

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS CANOINHAS
AGRONOMIA

José Roberto de Oliveira
João Vitor Menuzzo

**ANÁLISE DAS PERDAS DE SOJA DURANTE A COLHEITA
MECANIZADA: UM ESTUDO DE CASO**

Canoinhas – SC (2024)

José Roberto de Oliveira

João Vitor Menuzzo

**ANÁLISE DAS PERDAS DE SOJA DURANTE A COLHEITA MECANIZADA: UM
ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Agronomia do
Câmpus Canoinhas do Instituto Federal de
Santa Catarina como requisito parcial à
obtenção do título de **Engenheiro(a)
agrônomo(a)**

Orientador
Luis Carlos Vieira

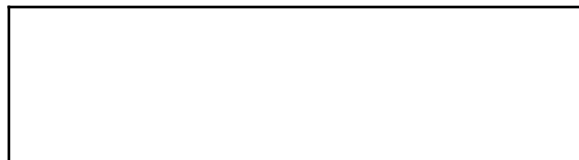
Canoinhas – SC (2024)

José Roberto de Oliveira

João Vitor Menuzzo

Análise das perdas de soja durante a colheita mecanizada: um estudo de caso

Este trabalho foi aprovado pela Banca examinadora composta por Luis Carlos Vieira, Magali Regina e Sandra Aparecida Tavares na data 13/12/2024, cujas notas e assinaturas constam em Ata de Defesa/Ficha de Avaliação. Por fim, as considerações propostas pela Banca foram incorporadas no trabalho, estando esse apto para arquivamento.



2024, Dr. Luís Carlos Vieira

Instituto Federal de Santa Catarina

RESUMO

A produção de soja é uma das principais atividades agrícolas tanto no Brasil quanto no mundo, tendo um impacto econômico significativo no mercado interno e nas exportações. As perdas podem ocorrer ao longo de toda a cadeia produtiva, desde o plantio até a colheita e o armazenamento, onde são influenciadas por fatores biológicos, ambientais e tecnológicos. Durante o processo de colheita da soja, as colheitadeiras desempenham um papel crucial na eficiência da operação, onde a utilização de colheitadeiras mal reguladas ou em condições inadequadas pode resultar em perdas expressivas de grãos, comprometendo a rentabilidade da produção. Estudos indicam que uma perda não significativa no momento da colheita é de até 60 kg de soja por hectare, ou seja, uma saca por hectare. Diante desse contexto, foi realizado um estudo de caso em uma propriedade localizada no município de Canoinhas, em Santa Catarina, com o objetivo de avaliar as perdas quantitativas de soja durante a colheita, especificamente aquelas atribuídas ao uso da colheitadeira. Para isso, utilizou-se uma armação retangular com base nas dimensões da plataforma da colheitadeira. Determinou-se, ainda, a estimativa de produção que foi de 102,2 sc/ha. Conclui-se que as perdas de 1,75 sc/ha possam ter sido influenciadas pelo fator da velocidade de operação da colheitadeira.

Palavras-chave: Desperdício agrícola, Fatores de perdas, *Glycine max*, Tecnologia da colheita.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DA SOJA.....	9
2.2 COMERCIALIZAÇÃO DA SOJA: ASPECTO NACIONAL E MUNDIAL.....	9
2.3 PRODUÇÃO DE SOJA NO PLANALTO NORTE CATARINENSE.....	10
2.4 FATORES RELACIONADOS ÀS PERDAS DE PRODUÇÃO DE SOJA.....	11
2.5 PERDAS DE PRODUÇÃO DE SOJA PELA COLHEITADEIRA.....	12
3. OBJETIVOS.....	13
OBJETIVO GERAL.....	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	15
4.2 IMPLANTAÇÃO DA CULTURA.....	15
4.3 AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DA ARMAÇÃO.....	16
4.4 AVALIAÇÃO DA ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO.....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5.1 AVALIAÇÃO DA ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO.....	20
5.2 AVALIAÇÃO DAS PERDAS PELO MÉTODO DA ARMAÇÃO.....	22
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa de grande importância agrônômica e econômica, destacando-se na alimentação humana, nutrição animal e produção de biocombustíveis. Sua adaptabilidade a diferentes climas e solos, aliada à capacidade de fixação biológica de nitrogênio, confere-lhe uma posição de destaque entre as culturas agrícolas globais (EMBRAPA, 2018). No Brasil, é uma das principais commodities agrícolas, sendo um dos maiores exportadores globais, junto com os Estados Unidos e a Argentina (BOSCHIERO, 2024).

No entanto, diversos fatores podem impactar negativamente a produtividade e resultar em perdas significativas durante o ciclo de produção. Essas perdas podem ocorrer em diferentes fases, desde o plantio até a colheita, e são influenciadas por fatores biológicos, ambientais e tecnológicos (EMBRAPA, 2018).

Um aspecto crítico é a colheita, onde a utilização de colheitadeiras mal reguladas ou em condições inadequadas pode resultar em perdas expressivas de grãos, comprometendo a rentabilidade da produção (BRASILEIRO et al., 2019). Problemas como a velocidade excessiva da colheitadeira, ajustes incorretos nos mecanismos de corte e trilha, e a falta de manutenção adequada do maquinário são fatores que frequentemente levam a perdas que poderiam ser evitadas com um manejo mais preciso e cuidadoso de modo a ajustar as perdas na colheita dentro do nível de tolerância de 60 kg por hectare ou uma saca por hectare (SILVEIRA et al., 2013).

O Planalto Norte Catarinense apresenta condições edafoclimáticas ideais para o cultivo da soja. De acordo com estudos realizados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), a região conta com solos bem drenados e uma distribuição regular de chuvas ao longo do ano, fatores fundamentais para o crescimento e desenvolvimento da cultura da soja (EPAGRI, 2020).

Desta forma, objetivou-se com esse estudo de caso avaliar as perdas quantitativas de soja durante o processo de colheita mecanizada, realizada com a colheitadeira New Holland 5050®, modelo do ano de 2004. Buscou-se determinar se essas perdas eram significativas para a produção. Para essa avaliação, utilizou-se o método de estimativa de produção com o uso de armação retangular, baseado nas dimensões da plataforma da colheitadeira.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DA SOJA

A soja (*Glycine max*) é uma planta dicotiledônea anual, da família Fabaceae, amplamente cultivada em todo o mundo devido ao seu valor agrícola e nutricional. Suas características fisiológicas desempenham um papel fundamental no seu crescimento, desenvolvimento e adaptação ao ambiente.

O ciclo de vida da soja é anual, de dias curtos, cujo desenvolvimento é influenciado pelo fotoperíodo. O comprimento do dia afeta a fase de floração e o tempo de maturação das sementes, sendo crucial para a adaptação da cultura em diferentes regiões (RODRIGUES et al., 2021).

As raízes da soja desempenham um papel fundamental na absorção de água e nutrientes do solo, além de contribuir para a fixação simbiótica de nitrogênio (FERNANDES et al., 2020). As folhas realizam a fotossíntese, convertendo a energia solar em carboidratos, enquanto as flores são responsáveis pela reprodução sexuada, resultando na formação de vagens (MIRANDA et al., 2018).

Possui adaptações fisiológicas para tolerar estresses ambientais, como seca, calor e salinidade. Essas adaptações incluem mecanismos de fechamento estomático, alterações no sistema radicular e ativação de enzimas antioxidantes (SILVA et al., 2019).

As características fisiológicas da soja são essenciais para entender seu comportamento e desempenho em diferentes ambientes. O conhecimento desses aspectos é fundamental para o manejo adequado da cultura e o aumento da produtividade.

2.2 COMERCIALIZAÇÃO DA SOJA: ASPECTO NACIONAL E MUNDIAL

A soja é uma das commodities agrícolas mais importantes globalmente, desempenhando um papel essencial na segurança alimentar e na economia de diversos países.

No Brasil, a comercialização da soja é uma atividade econômica de grande relevância, sendo o país um dos maiores produtores e exportadores mundiais. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento, a área total cultivada na safra 2023/24 é de 45,7 milhões de hectares, 3,8% superior ao semeado na safra passada (CONAB, 2024).

A comercialização da soja no Brasil envolve diversos agentes, desde produtores rurais e cooperativas até *tradings companies* (empresas comerciais intermediárias de empresas fabricantes e compradoras) e indústrias processadoras. Os principais estados produtores de soja no Brasil em 2024 são o Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul (CONAB, 2024).

O mercado interno de soja no Brasil é impulsionado pelo consumo humano e animal, com destaque para a produção de óleo, farelo e biodiesel. Além disso, o país exporta uma grande parte da sua produção de soja em grão, principalmente para a China, que é o maior importador mundial de soja.

A comercialização da soja em nível mundial é caracterizada por uma forte demanda, impulsionada pelo crescimento populacional, aumento da renda per capita e expansão da indústria de proteína animal. Os principais países exportadores de soja incluem o Brasil, os Estados Unidos e a Argentina (AMAZONAS, 2018).

O mercado de soja em nível global é influenciado por diversos fatores, como condições climáticas, políticas comerciais, variações cambiais e a demanda dos consumidores.

2.3 PRODUÇÃO DE SOJA NO PLANALTO NORTE CATARINENSE

A produção de soja no Planalto Norte Catarinense é uma atividade agrícola de crescente importância na região, impulsionada pelo desenvolvimento de tecnologias agrícolas.

O Planalto Norte Catarinense possui condições edafoclimáticas favoráveis para o cultivo da soja. Segundo estudos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), a região apresenta solos bem drenados e uma distribuição adequada de chuvas ao longo do ano, características essenciais para o desenvolvimento da cultura da soja (EPAGRI, 2020).

Nos últimos anos, tem-se observado um aumento significativo na área cultivada com soja na região do Planalto Norte Catarinense. Municípios como Mafra, Canoinhas e Itaiópolis têm se destacado como importantes produtores de soja na região, contribuindo para o aumento da produção estadual (EPAGRI/CEPA 2024).

Segundo os dados da Epagri/Cepa (2024), Mafra vem liderando a produção do planalto norte catarinense, seguindo de Canoinhas com uma área de produção de 28.500 hectares, rendendo 114.000 toneladas de soja.

Os produtores de soja na região têm adotado tecnologias agrícolas modernas para aumentar a produtividade e a rentabilidade das lavouras. Entre as tecnologias mais utilizadas estão o plantio direto, a utilização de cultivares adaptadas ao clima local e a rotação de culturas, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas produtivos (SILVA et al., 2018).

No entanto, há perspectivas positivas para o setor, com oportunidades de diversificação de culturas, integração com a pecuária e adoção de práticas sustentáveis de produção (MAGALHÃES et al., 2020).

2.4 FATORES RELACIONADOS ÀS PERDAS DE PRODUÇÃO DE SOJA

As perdas de produção da soja podem ocorrer em várias etapas do ciclo agrícola, desde o plantio até a colheita e o armazenamento. Diversos fatores podem contribuir para essas perdas, impactando negativamente a produtividade e a rentabilidade das lavouras. Na colheita, perdas iguais ou inferiores a 60 kg por hectare ou 1 saca por hectare, é considerado uma perda não significativa (SILVEIRA et al., 2013).

As condições climáticas desfavoráveis, como secas prolongadas, chuvas excessivas, geadas e temperaturas extremas, podem afetar o desenvolvimento da soja e reduzir a produtividade das lavouras (ALMEIDA et al., 2017).

A incidência de pragas, como percevejos, lagartas e ácaros, e doenças, como ferrugem asiática e mofo branco, pode causar danos significativos às plantas de soja, reduzindo a produção e a qualidade dos grãos (SILVA et al., 2019).

Práticas inadequadas de manejo da cultura, como plantio em época inadequada, densidade de semeadura incorreta, uso excessivo ou insuficiente de fertilizantes, e irrigação mal planejada, podem comprometer o desenvolvimento das plantas e aumentar as perdas de produção (LOPES et al., 2020).

Na fase de colheita, as perdas de produção podem ocorrer devido a problemas relacionados à regulagem e operação das colheitadeiras, como velocidade excessiva, altura de corte inadequada, e perdas de grãos no processo de debulha (RODRIGUES et al., 2018). Além disso, as condições inadequadas de armazenamento, como umidade e temperatura elevadas, podem favorecer o desenvolvimento de fungos e causar deterioração dos grãos (CARVALHO et al., 2016).

O estágio de desenvolvimento reprodutivo diretamente relacionado à colheita, denominado R8, de acordo com a escala fenológica de Fehr & Caviness (1977), corresponde

ao período em que 95% das vagens exibem a coloração característica para a colheita. Nesse estágio, a soja perde umidade rapidamente e, em condições de clima seco por um período de cinco a dez dias, os grãos atingem o teor ideal de umidade entre 13% e 15%. Quando a colheita é realizada nesse intervalo, os danos mecânicos e as perdas são minimizados. Grãos colhidos com teores de umidade superiores a 15% estão sujeitos a danos mecânicos latentes, enquanto valores inferiores a 13% promovem o aumento dos danos mecânicos imediatos, geralmente identificados pela presença de grãos quebrados ou "bandinhas" (metades) (SILVEIRA et al., 2013).

2.5 PERDAS DE PRODUÇÃO DE SOJA PELA COLHEITADEIRA

Durante o processo de colheita da soja, as colheitadeiras desempenham um papel crucial na eficiência da operação. No entanto, diversos fatores podem contribuir para as perdas de produção durante essa etapa, afetando a quantidade e a qualidade dos grãos colhidos.

De acordo com um levantamento realizado pela Associação de Plantio Direto do Vale do Paranapanema, a perda média de grãos de soja durante o processo de colheita é de quase duas sacas por hectare, o que gera um prejuízo estimado em aproximadamente R\$ 4,3 bilhões anuais para o país. Cerca de 80% dessas perdas estão associadas à falta de ajustes adequados nos mecanismos de colheita e à velocidade excessiva de deslocamento das máquinas (BAYER, 2022).

A regulagem adequada da colheitadeira é fundamental para minimizar as perdas de produção durante a colheita da soja. Aspectos como a altura de corte, a velocidade de deslocamento, a abertura das peneiras e a regulagem do sistema de debulha e separação influenciam diretamente o desempenho da máquina (SILVEIRA et al., 2013).

A velocidade de operação da colhedora é crucial para o bom funcionamento e para a manutenção das perdas dentro dos níveis aceitáveis. Recomenda-se realizar a colheita com velocidades entre 4,0 e 6,5 km/h (MESQUITA et al., 1998). A velocidade de colheita determina a taxa ou índice de alimentação, correspondente à quantidade de produto processado por unidade de tempo (t/h), podendo influenciar negativamente as perdas na colheita quando excessiva (BRAGACHINI & BONETTO, 1990).

Além disso, a velocidade de colheita deve ser compatível com as oscilações da barra de corte, que normalmente operam a 1100 ou 1200 golpes por minuto. Valores menores de

oscilação indicam a necessidade de colheita em velocidade reduzida, de modo que as plantas sejam adequadamente cortadas. Plantas arrancadas ou mal cortadas indicam uma incompatibilidade entre a velocidade de colheita e o número de golpes da barra de corte. A altura de corte é estabelecida entre o solo e as vagens mais baixas da planta, sendo ajustada conforme a habilidade do operador em plataformas rígidas (BRAGACHINI & BONETTO, 1990).

Irregularidades no terreno, presença de resíduos vegetais e umidade excessiva são fatores que podem aumentar as perdas de produção durante a colheita da soja. Terrenos acidentados ou encharcados podem dificultar a operação da colheitadeira, resultando em danos às plantas e maior quantidade de grãos perdidos (OLIVEIRA et al., 2019).

A presença de barras de corte desgastadas, navalhas quebradas e danos nas extremidades pode aumentar a vibração das plantas, ocasionando a queda dos grãos no solo. Além disso, uma rotação e altura excessivas do molinete podem causar a quebra dos ponteiros, lançando vagens e grãos ao chão. A recomendação é manter a velocidade do molinete entre 15% e 20% da velocidade da colheitadeira para evitar tais perdas. E também, folgas no sistema de trilhas podem resultar em até 15% de perda da lavoura, exigindo manutenção cuidadosa para minimizar o desperdício. Dessa maneira, a realização regular de manutenções preventivas e a substituição de peças desgastadas são medidas essenciais para garantir o bom funcionamento da colheitadeira (BAYER, 2022).

A habilidade e o conhecimento do operador da colheitadeira também influenciam significativamente as perdas de produção durante a colheita da soja. Operadores bem treinados são capazes de ajustar a máquina de acordo com as condições do campo e maximizar a eficiência da colheita, reduzindo assim as perdas de grãos (PEREIRA et al., 2020).

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Analisar e quantificar as perdas na produção de soja durante o processo de colheita mecanizada, com ênfase nas perdas causadas pelo uso de colheitadeira.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar as perdas na produção de soja com o uso da armação retangular;
- Verificar se as perdas na produção foram significativas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido no município de Canoinhas, localizado no estado de Santa Catarina (SC), na localidade de Taunay, situada nas coordenadas geográficas 26°04'26,7" S e 50°28'45,7" W (Figura 1), com a colheita sendo no dia 04/04/2024. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, a região possui um clima do tipo Cfb, caracterizado como temperado, com verão ameno. O terreno possui uma área de 10,68 hectares, apresentando uma topografia plana, o que facilita tanto o cultivo quanto a colheita.

Figura 1- Local que foi realizado o experimento



Fonte: autor

4.2 IMPLANTAÇÃO DA CULTURA

A semeadura foi realizada sob o sistema de Plantio Direto, utilizando a cultivar de soja Zeus IPRO®, desenvolvida pela empresa Brasmax. A cultura precedente foi o trigo. Para a semeadura, utilizou-se uma plantadeira Seed Max PCR 2227® do ano/modelo 2007 (Figura 2), configurada com 7 linhas espaçadas em 0,45 metros entre si. Foram distribuídas 15 sementes por metro linear, totalizando 333 mil sementes por hectare.

Figura 2 - Plantadeira Seed Max PCR 2227®



Fonte: autor

Conforme as diretrizes do *Manual de Calagem e Adubação para os Estados do RS e de SC* (2016), a adubação de base foi realizada com a aplicação de 280 kg/ha de fertilizante, na formulação NPK 2-20-20, de acordo com a interpretação da análise de solo e a expectativa de produtividade de 3600 kg por hectare. As práticas de manejo da cultura, incluindo o controle de pragas e doenças, foram realizadas conforme a necessidade, seguindo as recomendações técnicas e sob a responsabilidade do produtor.

4.3 AVALIAÇÃO DA ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO

A estimativa de produção é uma ferramenta essencial na agricultura, pois permite que o produtor planeje e monitore o potencial produtivo de sua cultura. Ao calcular a produtividade, o produtor consegue prever com maior precisão a quantidade de produto que será colhida por hectare, o que é fundamental para a tomada de decisões sobre a gestão da lavoura, planejamento de recursos e avaliação da viabilidade econômica da produção.

Para a avaliação da estimativa de produção, foram analisados cinco indicadores principais e, posteriormente, utilizou-se a fórmula da estimativa de produção, conforme a metodologia proposta por Peske et al. (2019).

- **Fórmula da estimativa de produção:** Plantas por hectare (mil/ha) x Vagens por planta x Grãos por Vagem x Peso de mil grãos (g/1000) / 60.000 = sc/ha

Os cinco indicadores que compuseram a fórmula foram:

- **Plantas/m linear:** Contou-se o número de plantas em 10 metros de linha, dividindo o total por 10;
- **Plantas/ha:** Ajustou-se o resultado de plantas/m linear, dividindo-o pelo espaçamento entre linhas (em metros) e multiplicando por 10;
- **Nº de vagens por planta:** Contou-se o número de vagens em 10 plantas consecutivas na linha de plantio, dividindo o total por 10 para obter a média;
- **Nº de grãos por vagem:** Foi contabilizado o total de grãos e, em seguida, esse número foi dividido pela quantidade total de vagens analisadas;
- **Peso de mil grãos:** Realizou-se a pesagem de mil grãos para obter um valor exato.

4.4 AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DA ARMAÇÃO

Para a avaliação da colheita, a área total do experimento, com 10,68 hectares, foi subdividida em três talhões: talhão I (2,45 ha), talhão II (5,16 ha) e talhão III (3,07 ha) (Figura 3). Em cada talhão, foram realizadas cinco repetições aleatórias imediatamente após a passagem da colheitadeira, desconsiderando-se as fileiras nas extremidades dos talhões para evitar o efeito de bordadura.

Figura 3 - Separação dos talhões



Fonte: autor

A colheita foi conduzida utilizando uma colhedora autopropelida New Holland 5050®, ano/modelo 2004 (Figura 4), devidamente submetida a manutenções preventivas realizadas pelo proprietário. O processo foi executado com uma velocidade operacional de 9 km/h, no estágio fenológico R8 da cultura, com os grãos apresentando umidade entre 13% e 15%, de acordo com a amostragem realizada pela cooperativa.

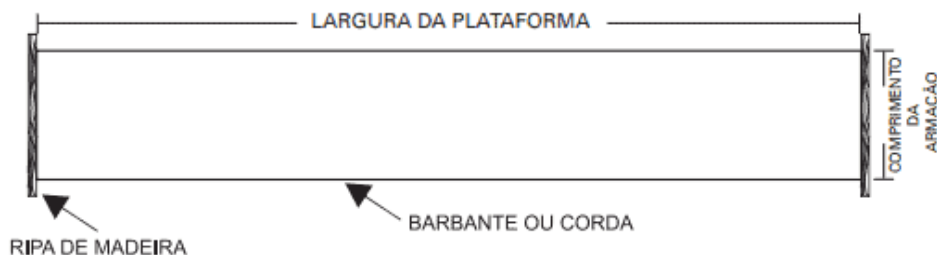
Figura 4 – Colheitadeira New Holland 5050®



Fonte: autor

Para a coleta e avaliação das perdas quantitativas durante a colheita, empregou-se uma armação retangular correspondente à largura da plataforma da colheitadeira (Figura 5). A metodologia adotada seguiu o cálculo estipulado para a área do talhão, conforme proposto por Silveira et al. (2013).

Figura 5 - Exemplo da armação



Fonte: Adaptado de Mesquita et al., 1998

A plataforma da colheitadeira New Holland 5050® utilizada possuía uma área representativa de 2 m², com dimensões de 5 metros de largura e 0,4 metros de comprimento. Para a construção da armação, foram utilizadas duas ripas de madeira com as dimensões do comprimento da plataforma, além de dois barbantes que correspondiam à largura da plataforma (Figura 6).

Figura 6 - Armação utilizada de 2 m²



Fonte: autor

Após a passagem da colhedora, a armação foi posicionada em um local previamente percorrido pela máquina. Em seguida, todos os grãos e vagens presentes na área delimitada pela armação foram coletados, considerando os grãos que haviam caído antes da passagem da colhedora, os que caíram da plataforma e aqueles que se soltaram pelo sistema de trilha. As vagens foram debulhadas e armazenadas em sacos de amostras. Após a coleta de cada amostra, a pesagem foi realizada imediatamente, utilizando uma balança de precisão portátil da marca Bridge Magazine®, modelo Mini Balança de Precisão Digital Plataforma. Com os pesos obtidos em cada repetição no talhão, calculou-se uma média, permitindo determinar a perda de grãos na área amostrada do talhão. A partir dessa média, estimou-se a perda para uma área de 1 hectare.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 AVALIAÇÃO DA ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO

A contagem do número de plantas foi realizada em um segmento de 10 metros de linha (Figura 7), identificando-se um total de 10 plantas.

Figura 7 – Avaliação estimativa da produtividade



Fonte: autor

Em seguida, procedeu-se à quantificação do número de vagens na planta e de grãos presentes nas vagens. A partir desses dados, foi calculada a média geral de vagens e grãos por planta, conforme apresentado na Tabela 1.

<i>Tabela 1 - Grãos por vagem</i>											
Plantas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Média
Vagens	50	55	49	52	48	53	55	50	52	49	51
Grãos	130	137	138	133	134	133	138	130	135	137	134,5
<i>Fonte: Autor</i>											

Com os valores obtidos, foram preenchidos os cinco indicadores necessários para a composição da fórmula de estimativa de produção.

- **Plantas/m linear:** 100 plantas / 10 metros = 10 plantas/m linear.
- **Plantas/ha:** 10 plantas/m linear / 0,45 metros de espaçamento = 22,222 x 10 = 222,222 mil plantas por hectare.
- **Nº de vagens por planta:** em 10 plantas consecutivas na linha de plantio contabilizou 510 vagens / 10 = 51 vagens por planta.
- **Nº de grãos por vagem:** em 51 vagens contabilizou 134,5 grãos / 51 = 2,6 grãos por vagem.
- **Peso de mil grãos:** 208,3 gramas.

Fórmula da estimativa de produção:

$$222,222 \text{ (mil/ha) Plantas por hectare} \times 51 \text{ Vagens por planta} \times 2,6 \text{ Grãos por Vagem} \times 208,3 \text{ (g/1000) Peso de mil sementes} / 60.000 = \mathbf{102,2 \text{ sc/ha}}$$

A estimativa de produção resultou em 102,2 sacas por hectare. Assim, para a área total de 10,68 hectares, projetou-se uma produção de 1.091,5 sacas de soja. Esses resultados evidenciam o potencial produtivo da área cultivada.

5.2 AVALIAÇÃO DAS PERDAS PELO MÉTODO DA ARMAÇÃO

Com os pesos obtidos de cada repetição dos talhões pelo método da armação (Tabela 2), realizaram-se cálculos para estimar as perdas correspondentes a cada repetição, ajustando os valores proporcionalmente para 1 hectare (Tabela 3).

<i>Tabela 2 - Peso dos grãos perdidos (g)</i>						
	Repetições					
Talhão	I	II	III	IV	V	Média
I	18,6	19,2	22,4	21,1	20,5	20,5
II	20,5	23,3	19,9	22,6	21,5	21,5
III	17,3	19,1	20,7	23,5	24,3	20,7

Fonte: autor

A partir desses dados, foi possível calcular a média de perda de cada talhão, que posteriormente foi utilizada para determinar a média total de perdas, expressa tanto em quilogramas por hectare (Kg/ha) quanto em sacas por hectare (sc/ha), conforme apresentado na Tabela 2.

<i>Tabela 3 - Perda para 1 hectare (Kg/ha)</i>						
	Repetições					
Subárea	I	II	III	IV	V	Média
I	93	96	112	105,5	102,5	101,8
II	102,5	116,5	99,5	113	107,5	107,8
III	86,5	95,5	103,5	117,5	121,5	104,9
Média Total						104,83
Sacac (60kg)						1,75
<i>Fonte: autor</i>						

Com isso, os resultados demonstraram uma perda média de 1,75 sacas por hectare (sc/ha) durante a colheita mecanizada da soja, valor que supera o limite técnico aceitável de 1,0 sc/ha, indicando ineficiências operacionais que devem ser corrigidas para melhorar o aproveitamento da produção. Essa redução corresponde a uma perda de aproximadamente 1,7% por hectare, um valor que, apesar de relativamente baixo em termos percentuais, tem implicações econômicas relevantes. Considerando o preço de mercado da soja, mesmo pequenas perdas podem impactar significativamente a rentabilidade do produtor, sobretudo esse índice corresponde a uma perda total de 18,5 sacas no terreno de 10,68 hectares. Esses resultados indicam que a produção efetiva seria de 1.073 sacas (1.091,5 - 18,5), refletindo o impacto das perdas na eficiência da colheita mecanizada.

A principal causa identificada para essa perda foi a velocidade de operação da colhedora, ajustada em 9 km/h, um valor acima da faixa recomendada de 4,0 a 6,5 km/h (SILVEIRA et al., 2013). Velocidades elevadas comprometem a eficiência da colheita, resultando em perdas tanto no corte quanto na separação dos grãos, devido ao aumento da vibração e impacto dos mecanismos da máquina (BRAGACHINI & BONETTO, 1990).

Adicionalmente, uma parcela das perdas pode ser atribuída à presença de resíduos de palhada na superfície do solo. Embora a topografia plana do terreno favoreça a operação mecanizada e minimize perdas relacionadas à estabilidade da colhedora, a palhada pode dificultar o desempenho do mecanismo de corte e aumentar a perda de grãos durante o processo (OLIVEIRA et al., 2019).

As perdas de soja podem ser maiores em relação às etapas pós-colheita, sendo o transporte e o armazenamento. Durante o transporte, fatores como impactos mecânicos, derramamentos por falhas de vedação e condições precárias das estradas contribuem para uma perda da produção total. No armazenamento, a falta de controle da umidade, ventilação inadequada e proliferação de pragas e fungos podem levar a perdas ainda mais elevadas (CARVALHO et al., 2016).

As práticas de manejo na produção de soja foram realizadas de maneira correta, com o plantio efetuado na época recomendada, garantindo melhores condições para o desenvolvimento das plantas. Além disso, foram respeitadas a densidade de semeadura adequada e o uso correto de fertilizantes, o que assegurou um bom aporte de nutrientes para o solo, contribuindo significativamente para a produtividade e a qualidade final dos grãos (LOPES et al., 2020).

Por outro lado, a manutenção preventiva da colhedora, os fatores relacionados ao estágio de colheita e à umidade dos grãos estavam dentro dos parâmetros recomendados. A colheita foi realizada no estágio fenológico R8, garantindo que a maturação dos grãos estivesse adequada, e a umidade foi mantida entre 13% e 15%, o que contribuiu para a preservação da integridade dos grãos durante o manuseio (SILVEIRA et al., 2013).

Além disso, durante o período de colheita, o clima apresentou condições favoráveis, com precipitação equilibrada, temperaturas médias adequadas e ventos moderados, fatores estes que não impuseram limitações às operações agrícolas. Além disso, a umidade do solo encontrava-se em níveis ideais para a execução da colheita, evitando tanto o excesso de umidade, que poderia dificultar o tráfego de máquinas, quanto a seca extrema, que poderia comprometer o rendimento operacional das colhedoras (ALMEIDA et al., 2017).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As perdas observadas podem ter sido influenciadas pela velocidade de operação da colhedora. Nesse contexto, a adequação da velocidade de operação para valores dentro da faixa recomendada, aliada à adoção de práticas que reduzam o impacto dos resíduos de palhada, revela-se essencial para maximizar a eficiência da colheita mecanizada e minimizar perdas em áreas de topografia plana, como as analisadas no presente estudo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.R. *et al.* Impactos das mudanças climáticas na produção de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, n. 2, p. 159-173, 2017.

AMAZONAS, Leonardo. Conjuntura mensal de soja: maio 2018. **CONAB**, Brasília-DF, maio 2018.

BAYER. Perdas na colheita da soja: como minimizá-las? **Bayer Agro**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.agro.bayer.com.br/conteudos/perdas-colheita-soja>. Acesso em: 5 nov. 2024.

BOSCHIERO, Beatriz Nastaro. 6 maiores produtores de soja do mundo: quando e quanto produzem?. **AGRO ADVANCE**, 26 jul. 2024.

BRAGACHINI, M.; BONETTO, L.A. **Cosecha de trigo**: equipamento, regulación y puestas a punto de la cosechadora – evaluación de pérdidas. Manfredi: INTA – EEAManfredi, 1990. 60p. (Cuaderno de actualización técnica, 6)

BRASILEIRO, B. P.; CARDOSO, G. A.; SILVA, R. M. Perdas na colheita mecanizada da soja. **Engenharia Agrícola**, v. 39, n. 1, p. 56-64, 2019.

CARVALHO, F.F. *et al.* **Armazenamento de grãos de soja**: manejo e controle de qualidade. Brasília: Embrapa, 2016.

CONAB. Ajustes na área de milho e soja resultam em uma produção de 295,45 milhões de toneladas na safra 2023/2024. **Conab**, 14 maio 2024.

CONAB. **Último levantamento da safra 2023/2024 estima produção de grãos em 298,41 milhões de toneladas**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5728-ultimo-levantamento-da-safra-2023-2024-estima-producao-de-graos-em-298-41-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 18 dez. 2024.

EMBRAPA. **Soja**: cultivo e manejo. Brasília: Embrapa, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual do copo medidor**. Embrapa, 2012.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Acompanhamento de safras**. Epagri/Cepa, 2024.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Zoneamento agrícola de risco climático para a cultura da soja no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2020.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 12 p. (Iowa Cooperative Extensive Service. Special Report, 80).

FERNANDES, P.A. *et al.* Respostas fisiológicas de plantas de soja submetidas a diferentes

concentrações de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 4, p. 1-8, 2020.

LOPES, G.R. et al. Manejo da cultura da soja para redução de perdas de produção. **Revista Brasileira de Agricultura Sustentável**, v. 9, n. 3, p. 45-58, 2020.

MAGALHÃES, R. et al. Perspectivas da produção de soja no Planalto Norte Catarinense. **Revista Catarinense de Ciência Agrônômica**, v. 23, n. 3, p. 123-132, 2020.

MESQUITA, C.M. et al. **Manual do produtor**: como evitar desperdício nas colheitas de soja, do milho e do arroz. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 31 p. (EMBRAPA-CNPSO, Documentos, 112).

MIRANDA, A.A.B. et al. Aspectos morfológicos e fisiológicos da floração e frutificação da soja. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v. 5, n. 10, p. 1-12, 2018.

OLIVEIRA, F.C. et al. Influência da umidade do solo nas perdas de produtividade durante a colheita mecanizada de soja. **Revista de Agricultura**, v. 95, n. 2, p. 132-139, 2019.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes**: fundamentos científicos e tecnológicos. 4. ed. rev. e ampl. Pelotas: Editora Becker e Peske, 2019.

PEREIRA, J.M. et al. Impacto do treinamento do operador na eficiência de colheita da soja. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada**, v. 7, n. 3, p. 45-52, 2020.

RODRIGUES, F.F. et al. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento da soja. **Revista Brasileira de Agronomia**, v. 3, n. 1, p. 21-28, 2021.

RODRIGUES, P.C. et al. Avaliação das perdas de produtividade durante a colheita mecanizada de soja. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 38, n. 4, p. 389-396, 2018.

SILVA, A.B. et al. Avaliação de cultivares de soja em diferentes ambientes no Planalto Norte Catarinense. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 24, n. 2, p. 78-86, 2018.

SILVA, M.C. et al. Principais pragas e doenças da soja e estratégias de controle. **Revista Brasileira de Proteção de Plantas**, v. 37, n. 2, p. 98-110, 2019.

SILVA, R.N. et al. Respostas fisiológicas de plantas de soja submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 3, p. 1-9, 2019.

SILVEIRA, José Miguel et al. **Determinação de perdas na colheita de soja**: copo medidor da Embrapa. Embrapa, 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os estados do RS e de SC**. Núcleo Regional Sul, 2016.