de limpeza da colhedora) com 4 repetições, totalizando 36 unidades experimentais. O tratamento de cada parcela foi determinado mediante um sorteio aleatório conforme a Figura 9, onde cada parcela contou com as medidas de 4,5 metros de largura por 25 metros de comprimento.

Figura 9 - Croqui da área e dados dos de cada tratamento.



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Assistat, versão 7.7, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

3.4 CULTIVAR UTILIZADA E TRATOS CULTURAIS

Para a dessecação pré-semeadura foi aplicado a mistura dos herbicidas Saflufenacil (Heat[®]) na dose de 70 g p. c. ha⁻¹ + Glifosato (ZAPP QI 620) na dose de 1,8 L p. c. ha⁻¹ com volume de calda de 110 L ha⁻¹.

A cultivar utilizada foi a DM 53154 RSF IPRO com grupo de maturação de 5.4 (128 dias) de porte médio com massa média de mil sementes de 200g. Semente tratada e fiscalizada adquirida da empresa Cambaí. A adubação utilizada foi 275 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 02-23-23 TopMix[™] Evolution Yara[®].

A cultura foi implantada no dia 28 de novembro de 2020 utilizando 16 grãos por metro linear, totalizando 320.000 plantas por hectare. Para operação de semeadura foi utilizado uma semeadora da marca Stara modelo Victória 3150[®] equipada com 7 linhas com espaçamento de 0,50 m entre linhas.

A dessecação, em pós emergência, foi realizada com o herbicida Glifosato (ZAPP QI 620) na dose de 2 L p. c. ha⁻¹ e volume de calda de 110 L ha⁻¹. Antes do fechamento das entrelinhas da soja, foi realizada a primeira aplicação do fungicida, Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina (Fox[®]Xpro) na dose de 500 ml p. c. ha⁻¹ + inseticida Abamectina (abamectin 72 EC) na dose de 700 ml p. c. e volume de calda de 110 L ha⁻¹.

Após 21 dias da primeira aplicação de fungicida realizou-se a operação de pulverização com a mistura Picoxistrobina + Benzovindiflupir (VESSARYA[®]), na dose de 700 ml p.c. + Clorotalonil (BRAVONIL[®] 500) na dose de 2 L ha⁻¹ + inseticida Tiametoxam + Lambda-Cialotrina (ENGEIO PLENO[™] S) na dose de 200 ml p. c. ha⁻¹ + adubo folhar Niphokam na dose de 1 L ha⁻¹ p. c. em um volume de calda de 110 L ha⁻¹.

Após 21 dias foi realizada a terceira aplicação da mistura de Trifloxistrobina + Ciproconazol (Sphere[®] Max) na dose de 200 ml p. c. + inseticida Tiametoxam + Lambda-Cialotrina (ENGEIO PLENO[™] S) na dose de 200 ml p. c. ha⁻¹ em um volume de calda de 110 L ha⁻¹.

3.5 COLHEDORA AVALIADA

No experimento foi utilizada uma colhedora da marca New Holland 8055[®] ano/modelo 1992/92 com motor de 150 cv turbo (Figura 10), equipada com plataforma de corte SuperFlex de 15 pés (4,57 metros) com rotação fixa do molinete de 35 rpm. A colhedora possui sistema de trilha com cilindro e côncavo transversal (radial) e é equipada com sistema de corte automático e flutuação lateral da plataforma com altura de corte de aproximadamente 5 cm.

Figura 10 - Colhedora em operação durante o ensaio de avaliação de perdas, Cândido Godói, 2021



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

3.6 AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE GRÃOS NA OPERAÇÃO DE COLHEITA

3.6.1 Perdas Naturais

As perdas naturais de grãos, nas unidades experimentais, foram avaliadas considerando todos os grãos e vagens localizados até 5 cm de altura em relação ao solo, na área de 2 m² usando a metodologia proposta por EMBRAPA (2013).

3.6.2 Perdas Totais

A estimativa de perdas totais foi realizada conforme o método proposto pela EMBRAPA (2013), em que coleta-se os grãos deixados sobre o solo numa área de 2,0 m² (usando uma armação de madeira e corda onde a armação conta com 4,57 m de largura por 0,44 m de comprimento) (Figura 11).

Figura 11 - Área de 2 m² utilizada para coleta das amostras de perdas de grãos segundo metodologia prevista, Cândido Godói, 2021



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

As amostras foram coletadas manualmente recolhendo todos os grãos inteiros e quebrados, vagens com grãos (retirados posteriormente os grãos) presentes dentro do espaço demarcado de 2 m² conforme a Figura 12.

Figura 12 - Coleta manual dos grãos para contabilização das perdas, Cândido Godói, 2021



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Os grãos coletados foram armazenados e identificados para posterior pesagem das amostras e quantificação das perdas em kg ha^{-1} .

3.7 QUANTIFICAÇÃO DAS IMPUREZAS NOS GRÃOS COLHIDOS

As amostras para quantificação das impurezas foram coletadas diretamente no graneleiro da colhedora após a operação em cada parcela. As amostras foram retiradas em pontos do graneleiro da colhedora uniformemente distribuídos, em profundidades que compreenderam o terço superior, médio e inferior da carga a ser amostrada, em uma quantidade mínima de 2 kg, segundo Instrução Normativa do MAPA (2011). Essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para a unidade de recebimento de grãos da COOPERMIL, para quantificar as impurezas segundo metodologia proposta por Mapa (2011).

3.8 AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE SOJA

A produtividade da cultura foi avaliada, realizando a colheita da área de 3 hectares, abrangendo a área experimental e adjacente. A produção foi transportada e realizada a pesagem em balança rodoviária, conforme metodologia proposta por Cruzet *et al.* (2010).

No momento da pesagem também foram extraídas três amostras de grãos da carga para caracterização da umidade, considerando a metodologia proposta pelo (MAPA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PRODUTIVIDADE

A produtividade média obtida na área avaliada foi de 4158 kg ha⁻¹ (69,3 sacas ha⁻¹), com umidade média dos grãos de soja de 11,3%.

4.2 PERDAS DE GRÃOS

As perdas naturais de grãos não foram significativas, então, levaram-se em consideração apenas as perdas totais. Assim, em relação às perdas totais observou-se que não houve diferenças significativas entre os fatores rotação do ventilador, velocidade de operação e interação entre eles (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise de variância das perdas de grãos de soja na colheita mecanizada da soja no município de Cândido Godói

FV	GL	SQ	QM	F
ROTAÇÃO	2	843,05556	421,52778	0,8108 ns
VELOCIDADE	2	1.318,05556	659,02778	1,2676 ns
INTERAÇÃO rot. X vel.	4	5.323,61111	1.330,90278	2,5599 ns
TRATAMENTOS	8	7.484,72222	935,59028	1,7995 ns
RESÍDUO	27	14.037,50000	519,90744	
TOTAL	35	21.522,22222		

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Legenda: ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

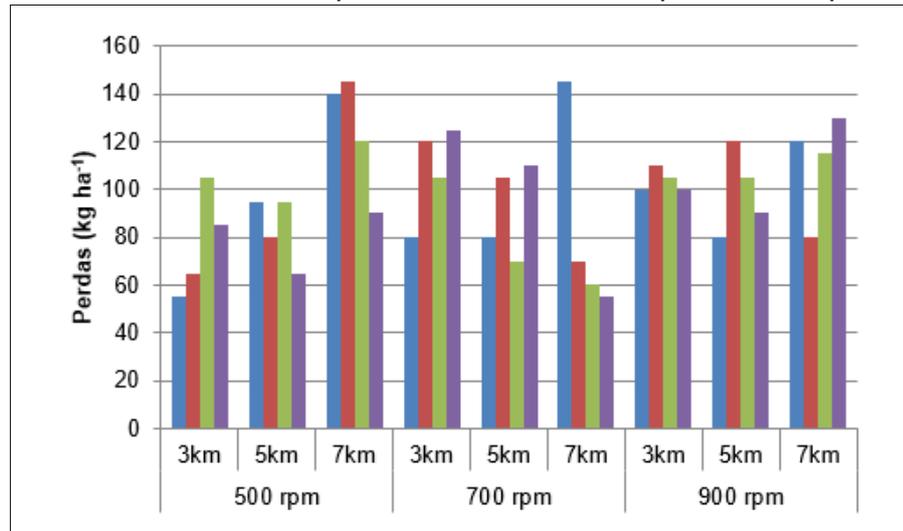
Em trabalhos avaliando a operação de colheita de soja os autores Schanoski *et al.* (2011) e Ferreira *et al.* (2018) corroboram com os resultados encontrados, em que a velocidade de deslocamento da colhedora não apresenta diferença significativa nas perdas.

Já para Bandeira (2017) as menores perdas estão relacionadas à velocidade de 3,5 km h⁻¹, porém, Machado *et al.* (2012) afirmam que a velocidade de 7 km h⁻¹ pode ser a melhor, onde a mesma mescla as perdas com a eficiência de trabalho. Para Dall'agnol e Silveira (2019), a velocidade ideal de colheita se encontra em torno

de 4 à 6,5 km h⁻¹, levando em consideração as condições da lavoura (relevo, cultura, acamamento das plantas, etc.) e a colhedora utilizada.

O Gráfico 1 apresenta os valores das amostras coletadas a campo onde é possível avaliar as perdas nas diferentes regulagens de operação da colhedora.

Gráfico 1 - Amostras de perda coletadas a campo de cada parcela



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

O coeficiente de variação obtido foi de 23,32%, considerando normal segundo Mesquita *et al.* (2002 *apud* CAMPOS *et al.*, 2005), que também encontraram valores altos, que podem ser justificados pela alta variabilidade das amostras observadas em vários estudos de perdas na colheita mecanizada realizadas a campo. Segundo Campos *et al.* (2005), o alto valor do coeficiente de variação, acima de 40%, pode levar a falta de relação direta entre a velocidade de deslocamento da colhedora e as perdas de grãos.

4.3 IMPUREZAS

As impurezas nos grãos colhidos nos diferentes tratamentos utilizados apresentaram interação significativa entre os fatores avaliados conforme os dados da análise de variância da Tabela 2.

Tabela 2 - Análise de variância para a porcentagem de impurezas da colheita mecanizada nos grãos de soja realizada no município de Cândido Godói

FV	GL	SQ	QM	F
ROTAÇÃO	2	0,00401	0,00200	1731,9120**
VELOCIDADE	2	0,00040	0,00020	171,1680**
INTERAÇÃO rot. X vel.	4	0,00024	0,00006	52,3680**
TRATAMENTOS	8	0,00465	0,00058	501,9540**
RESÍDUO	27	0,00003	0,00000	
TOTAL	35	0,00468		

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Legenda: ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 < p <= .05$)

ns não significativo ($p >= .05$)

Portanto, os dados foram submetidos ao teste de médias ao nível de 5% de probabilidade conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Porcentagem de impurezas (%) observadas na colheita mecanizada da soja avaliando as diferentes rotações do ventilador (rpm) e Velocidades (km h^{-1})

Rotação (rpm)	Velocidade (Km h^{-1})		
	3	5	7
500	3,05% aA	2,20% aC	2,40% aB
700	1,55% bA	0,10% bC	0,35% bB
900	0,08% cA	0,08% bA	0,08% cA
CV%	9,81		

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Legenda: As médias seguidas da mesma letra em colunas ou linhas não diferem estatisticamente (Coluna = letras minúsculas; Linhas = letras maiúsculas) pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores de porcentagem de impurezas aumentaram em relação à redução da rotação do ventilador do sistema de limpeza de grãos para todas as velocidades como ressalta Mesquita *et al.* (1998) sobre a importância correta na regulagem da rotação do ventilador do sistema de limpeza dos grãos, onde fluxo de ar insuficiente sobre as peneiras resulta em porcentagens mais elevadas de impurezas.

Segundo Aguila *et al.* (2011), o fluxo de ar adequado está diretamente associado a limpeza das peneiras, o qual realiza a separação das impurezas dos grãos, como destacado no presente trabalho em que a maior rotação do ventilador (900 rpm) do sistema de limpeza apresentou menor porcentagem de impurezas, entretanto, na velocidade de 5 km h^{-1} as porcentagens de impurezas foram semelhantes nas rotações de 700 e 900 rpm.

Em relação à velocidade de deslocamento observa-se que a porcentagem de impurezas foi maior na menor velocidade avaliada, exceto quando o ventilador do sistema de limpeza operou na maior rotação, visto que os valores foram semelhantes entre todas as velocidades analisadas.

A velocidade de 5 km h^{-1} foi a que apresentou os melhores resultados em relação as impurezas, onde apresentou as menores porcentagens de impurezas para todas as rotações avaliadas, podendo assim ser considerada a velocidade ideal de colheita nas condições propostas no experimento.

5 CONCLUSÃO

A velocidade de operação de 3, 5 e 7 km h⁻¹ bem como as rotações do ventilador de 500, 700 e 900 rpm da colhedora não alteram a quantidade de grãos perdidos de soja durante a colheita mecanizada de grãos;

A porcentagem de impureza é menor quando o ventilador operar em 900 rpm nas velocidades de 3 e 7 km h⁻¹ e rotações de 900 e 700 rpm na velocidade de operação de 5 km h⁻¹;

A rotação do ventilador do sistema de limpeza insuficiente impossibilita a limpeza dos grãos, gerando assim maiores porcentagens de impurezas;

A melhor condição de trabalho ocorreu na velocidade de 5 km h⁻¹ e rotação de 700 rpm.

REFERÊNCIAS

- AGUILA, Lília SichmannHeiffig-del. *et al.* Perdas na Colheita na Cultura da Soja. **Comunicado Técnico**. Pelotas: EMBRAPA, 2011. ISSN 1806-9185. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79567/1/comunicado-271.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2022.
- BANDEIRA, Graciano Junior. **Perdas na colheita da soja em diferentes velocidades de deslocamento da colhedora**. 2017. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) – Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2017. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/1895/1/BANDEIRA.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2021.
- CAMPOS, Marco A. O. *et al.* **Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de minas gerais**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.1, p.207-2013, jan./abr. 2005. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/27765/S0100-69162005000100023.pdf?sequence=1>. Acesso em: 11 abr. 2022.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Grãos: safra 2020/2112º Levantamento**. ISSN: 2318-6852. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 03 abr. 2022.
- CRUZ, Thyane Viana da. *et al.* Crescimento e produtividade de soja em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 33-42, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/995/99512490005.pdf>. Acesso em: 13 out. 2021.
- DALL'AGNOL, Amélio; SILVEIRA, Jose Miguel. **As inaceitáveis perdas na colheita da soja**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2019. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2019/01/15/as-inaceitaveis-perdas-na-colheita-da-soja/>. Acesso em: 24 jul. 2021.
- FERREIRA, Francielle Morelli *et al.* Influência da velocidade e rotação do molinete nas perdas na colheita de soja. **Equipe Mais Soja**, Mato Grosso, 2018. Disponível em: <https://maissoja.com.br/influencia-da-velocidade-e-rotacao-do-molinete-nas-perdas-na-colheita-de-soja/>. Acesso em: 02 abr. 2022.
- FILHO, Walter José Pereira. *et al.* Como evitar perdas em colheitas mecanizadas. **Revista Cultivar**. 06 de agosto de 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/como-evitar-perdas-em-colheitas-mecanizadas>. Acesso em: 24 mar. 2022.
- FREITAS, Márcio de Campos Martins de. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/a%20cultura%20da%20soja.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2021.

MANDARINO, José Marcos Gontijo. Origem e história da soja no Brasil. **Canal Rural**. abril de 2017. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2017/04/05/origem-e-historia-da-soja-no-brasil/>. Acesso em: 1 jul. 2021.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa MAPA nº 60 de 22/12/2011**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=78895> Acesso em: 28 mar. 2022.

MESQUITA, César de M. *et al.* **Manual do produtor**: como evitar desperdícios nas colheitas de soja, milho e arroz. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 32 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/16212/1/doc112.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2022.

NUNES, José Luis da. Sementes: Colheita de Sementes. **Agrolink**. c2022. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/colheita_361342.html. Acesso em 05 abr. 2022.

OLIVEIRA, Danilo Tedescode. Como medir perdas na colheita de soja. **Revista Cultivar Máquinas**. Ed. 172., ano XV, abril de 2017. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/como-medir-perdas-na-colheita-de-soja>. Acesso em: 30 jul. 2021.

PESKE, SilmarTeichert; BARROS, Antonio Carlos Souza Albuquerque. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 1. ed. Pelotas, 2003. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/BrunoRodriguesdSouza/peske-et-al-2003-sementes-fundamentos-cientificos-e-tecnologicos>. Acesso em: 05 abr. 2022.

PINHEIRO, Plínio Pacheco. Opções para colher bem. **Cultivar Máquinas**, p. 09-13. junho 2014. ISSN 1676-0158. Disponível em: https://issuu.com/grupocultivar/docs/maquinas_141/8. Acesso em: 21 jul. 2021.

SAMPAIO, Vinicius André Miquetichu. **Classificação de grãos: Passo a passo, soja, Milho, Feijão**. Bahia: aiba, 2017, 23 p. Cartilha disponível em: <https://aiba.org.br/wp-content/uploads/2017/01/Cartilha-Classificacao-de-Graos-Versao-Digital.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2022.

SCHANOSKI, Ricardo. *et al.* 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. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/tSRVbh6b3ywMzjcBp4zPwHS/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 01 abr. 2022.

SILVA, Rouverson Pereira da. **Material elaborado para as disciplinas “Máquinas Agrícolas” (Agronomia) e “Máquinas e Mecanização Agrícola” (Zootecnia) da FCAV/UNESP**. 2015, 33 f. Manual (Curso de Agronomia e Zootecnia) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2015. Disponível em: lamma.com.br/private/docs/e6766a63f2a8588b963b20cc83e2f380.pdf. Acesso em: 03 abr. 2022.

SILVEIRA, José Miguel *et al.* **Determinação de perdas na colheita de soja: copo medidor da Embrapa. Livro Manual.** Londrina: EMBRAPA, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/171681/1/livreto-manual-5-2017-OL.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2021.

SOJA, História da soja. **Embrapa.**2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em: 29 de jul. 2021.

STÉFANI MASSEY FERGUSON. Colheitadeira. **Stéfani Massey Ferguson**, Jaboticabal, c2022. Disponível em: <https://www.stefanimassey.com.br/blog>. Acesso em: 05 abr. 2022.

STRECK, Edemar Valdir. *et al.*; FLORES, Carlos Alberto; SCHNEIDER, Paulo. **Solos do Rio Grande do Sul.** 3. ed. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2018. 252 p. ISBN 978-85-98842-20-2.