

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FARROUPILHA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**QUANTIFICAÇÃO DE PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA
MECANIZADA DO ARROZ IRRIGADO EM ALEGRETE/RS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

Bibiana Bueno de Souza Cadore

Alegrete, 2021

QUANTIFICAÇÃO DE PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA MECANIZADA DO ARROZ IRRIGADO EM ALEGRETE/RS

Bibiana Bueno de Souza Cadore

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFarroupilha, RS) e da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de

Bacharela em Engenharia Agrícola

Orientador: Dr. Vilnei de Oliveira Dias

Alegrete, RS, Brasil

2021



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal do Pampa

Universidade Federal do Pampa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha
Curso de Engenharia Agrícola

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova o Trabalho de Conclusão de Curso II**

**QUANTIFICAÇÃO DE PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA MECANIZADA DO ARROZ
IRRIGADO EM ALEGRETE/RS**

Elaborado por

Bibiana Bueno de Souza Cadore

Como requisito parcial para a obtenção de grau de
Bacharel em Engenharia Agrícola

COMISSÃO EXAMINADORA

Vilnei de Oliveira Dias, Dr.

(Orientador - UNIPAMPA)

Eracilda Fontanela, Dra.

(UNIPAMPA)

José Gabriel Vieira Neto, Dr.

(UNIPAMPA)

Alegrete, 11 de março de 2021



Assinado eletronicamente por **VILNEI DE OLIVEIRA DIAS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 12/03/2021, às 09:51, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **ERACILDA FONTANELA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 12/03/2021, às 09:54, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **JOSE GABRIEL VIEIRA NETO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 12/03/2021, às 10:55, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0481740** e o código CRC **B0CA2423**.

Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete
Av. Tiarajú, 810 – Bairro: Ibirapuitã – Alegrete – RS CEP: 97.546-550
Telefone: (55) 3422-8400

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Vilnei pelos ensinamentos, confiança, orientação e disponibilidade para que esse projeto se tornasse possível.

Agradeço a Campo & Lavoura Consultoria e Planejamento Agrícola e toda sua equipe por me orientar, apoiar e disponibilizar a empresa para realizar o trabalho.

Aos meus pais e aos familiares que acreditaram em mim desde o princípio, me apoiando e ajudando em tudo que estava ao alcance. Aos meus colegas e amigos cujo os nomes não citarei, mas que sabem o quanto agradeço por terem me acompanhado e me dado forças ao longo desta jornada.

Agradeço aos coordenadores de curso, que nos acompanham ao longo da graduação sempre dispostos a nos auxiliarem. Dedico este trabalho a todos que vem me ajudando de forma indireta e direta ao longo da faculdade.

Aos membros da banca examinadora, Professora Eracilda e Professor José Gabriel pelo apoio, disponibilidade, paciência e todas as contribuições.

Muito obrigada a todos!

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível”.

(Charles Chaplin)

RESUMO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha

Universidade Federal do Pampa

Curso de Engenharia Agrícola

QUANTIFICAÇÃO DE PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA MECANIZADA DO ARROZ IRRIGADO EM ALEGRETE/RS

AUTORA: BIBIANA BUENO DE SOUZA CADORE

ORIENTADOR: VILNEI DE OLIVEIRA DIAS

Data e Local da defesa: Alegrete, 11 de Março de 2021.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as perdas quantitativas de grãos no momento da colheita mecanizada da cultura do arroz irrigado, em diferentes condições e observar se fatores operacionais influenciaram no quantitativo das perdas. O levantamento foi realizado em vinte colhedoras em diferentes lavouras localizadas no município de Alegrete/RS. Foram determinadas as perdas da plataforma de corte, as perdas na pré-colheita (naturais), as perdas nos mecanismos internos e o total de perdas na colheita. Os grãos foram colhidos com umidade média de 21,2% base úmida. No estudo foram realizadas visitas técnicas, anotando todos os dados da colheita, desde os dados da máquina e cultivar, até as regulagens da colhedora. A partir da metodologia aplicada foi possível analisar o total de perdas de grãos na colheita e propor uma regulagem ideal para minimizar a mesma. De acordo com a bibliografia, sabe-se que o percentual aceitável é de 90 kg ha⁻¹. Os resultados demonstraram que 85% das colhedoras utilizadas tiveram percentual aceitável de perdas, com uma média de 84,15 kg ha⁻¹. As perdas na plataforma de corte foram quantitativamente maiores que as perdas nos mecanismos internos. Com os resultados, foi possível concluir que não houve ajuste linear das perdas em função da velocidade de colheita, foram observadas alterações pontuais nas perdas de grãos pelas colhedoras.

Palavras-chave: Colhedoras. Plataforma de Corte. Mecanismos Internos. Umidade. Velocidade.

ABSTRACT

Federal Institute of Education, Science and Technology Farroupilha

Federal University of Pampa

Agricultural Engineering Course

QUANTIFICATION OF GRAIN LOSSES IN THE MECHANIZED HARVESTING OF RICE IRRIGATED RICE IN ALEGRETE/RS

AUTHOR: BIBIANA BUENO DE SOUZA CADORE

ORIENTADORA: VILNEI DE OLIVEIRA DIAS

Data and Place of defense: Alegrete, 11 de March de 2021.

The present work had as objective to evaluate the quantitative losses of grains in the moment of the mechanized harvest of the irrigated rice culture, in different conditions and to observe if operational factors influenced in the quantitative of the losses. The survey was carried out on twenty harvesters in different crops located in the municipality of Alegrete/RS. The cutting header, the pre-harvest losses (natural), the losses in the internal mechanisms and the total losses in the harvest were determined. The grains were harvested with an average humidity of 21.2% wet basis. In the study, technical visits were made, noting all the harvest data, from the machine and cultivar data, to the harvester settings. From the applied methodology, it was possible to analyze the total grain losses in the harvest and propose an ideal regulation to minimize it. According to the bibliography, it is known that the acceptable percentage is 90 kg ha⁻¹. The results showed that 85% of the harvesters used had an acceptable percentage of losses, with an average of 84.15 kg ha⁻¹. The losses in the cutting deck were quantitatively greater than the losses in the internal mechanisms. With the results, it was possible to conclude that there was no linear adjustment of losses as a function of harvest speed, specific changes were observed in grain losses by the harvesters.

Keywords: Harvesters. Header. Internal Mechanisms. Moisture. Speed.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FARSUL – Federação da Agricultura do Rio Grande do Sul

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

NH – New Holland

MS – Massey Ferguson

SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado

SNA – Sociedade Nacional de Agricultura

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pontos dos grãos perdidos por uma colhedora.....	17
Figura 2 – Fluxograma do passo a passo da determinação da perda na colheita do arroz.....	18
Figura 3 – Local de aferição das perdas pré-colheita (A) Estrutura de madeira na coleta de perdas pré-colheita (B)	19
Figura 4 – Aferição das perdas com gradil (A) Máquina durante a colheita (B)	20
Figura 5 – Lonas instaladas nos mecanismos (A) Coleta das perdas nas lonas (B).....	21
Figura 6 – Coleta das perdas dos mecanismos no momento da colheita.....	21
Figura 7 – Lona com as perdas do rotor e da peneira (A) Coleta das amostras em sacos separados (B)	22
Figura 8 – Peneiras e ventilador para quantificar as amostras.....	23
Figura 9 – Procedimento para calcula da área de coleta das amostras de perdas na colheita.....	23
Figura 10 – Distribuição percentual dos modelos de colhedoras utilizadas na pesquisa.....	25
Figura 11 – Gráfico das variedades de arroz.....	26
Figura 12 – Carta controle representativa do teor de umidade da colheita em vinte propriedades observadas.....	27
Figura 13 – Carta controle da velocidade de colheita em função das observações...27	
Figura 14 – Carta controle das perdas de pré-colheita em vinte propriedades observadas.....	28
Figura 15 – Carta controle das perdas na plataforma em vinte propriedades observadas	29
Figura 16 – Perdas pela plataforma em função da velocidade de colheita.....	30
Figura 17 – Carta controle das perdas nos mecanismos internos nas propriedades observadas.....	31
Figura 18 – Perdas pelos mecanismos internos em função da velocidade de colheita.....	32
Figura 19 – Carta controle das perdas totais nas vinte propriedades observadas....	32
Figura 20 – Perdas totais em função da velocidade de colheita nas observações ...	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Projeção da produção, consumo e importação 2018/19 a 2028/29.....13

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.1 Objetivos Específicos.....	12
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1 Importância e Consumo do Arroz.....	13
3.2 A Cultura do Arroz.....	14
3.3 Colheita do Arroz.....	14
3.4 Perdas de Grãos na Colheita Mecanizada.....	16
4 MATERIAL E MÉDOTOS.....	18
4.1 Local e Informações Gerais.....	18
4.2 Coleta de Dados.....	18
4.2.1 Verificação das regulagens da colhedora.....	19
4.2.2 Aferição das perdas pré-colheita.....	19
4.2.3 Aferição das perdas na plataforma de corte.....	20
4.2.4 Aferição das perdas pelos mecanismos internos da colhedora	20
4.2.5 Determinação das perdas totais.....	24
4.3 Análise dos Dados.....	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
5.1 Dados técnicos da colheita.....	25
5.2 Perdas na colheita.....	28
5.2.1 Perdas em pré-colheita.....	28
5.2.2 Perdas na plataforma.....	28
5.2.3 Perdas nos mecanismos internos.....	30
5.2.4 Perdas totais.....	32
6 CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

O arroz é o segundo cereal mais cultivado do mundo. A China é responsável por cerca de 146,8 milhões de toneladas da produção mundial do arroz. No continente americano, o Brasil se destaca como maior produtor, sendo também um dos maiores do mundo, ocupando a 9ª posição mundial (FARSUL, 2016).

No Brasil, a área cultivada com arroz se aproxima de 3,2 milhões de hectares, com produção de 11,75 milhões de toneladas. O Rio Grande do Sul, estado de maior produção, colhe anualmente cerca de seis milhões de toneladas, que correspondem a mais de 50% do total da produção brasileira (CONAB, 2015).

A colheita tem grande importância no processo produtivo do arroz irrigado, para que ela seja realizada de forma eficaz e lucrativa, deve ser analisados diversos fatores, tais como ponto de colheita, umidade dos grãos e condições climáticas.

Atualmente, com a mecanização e a modernização da lavoura, uma única colhedora colhe em média 2.000 sacas diárias, que são limpas e secas em secadores convencionais até o teor de umidade de 15%, quando passam para silos pulmões para conclusão da secagem (12%) e estabilização do produto (CONAB, 2015).

De acordo com Bisognin (2015), sabe-se que por mais tecnológicas que sejam as colhedoras, dificilmente estas terão uma perda de grãos igual a zero, devido a diversos fatores relacionados à cultura, porém, podem ser reduzidas a um limite aceitável, quando os produtores tiverem consciência do prejuízo ocasionado. Estas perdas são ocasionadas devido à época de colheita inadequada e incorreta regulagem e manutenção dos mecanismos.

As perdas na colheita mecanizada do arroz podem ser classificadas em qualitativas e quantitativas. As perdas quantitativas de grãos na colheita do arroz são resumidas em perdas em pré-colheita, perdas na plataforma e perdas nos mecanismos internos da colhedora, sendo geralmente expressas em kg ha^{-1} . As perdas qualitativas influenciam na qualidade do grão e no rendimento de grãos inteiros. Neste sentido, a avaliação das perdas quantitativas na colheita mecanizada do arroz irrigado é de suma importância para que se realize as devidas regulagens dos mecanismos, evitando uma maior perda de grãos, obtendo perdas aceitáveis, de acordo com a literatura, evitando prejuízo para o produtor e mantendo a qualidade do produto.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Determinar as perdas quantitativas de grãos na colheita mecanizada do arroz-irrigado em lavouras localizadas no município de Alegrete/RS.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar características técnicas das colhedoras utilizadas na colheita do arroz-irrigado;
- Quantificar diferentes tipos de perdas que ocorreram nas lavouras avaliadas;
- Verificar se há relação entre variáveis operacionais e as perdas quantificadas na cultura do arroz-irrigado.
- Traçar um possível panorama das perdas identificando em que local da máquina elas ocorrem e qual a sua magnitude.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Importância econômica da cultura do arroz

O arroz é um dos cereais mais consumidos no mundo, responsável pela nutrição de mais de três bilhões de pessoas, ocupando uma área de 158 milhões de hectares e produzindo cerca de 746,7 milhões de toneladas de arroz em casca, sendo responsável por 29% dos grãos utilizados para alimentação humana (SOSBAI, 2014).

O Brasil destaca-se como o maior produtor de arroz fora do continente asiático, sendo que o sistema de cultivo irrigado é tradicionalmente praticado na Região Sul do país, devido às questões de clima e solo, contribuindo, em média, com 54% da produção nacional. Nesse contexto, dentre os estados brasileiros, o Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz do país (CONAB, 2015).

A produção nacional do arroz no ano de 2018/2019 atingiu 10.596 mil toneladas, cultivado basicamente em cinco estados do Brasil: Rio Grande do Sul, onde é produzido a maior parte, cerca de 70,5% da produção, seguido de Santa Catarina com 10,2%, Tocantins com 6%, Mato Grosso com cerca de 3,6% e por último Paraná com cerca de 1,5% da produção nacional (MAPA, 2019).

Segundo o MAPA (2019), as projeções estimam que em 2028/29 a produção seja de 10,6 milhões de toneladas, e um consumo de 11 milhões de toneladas. De acordo com os dados, projeta-se um aumento inexpressivo da produção de arroz nos próximos 10 anos, 0,03% anualmente. Entretanto, a taxa anual projetada para o consumo é negativa, em comparação com as projeções anteriores, conforme tabela 1.

Variação em % 2018/19 a 2028/29	
Produção	0,30%
Consumo	-1,20%
Importação	-11%

Tabela 1. Projeção da produção, consumo e importação 2018/19 a 2028/29. Fonte: Adaptado de MAPA, 2019.

A cadeia orizícola desempenha importante papel na ótica cultural, social e econômica brasileira. O arroz é tradicionalmente um dos produtos alimentícios mais

consumidos no país, sendo o seu consumo anual estimado em torno de 11 milhões de toneladas. Além disso, a cadeia produtiva do arroz apresenta destaque na criação de trabalho e renda para a economia interna, com um parque industrial nacional de beneficiamento altamente desenvolvido (CONAB, 2019).

No Brasil, cada pessoa consome em média 45 kg de arroz por ano (SOSBAI, 2012). O arroz é consumido especialmente na forma de grãos inteiros, sendo conhecidos, em função da forma de processamento pós-colheita, como arroz branco, arroz integral e arroz parboilizado (VIEIRA e RABELO, 2006).

De acordo com Elias et al. (2012), o maior consumo de arroz, pouco mais de 70% do total, é na forma de arroz branco polido. Em segundo lugar, com aproximadamente 25% é na forma de arroz parboilizado e em terceiro lugar, com cerca de 4% é o arroz integral.

3.2 A cultura do Arroz

O arroz é uma planta da família das gramíneas, do gênero *Oryza*, que possui em torno de vinte espécies, sendo a mais cultivada a *Oryza sativa* (JULIANO, 1993).

A cultura do arroz é produzida em diversos sistemas e ambientes de cultivo, podendo ser desde monoculturas em regiões temperadas e tropicais com sistemas de sequeiro e irrigado, até monocultura intensiva com áreas irrigadas nos trópicos onde a cultura é produzida duas ou três vezes anualmente (LABORTE et al., 2017).

A época de semeadura é um dos fatores que definem a produtividade de grãos do arroz irrigado. Os períodos recomendados para semeadura do arroz, variam em função das regiões e sub-regiões do estado, das condições meteorológicas, do tipo de solo e do ciclo das cultivares. No geral a semeadura no estado do Rio Grande do Sul inicia em meados de setembro indo dezembro (SOSBAI, 2012).

O ponto de colheita ocorre durante a fase de maturidade fisiológica, onde a umidade do grão deve estar preferencialmente entre 16 e 23% para obtenção de menor perdas por degrane natural, além de reduzir o dano mecânico ocasionado pela colhedora (SILVA e FONSECA, 2006; SILVA, 2013).

3.3 Colheita mecanizada da cultura do arroz-irrigado

Nos primórdios da agricultura, a colheita era realizada manualmente, necessitando várias pessoas para realizar o processo, que era muito laborioso, além

de obter baixa capacidade operacional, sendo viável economicamente apenas para pequenas propriedades de subsistência (BALASTREIRE, 2005).

A colheita é uma etapa muito importante pois é a última tarefa do ciclo da cultura dentro da propriedade. Deste modo, torna-se indispensável o planejamento e a adoção de técnicas e procedimentos corretos e eficazes no momento da colheita (BISOGNIN, 2015). Colher na época certa é, portanto, fundamental para se obter um produto de qualidade e com maior rendimento. O arroz atinge o ponto de maturação adequado quando dois terços dos grãos da panícula estão maduros. Embora essa fase seja fácil de ser identificada visualmente, pode-se tomar como base, também, o teor de umidade dos grãos (SNA, 2017).

De acordo com Embrapa (2013), a colheita do arroz pode ser realizada por três métodos: manual, semimecanizado e mecanizado. No primeiro, as operações de corte, enleiramento, recolhimento e trilha são realizados manualmente. No semimecanizado, o corte, enleiramento e o recolhimento das plantas são, geralmente, manuais, e a trilha, mecanizada. No método mecanizado, todas as operações são feitas por máquinas. A colheita mecanizada tem por vantagem o menor tempo e esforço físico requerido pelos trabalhadores rurais para realizar o processo (QUEIROZ et al., 2004). As colhedoras de arroz colhem e trilham as plantas numa única operação, podem ser automotrizes ou acionadas pelo trator. São caracterizadas por possuírem mecanismos de corte e alimentação de plantas, trilha, separação, limpeza, transporte e armazenamento de grãos e de outros componentes especiais para garantir boa operação nas variadas condições de cultivos, como os irrigados (EMBRAPA, 2013).

Segundo Portella (2000), com o desenvolvimento da tecnologia, surgiram as máquinas para auxiliar nas atividades agrícolas, sendo este fator responsável por alavancar a produção em grande escala com menor número de trabalhadores envolvidos nas atividades. Em uma avaliação realizada por Silva e Wander (2014), no Brasil a colheita mecanizada realizada por colhedoras automotrizes se destaca em primeiro lugar no estado do Rio Grande do Sul, realizada em 97% das propriedades, seguido por Santa Catarina, Mato Grosso, Tocantins e Maranhão, com 94, 86, 64 e 7%, respectivamente.

3.4 Perdas de grãos na colheita mecanizada

De acordo com Fonseca e Silva (1996), a média da perda de grãos estimado por MAPA e CONAB na cultura de Arroz é de 22%. No momento da colheita é onde ocorre a maior perda (12,6%), logo após as perdas no armazenamento (7%) e no processamento industrial (2,4%). Segundo Embrapa (2013) nas condições favoráveis de realização da colheita, a perda aceitável é inferior a 90 kg ha⁻¹.

As perdas quantitativas dos grãos na colheita mecânica de arroz podem ocorrer basicamente por três motivos: antes da colheita (perdas pré-colheita), na plataforma da colhedora e nos mecanismos internos da colhedora (FRANCO et al., 2005). As principais causas das perdas de grãos são as regulagens incorretas do sistema de trilha, velocidade de trabalho e operadores descapacitados (CABALLERO, 2010).

As perdas pré-colheita, são também chamadas de naturais, sendo ocasionadas pela debulha natural dos grãos, influenciados pela constituição genética das cultivares (FRANCO et al., 2005).

Entretanto, a debulha dos grãos pode estar atrelada a fatores externos como baixa umidade do grão, o que facilita o desprendimento do grão da panícula além da ocorrência de chuvas de alta intensidade, granizos, ventos fortes, bem como ao ataque de pássaros que não só causam prejuízos por alimentarem-se com o cereal, mas também ao pousar sobre as plantas acabam derrubando uma quantidade significativa de grãos (FRANCO et al., 2005; PINHEIRO e PINHEIRO, 2012).

De acordo com Embrapa (2013), na colheita mecanizada, as perdas são provocadas pelos mecanismos externos e internos da colhedora (Figura 1). Os mecanismos externos provocam perdas devido à ação mecânica da plataforma de corte e os internos, pela ação do cilindro batedor, do saca-palha e das peneiras. Os mecanismos externos da colhedora são responsáveis por cerca de 70% das perdas de grãos.

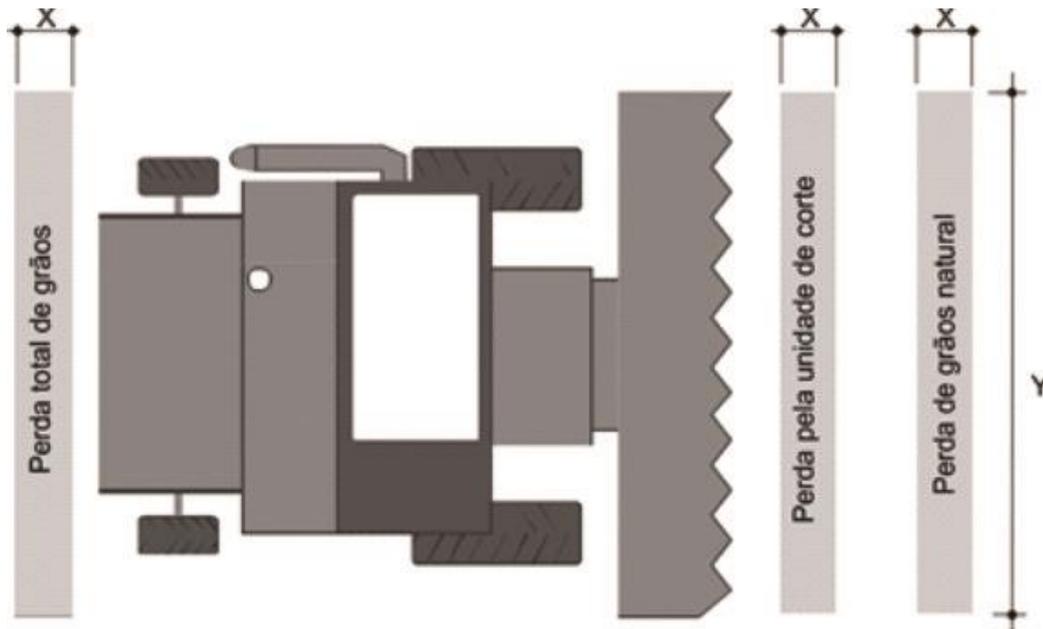


Figura 1. Pontos de grãos perdidos por uma colhedora. Fonte: Embrapa, 2013.

As perdas na plataforma são ocasionadas devido ao manuseio inadequado dos seus mecanismos de ação quais sejam: molinete, barra de corte, helicóide transportador, altura de corte e velocidade de deslocamento.

De acordo com Portella (2000), a velocidade de deslocamento da colhedora influencia nas perdas de grãos, podendo deixar panículas sem serem cortadas devido ao excesso de velocidade. Diante disso, a velocidade recomendada de colheita de arroz irrigado, vai de 1 a 3 km h⁻¹ dependendo do sistema de trilha e separação (RUSSINI et al., 2014).

As perdas nos mecanismos internos podem ser divididas entre perdas na trilha, separação e limpeza dos grãos, responsáveis por grande parte das perdas totais da colhedora. As perdas ocasionadas por pouca trilha geralmente aparecem na forma de grãos presos à panícula que saem junto com a palhada trilhada. Isto pode ser ocasionado pela má regulagem do sistema de trilha, que geralmente é devido à baixa rotação do cilindro, grande abertura do côncavo de trilha, alta velocidade de deslocamento ou ainda excesso de material na retilha (PORTELLA, 2000).

As perdas por excesso de trilha, resulta em grãos quebrados e/ou descascados. Isto pode estar relacionado a grande rotação do cilindro, onde ocorre grande choque mecânico nos grãos. Diante disso, pode estar relacionado a pequena distância entre o cilindro e o côncavo, resultando em grãos esmagados e conseqüentemente quebrados que acabam sobrecarregando as peneiras (BALASTREIRE, 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e informações gerais

O presente trabalho foi conduzido durante a colheita em lavouras de arroz-irrigado, na safra 2019/2020, no município de Alegrete/RS. As avaliações foram realizadas em vinte exemplares de colhedoras em diferentes lavouras comerciais. As regulagens dos mecanismos foram previamente realizadas pelos operadores mantendo-as constante durante a realização das determinações de perdas na colheita. As velocidades de deslocamento da colhedora foram aferidas através do monitor a bordo, no posto de operação, assim como as calibrações dos mecanismos internos da colhedora. As áreas foram colhidas com os grãos contendo umidade em média de 21,2% base úmida (b.u).

Primeiramente foram realizadas as anotações dos dados da máquina e da cultura, sendo eles: modelo da máquina, largura da plataforma, cultivar e a umidade dos grãos. A Determinação da umidade era realizada in loco durante a realização da colheita, com um determinador de umidade.

4.2 Coleta de dados

Para coleta dos dados, foi seguindo os passos descritos no fluxograma abaixo (Figura 2).

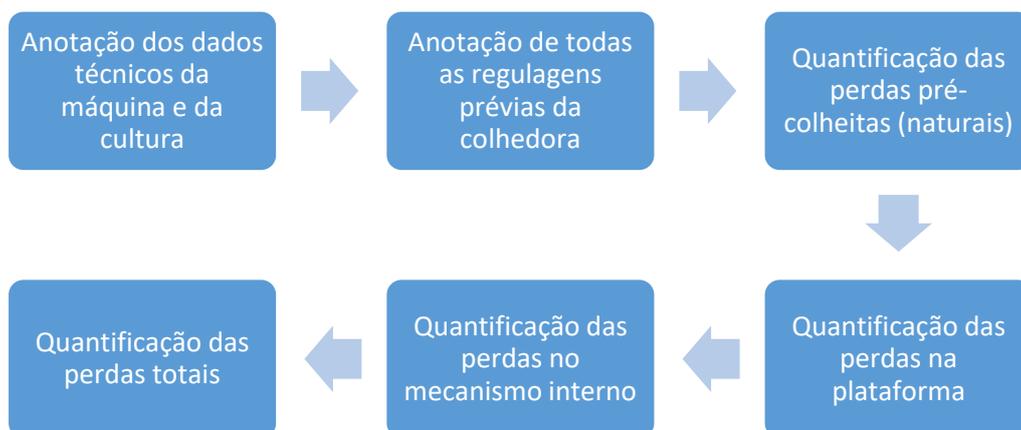


Figura 2. Fluxograma do passo a passo da determinação da perda na colheita do arroz.

A seguir, serão descritos os passos para a determinação da perda na colheita do arroz.

4.2.1 Verificação das regulagens da colhedora

As verificações eram realizadas visualmente em cada máquina, sendo aferida a abertura de peneira superior, peneira inferior, velocidade de vento, abertura de côncavo e rotação do cilindro.

De acordo com Mesquita et al. (1998), o côncavo tem forma aparente de uma calha tendendo a envolver o cilindro de trilha, que permite a filtração das sementes, vagens e fragmentos de vagens e de hastes. O material que não é filtrado através do côncavo é dirigido ao sistema de separação. O cilindro tem a finalidade de exercer ações mecânicas de impacto, compressão e atrito, por fricção, sobre o material que está sendo introduzido entre ele e o côncavo, causando a trilha.

4.2.2 Aferição das perdas pré-colheita (ou naturais)

Para a aferição das perdas pré-colheita foram amostrados 4 pontos em uma determinada área antecedendo a colheita após a aferição (Figura 3). Foi realizada a contagem dos grãos caídos com o auxílio do gradil 10x10cm e posteriormente foi feita a média dos pontos e os dados extrapolados para kg ha^{-1} em metodologia adaptada de Portella (2000). Ressalta-se que o autor recomenda a utilização de uma área amostral de $1,0 \text{ m}^2$, o que não foi utilizado neste trabalho.



Figura 3. Local de aferição das perdas pré-colheita (A) e Estrutura de madeira na coleta de perdas pré-colheita (B).

4.2.3 Aferição das perdas na plataforma de corte

Para determinar as perdas na plataforma de corte, foi colhida a área do respectivo tratamento, parando a colhedora e retrocedendo a uma distância igual a de seu comprimento (PORTELLA, 2000). As perdas da plataforma foram realizadas através da mesma metodologia das perdas pré-colheita (ou naturais), em determinada área, com o auxílio do gradil 10x10cm, conforme ilustrado na figura 4. A aferição das perdas da plataforma foi realizada após a colheita da determinada área, onde foi colhido uma distância equivalente de 5 a 6 metros, recuada a colhedora e após, parada a máquina e desligada o sistema de corte e alimentação. Foi realizada a amostragem de 4 pontos com o gradil, não sendo coletado nas extremidades. Após foi realizada a contagem dos grãos, determinando assim, a média entre os pontos e a perda da plataforma pela equação:

$$PP = (Méd * 0,5) - (PN) \quad (1)$$

Onde: Méd= média e PN= perda natural



Figura 4. Aferição das perdas com gradil (A) e Máquina durante a colheita (B).

4.2.4 Aferição das perdas pelos mecanismos internos da colhedora

Primeiramente, com o auxílio do GPS foi verificada a velocidade real da máquina durante a colheita. As perdas de grãos pelos mecanismos internos da colhedora foram realizadas por duas lonas com medidas de aproximadamente, 2m de largura por 5m de comprimento. Para aferição das perdas na separação uma das lonas foi instalada na saída do sistema de separação e a outra na saída do sistema de limpeza, ambas com o auxílio de uma corda, conforme ilustrado na figura 5.



Figura 5. Lonas instaladas nos mecanismos (A), Coleta das perdas nas lonas (B).

Após a instalação dos equipamentos, foi dado início a colheita, esperando a máquina colher cerca de 10 metros até que o processo se estabilizasse. Com as cordas na mão, foi realizada simultaneamente a coleta (Figura 6). Depois que as lonas foram estendidas, foi deixado a máquina avançar mais 10 metros para que a colhedora não parasse perto das lonas, evitando a contaminação do material.



Figura 6. Coleta das perdas dos mecanismos no momento da colheita.

Para realizar a coleta do material caído sobre as lonas, primeiramente foi verificado visualmente se a debulha das panículas estava ocorrendo corretamente. Após a verificação, foi tirado o excesso das amostras e coletadas separadamente em sacos, conforme ilustrado na figura 7.



Figura 7. Lona com as perdas do rotor e da peneira (A), Coleta das amostras em sacos separados (B).

Após a coleta do material, em um local afastado da lavoura, foi realizada a quantificação da amostra do rotor, com o auxílio das peneiras (Figura 8). Foi realizado a quantificação da amostra no sistema de separação, após, foi realizada a remoção dos grãos falhados e impureza leve com o auxílio de uma peneira de malha grossa (1^o) e ventilação (2^o), por último foi realizada a retirada de impurezas pequenas com o auxílio da peneira de malha fina (3^o). A pesagem do material final (grãos) foi realizada em uma balança de precisão e anotado como peso de grãos em gramas. Logo após, realizado o mesmo procedimento para a quantificação da amostra das peneiras.

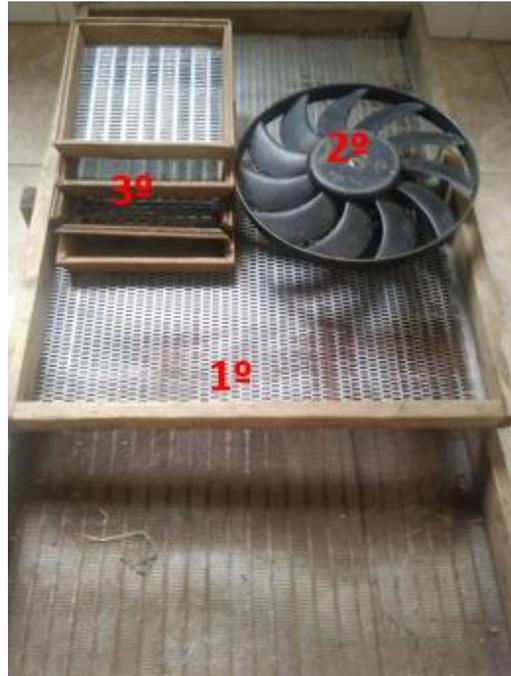


Figura 8. Peneiras e ventilador para quantificar as amostras.

A área de coleta das amostras de arroz em (m²) é determinada pelo cálculo das perdas de colheita conforme mostra figura 9.

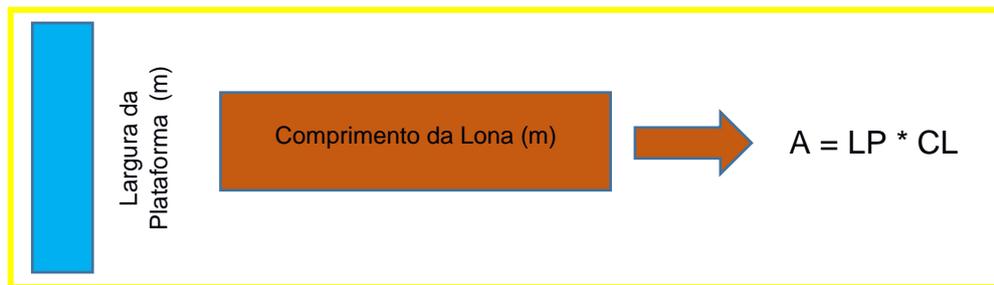


Figura 9. Procedimento para cálculo da área de coleta das amostras de perdas na colheita.

Para quantificar as perdas de colheita nos mecanismos internos (PCMi) em kg ha⁻¹ foi utilizada a seguinte equação:

$$PCMi = \frac{(PG \times 10000)}{A} \quad (2)$$

Onde: PG é peso de grãos e A é área de coleta.

Foi realizado dois cálculos com a equação acima, uma para as perdas no rotor e outra para as perdas nas peneiras e após foi realizado o somatório das mesmas.

4.2.5 Determinação das perdas totais

A determinação das perdas totais foi realizada com o somatório das perdas mensuradas anteriormente: perdas na plataforma, perdas nos mecanismos internos (rotor e peneira), conforme equação:

$$PT = PP + PCMi \quad (3)$$

Onde: PT é perdas totais, PP é as perdas na plataforma e PCMi é as perdas de colheita nos mecanismos internos.

4.3 Análise dos dados

De posse dos dados coletados foram criados gráficos e tabelas com estatísticas descritivas do processo de colheita. Para as variáveis quantitativas, fez-se utilização de ferramentas de controle estatístico do processo (CEP). Não houve análise de regressão. Conforme Rocha (2012), o controle estatístico de processo é uma técnica utilizada nos processos de produção, que auxilia na detecção de problemas, visando otimizar os processos, sanar as fontes de erros bem como aumentar a produtividade.

O CEP é uma ferramenta com grande potencial para estudos relacionados com a melhoria das operações agrícolas, é considerado eficaz na caracterização da variabilidade e avaliação da qualidade das operações (SUGUISAWA et al., 2004; TOLEDO et al., 2008).

De acordo com Stapenhurst (2012), o gráfico de controle é utilizado para analisar os dados e determinar se um processo está ou não em um estado de controle estatístico. O gráfico é composto por três linhas, sendo uma central, que representa o valor médio característico de qualidade exigido pela fábrica, a linha de limite superior (LSC) e a linha de limite inferior de controle (LIC). Estar dentro do controle, significa que os dados estão dentro dos limites estipulados (RODRIGUES, 2016). Assim, para as variáveis quantitativas deste trabalho, foram confeccionadas carta controle, contendo as observações individuais de cada variável, o desvio padrão (DP) e a média amostral.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Dados técnicos da colheita

Neste item serão descritos os dados da colheita, dando ênfase ao modelo da colhedora, potência de catálogo, variedades de arroz, umidade do grão e velocidade de colheita.

Para a realização do trabalho, foram utilizadas vinte máquinas colhedoras de 2 diferentes marcas, Massey Ferguson (MF) e New Holland (N.H), de acordo com os modelos, foram utilizados 6 modelos diferentes, conforme ilustrado na figura 10. Foi observado que, de acordo com os produtores, fica evidenciado que as colhedoras New Holland são mais utilizadas, totalizando 85%.

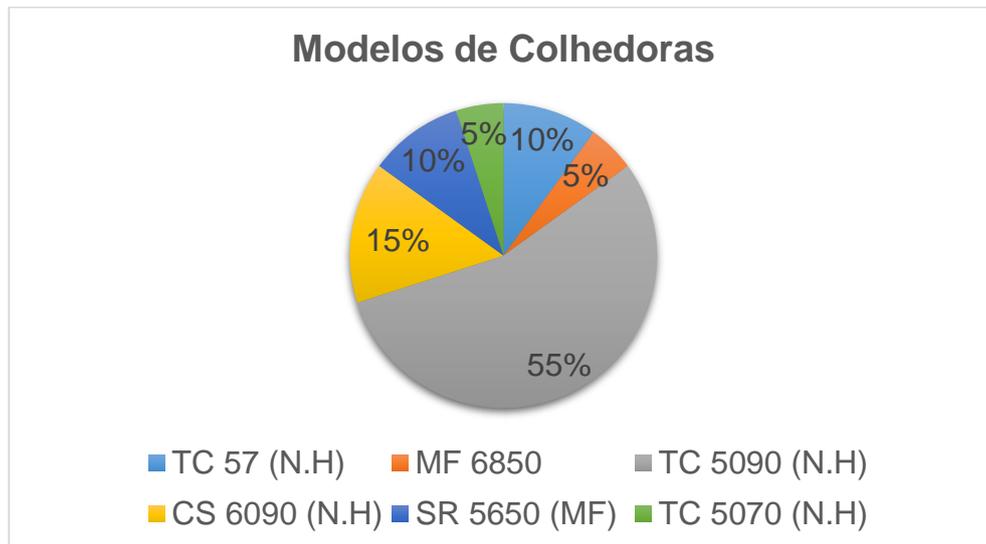


Figura 10. Distribuição percentual dos modelos de colhedoras utilizadas na pesquisa.

Dentro dos dados da máquina, foram observadas que as potências de catálogos de cada colhedora se enquadram na Classe 5 de acordo com a classificação AEM (Association of Equipment Manufacturers) sendo consideradas pequenas perto das classes existentes.

Na figura 11, observa-se que foram utilizadas sete diferentes variedades de arroz, apresentando uma preferência na variedade Olimar com 40% de utilização.

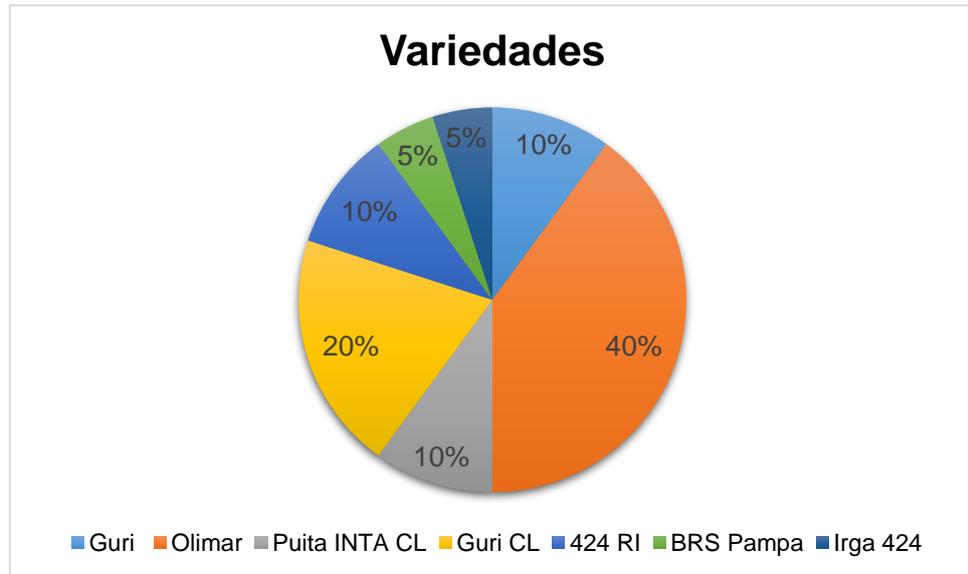


Figura 11. Gráfico das variedades de arroz.

A cultivar Olimar destaca-se entre as demais, pela alta qualidade de grãos inteiros, baixa porcentagem de grãos gessados, além disso, possuem um teor de viscosidade e tempo de cozimento inferior aos demais (BLANCO et al., 2002). Portanto, estas características aumentam consideravelmente o valor comercial.

A figura 12, ilustra a umidade de colheita nas propriedades em estudo. Pode-se observar que a umidade teve uma média de 21,2%, desvio padrão de 1,32, limite superior de controle de 21,86% e limite inferior de controle de 20,54%. Além disso, observa-se que tiveram pontos que se encontram fora dos limites de controle, por se tratar de umidades mais altas que o recomendável, essa disparidade explica-se, pelas diferentes cultivares, grau de maturação e necessidade de colheita de cada produtor.

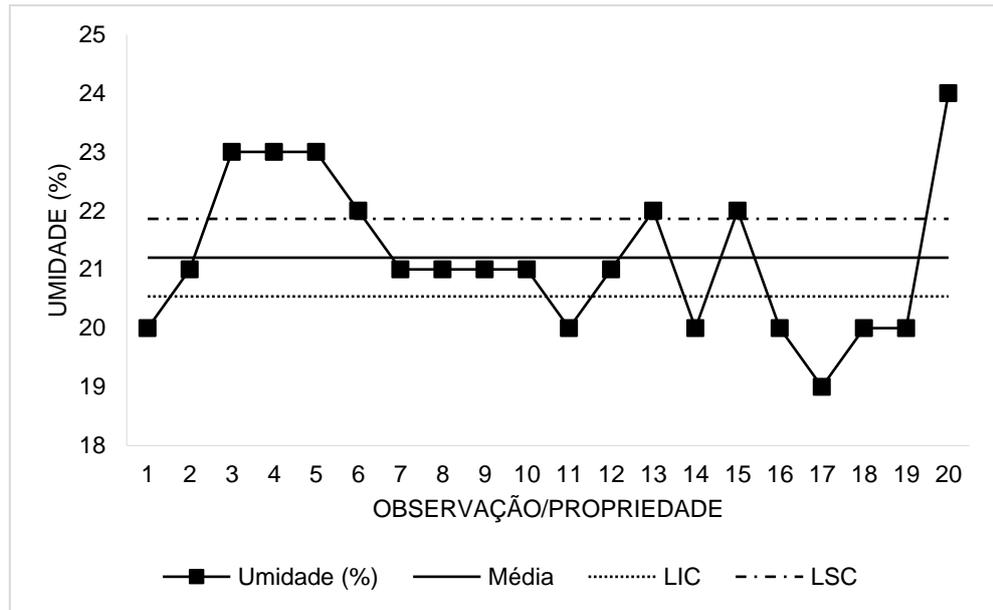


Figura 12. Carta controle representativa do teor de umidade na colheita em vinte propriedades observadas.

No que diz respeito a velocidade de colheita, verificou-se uma média de 2,57 km h^{-1} , com um desvio padrão de 0,37, limite superior de controle de 2,76 km h^{-1} e limite inferior de controle de 2,39 km h^{-1} . Conforme ilustrado na figura 13, pode-se observar que também apresentaram observações que se encontram fora dos limites de controle. A diferença de velocidade é justificada por se tratar de diferentes cultivares de arroz, diferença de solo de cada propriedade, diferença de umidade e produtividade de cada área.

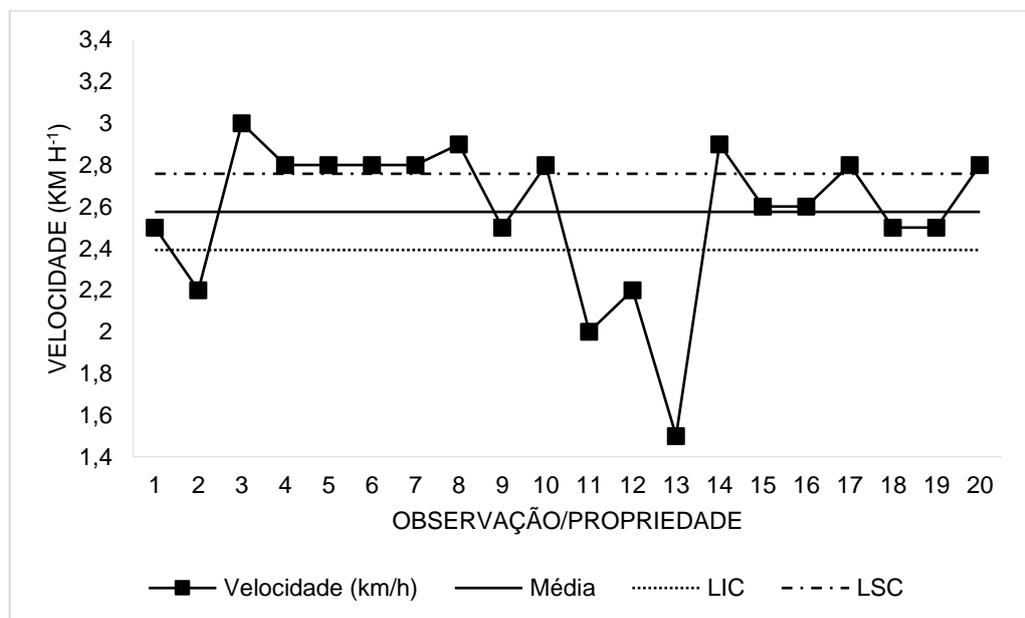


Figura 13. Carta controle da velocidade de colheita em função das observações.

5.2 Perdas na colheita

5.2.1 Perdas em pré-colheita

Nas perdas em pré-colheita, também chamadas de naturais, observou-se uma média de $23,06 \text{ kg ha}^{-1}$ e um desvio padrão de $24,16$, resultando LIC $10,98 \text{ kg ha}^{-1}$ e LSC de $35,14 \text{ kg ha}^{-1}$ (Figura 14). Houve várias observações fora dos limites de controle.

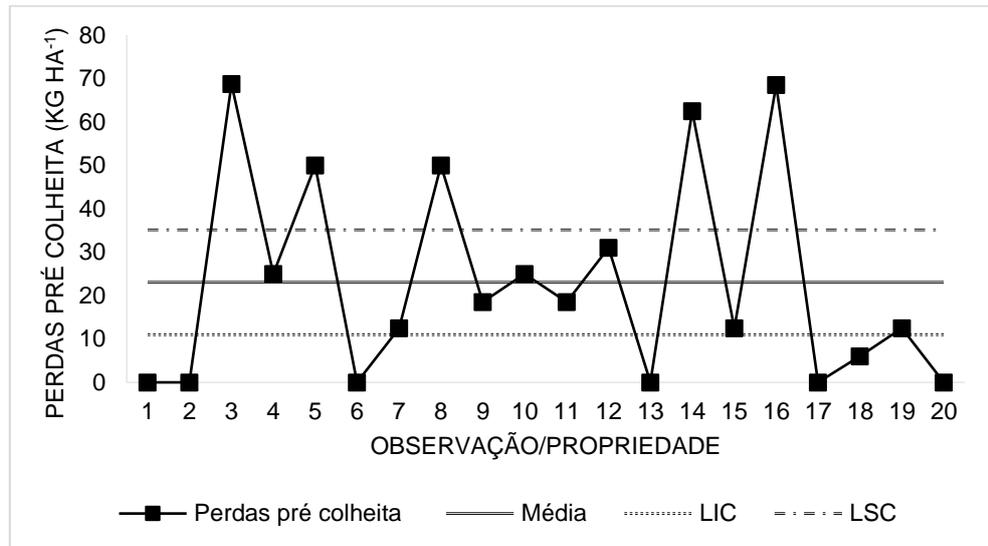


Figura 14. Carta controle das perdas de pré-colheita em vinte propriedades observadas.

Em um trabalho realizado por Bisognin (2015), com a cultivar IRGA 417, com umidade de colheita de 18%, o autor encontrou um valor médio de $8,63 \text{ kg ha}^{-1}$.

Os valores encontrados neste trabalho divergem com o dos encontrados pelos autores citados acima. As observações 3, 14 e 16 presentes na figura 15, apresentaram disparidade dos demais, provavelmente devido as condições climáticas adversas, animais silvestres do local de cada produtor, debulha ou degrane natural pela cultivar. As cultivares dessas observações foram Puitá INTA CL, Guri INTA CL, BRS PAMPA CL, respectivamente, com umidade de 20%, 23% e 22%, dentro dos padrões recomendado pela literatura.

5.2.2 Perdas na plataforma

No que diz respeito as perdas na plataforma, observou-se uma média de $48,19 \text{ kg ha}^{-1}$, desvio padrão de $49,57$. Pode-se observar que tiveram observações fora dos limites de controle (Figura 15). De acordo com Fonseca & Silva (1997), os valores de

perda aceitável para a operação de colheita mecanizada de arroz devem ser menores que 90 kg ha^{-1}

Considera-se que as perdas encontradas na plataforma foram relativamente baixas, quando comparadas a uma avaliação realizada na colheita de arroz de terras altas realizada por Silva e Fonseca (2006), onde constataram a maior perda de grãos na plataforma de corte, chegando a $174,21 \text{ kg ha}^{-1}$, sendo a cultivar de ciclo curto, com umidade de 16%, inferior a recomendada pela literatura. No entanto Reis et al. (2013), encontraram uma perda média de $26,01 \text{ kg ha}^{-1}$ na cultivar BRSMG Curinga, com umidade dos grãos no ato da colheita de 18%.

Contudo, a diferença entre os valores encontrados no presente trabalho e na literatura, pode estar associada a vários fatores que afetam as perdas, como modelo de colhedora, velocidade de colheita, cultivar, umidade de colheita. Contudo, na figura abaixo, especificamente as observações 3 e 4, obtiveram maiores perdas, podendo ser explicado devido a umidade dos grãos no momento da colheita 23%, cultivar Puitá INTA CL (suscetível ao degrane natural) e velocidade elevada do molinete.

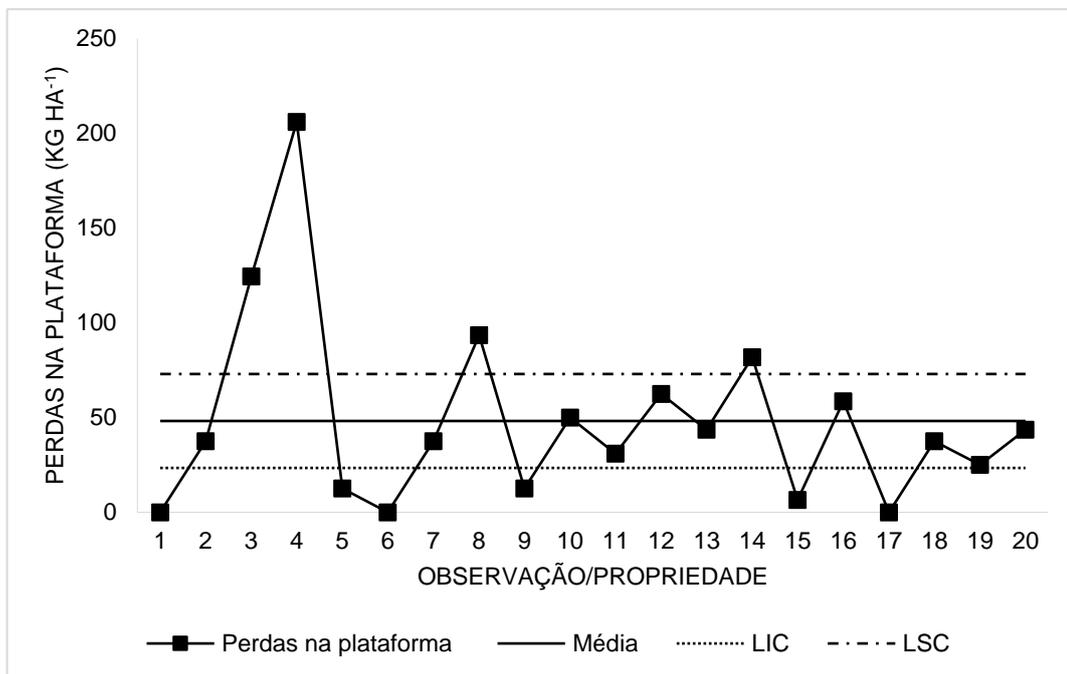


Figura 15. Carta controle das perdas na plataforma em vinte propriedades observadas.

Quando comparada a velocidade de colheita (km h^{-1}) com as perdas da plataforma (kg ha^{-1}), pode-se observar (Figura 16) que houve uma estabilidade nas perdas entre as velocidades 2 e $2,5 \text{ km h}^{-1}$, não ocorrendo grandes variações, sendo essas as velocidades mais utilizadas na colheita do arroz.

Embora a linha de tendência não tenha mostrado ajuste, verificou-se que as três maiores perdas ocorreram nas três maiores velocidades de colheita. Mesquita et al. (2006), afirmam que a velocidade de deslocamento da colhedora é um dos fatores de maior influência nas perdas de grãos.

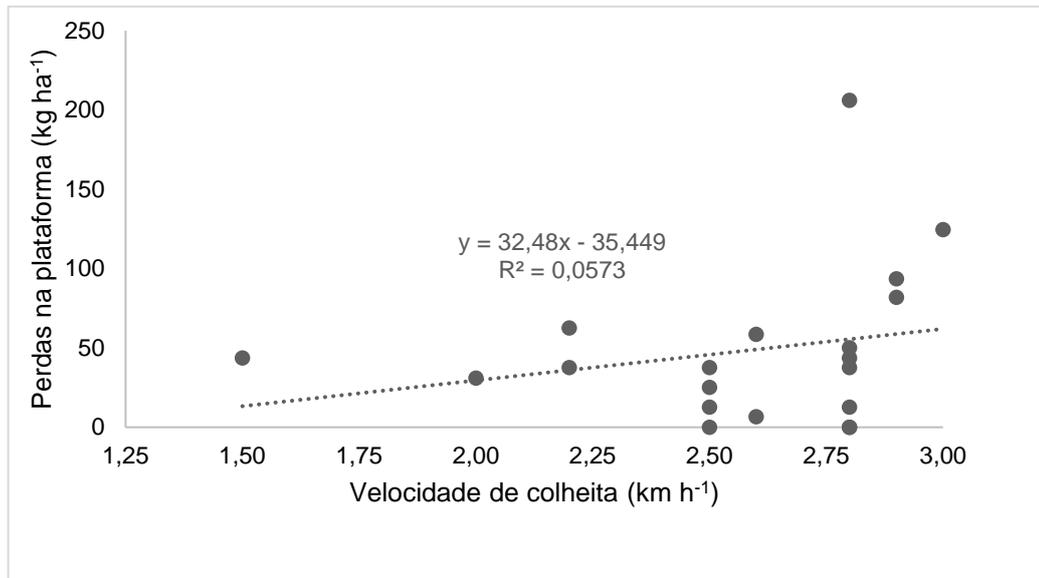


Figura 16. Perdas pela plataforma em função da velocidade de colheita.

5.2.3 Perdas nos mecanismos internos

Na figura 17, pode-se observar a relação das perdas nos mecanismos internos, verifica-se que praticamente todas as observações ficaram fora dos limites de controle superior e inferior. Neste caso, cabe ressaltar que valores abaixo do LIC não são considerados ruins, mas indicativos de baixo nível de perdas de grãos. Obteve-se uma média de 32,46 kg ha⁻¹ e um desvio padrão de 20,85, resultando em LIC de 22,03 kg ha⁻¹ e LSC de 42,88 kg ha⁻¹. Quando comparado com outros trabalhos, que serão citados a seguir, pode-se dizer que houve uma média baixa de perdas nos mecanismos internos, em valores gerais as perdas nos mecanismos internos foram menores quando comparadas com as perdas na plataforma.

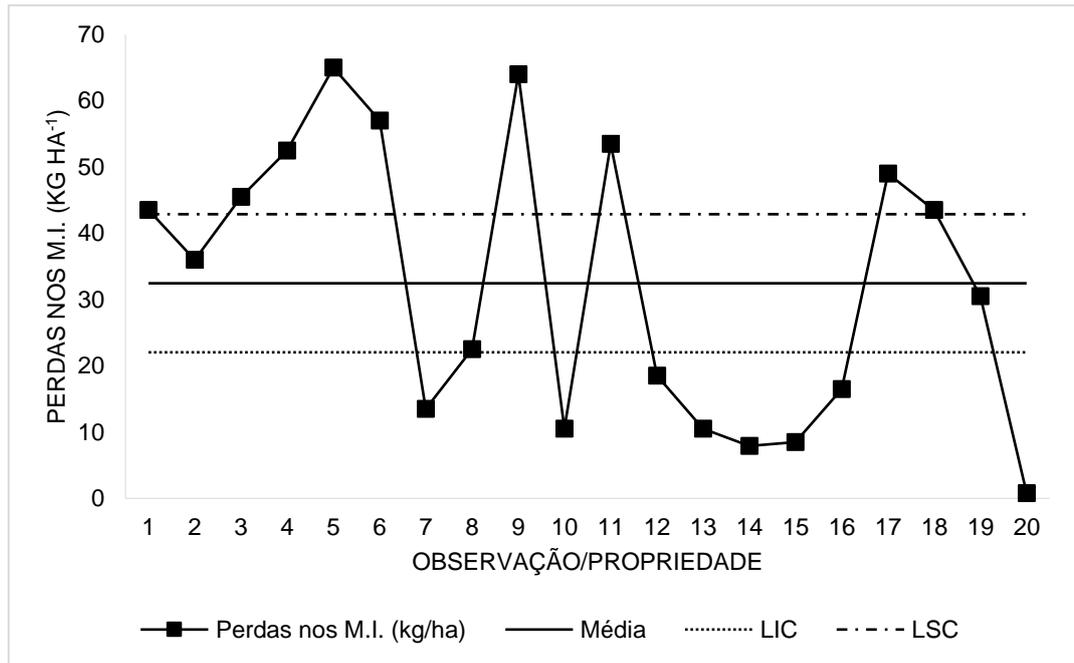


Figura 17. Carta controle das perdas nos mecanismos internos nas propriedades observadas.

Em trabalhos realizados com arroz de terras altas, Reis et al. (2013), encontraram uma perda média de 54,33 kg ha⁻¹ nos mecanismos internos da colhedora. Os pesquisadores Franco et al. (2005), encontraram perdas nos mecanismos internos que variavam de 180 a 483 kg ha⁻¹. De maneira geral, as perdas nos mecanismos internos são acentuadas devido à alta taxa de alimentação da colhedora ou ainda devido a regulagens incorretas dos seus mecanismos (ZILCH, 2009; FRANTZ et al., 2012).

Quando comparadas as perdas nos mecanismos internos com a velocidade de colheita, observou-se (Figura 18), que houveram divergências entre os valores de perdas nas velocidades 2 e 3 km h⁻¹. Pode-se entender por se tratar de diferentes máquinas trabalhadas, variedades de arroz e regulagens das colhedoras. Verificou-se que no presente trabalho a velocidade de colheita não apresentou influência linear direta nas perdas de grãos ocasionadas pelos mecanismos internos. Isto pode ser explicado pelo fato de que a variação de velocidades utilizadas pelos produtores foi baixa, ressaltando a importância de monitorar as perdas a fim de ajustar a velocidade de colheita e as regulagens da colhedora. Ainda assim, alguns exemplares que colheram em velocidades menores apresentaram perdas superiores aqueles em velocidades maiores.

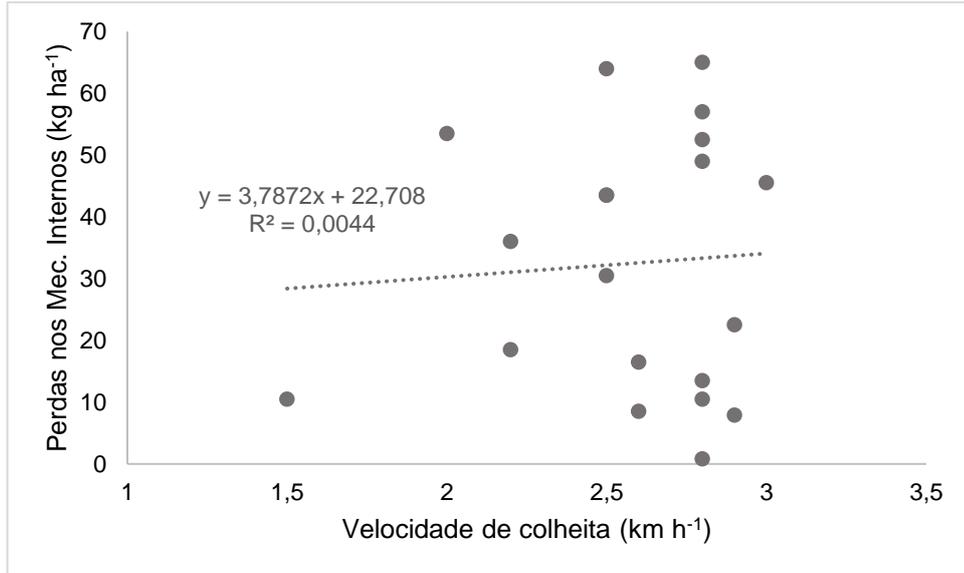


Figura 18. Perdas pelos mecanismos internos em função da velocidade de colheita

5.2.4 Perdas totais

Em relação as perdas totais, observou-se que a maioria das observações ficaram dentro dos limites de controle superior e inferior inclusive, com seis exemplares abaixo do LIC. Apresentou uma média de 84,38 kg ha⁻¹ e um desvio padrão de 54,95, resultando em LIC de 56,90 kg ha⁻¹ e LSC de 111,85 kg ha⁻¹ conforme a figura 19.

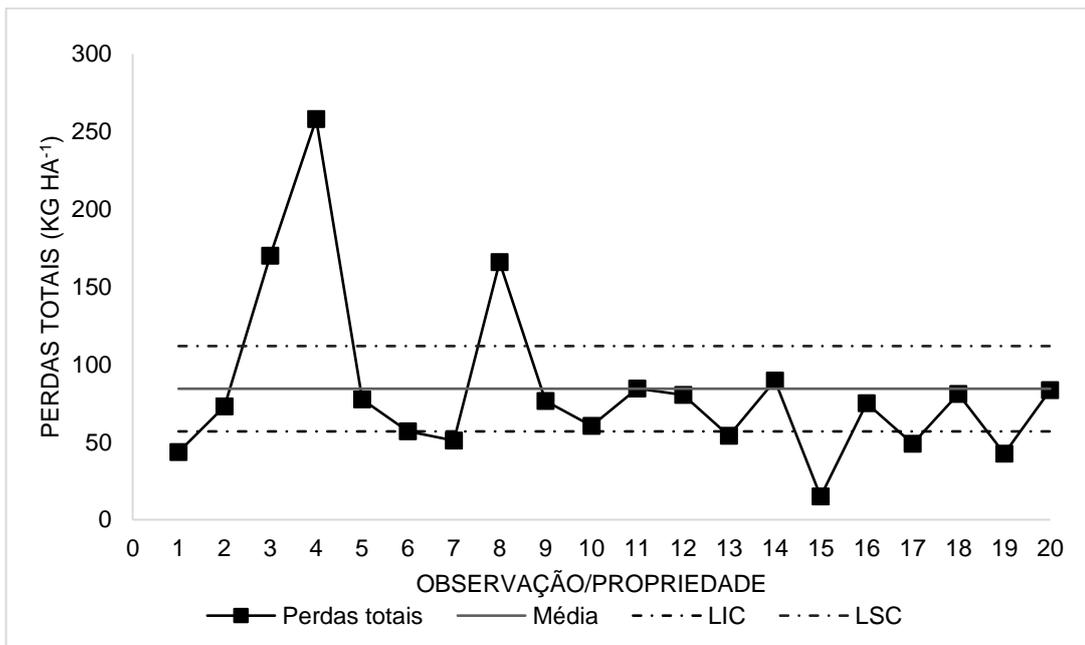


Figura 19. Carta controle das perdas totais nas vinte propriedades observadas.

A perda média de grãos na colheita de arroz no experimento foi de 84,15 kg ha⁻¹ e o teor de umidade médio da colheita foi de 21,2%. Os valores de perdas obtidos estão próximos da faixa de perda aceitável, conforme Embrapa (2013).

Em 15% do total de vinte máquinas, houve maior perda do que o aceitável, em duas delas a perda maior foi na plataforma e na terceira, a perda foi maior nos mecanismos internos. Devido esse percentual de perda ser maior do que o aceitável, foi realizada a regulagem nos devidos mecanismos e identificado por que esse percentual foi maior, adequando e realizando novamente a colheita, até que se obtivesse o percentual aceitável de acordo com a literatura.

De acordo com Portella (2000), a velocidade de deslocamento da colhedora influencia nas perdas de grãos na plataforma, podendo deixar panículas não cortadas devido ao excesso de velocidade. No entanto, no presente trabalho a velocidade de deslocamento não influenciou nas perdas.

No geral, as perdas na plataforma são menores quando os grãos possuem maior teor de umidade, dificultando o desprendimento dos grãos das panículas de arroz.

Em relação as perdas totais, não foi verificada tendência linear de aumento em função da velocidade de colheita (Figura 20). No entanto, as colhedoras que apresentaram perdas elevadas 150 kg ha⁻¹ a 260 kg ha⁻¹ e velocidade 2,5 km h⁻¹ a 2,9 km h⁻¹ superior a descrita pela literatura, foi realizado as regulagens das peneiras, velocidade do molinete e da velocidade vento. Além disso, trabalhando com a cultura de arroz de sequeiro, Mesquita et al. (2006), encontrou as menores perdas na colheita em velocidades próximas à 4,5 a 5,5 km h⁻¹.

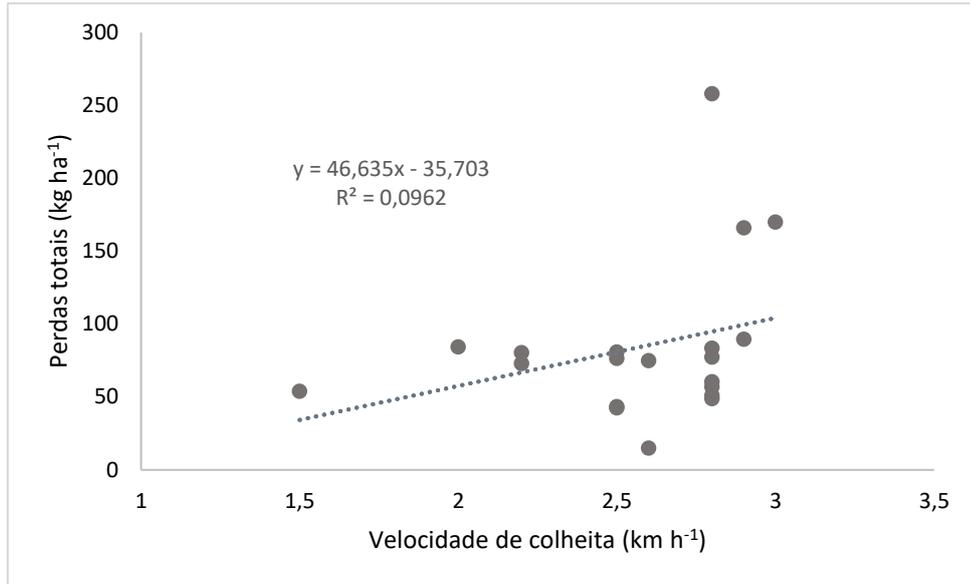


Figura 20. Perdas totais em função da velocidade de colheita nas observações.

6 CONCLUSÃO

As perdas quantitativas de grãos aferidas neste trabalho estão dentro do recomendado para a cultura do arroz irrigado. Não houve ajuste linear das perdas em função da velocidade de colheita.

Foram observadas alterações pontuais nas perdas de grãos pelas colhedoras que podem ser atribuídas a maiores velocidades de colheita.

As perdas quantitativas na plataforma de corte foram maiores que as perdas nos mecanismos internos da colhedora denotando a atenção necessária do operador a este importante componente das perdas totais.

REFERÊNCIAS

- BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Manole, 2005. 310 p.
- BISOGNIN, B. **Perdas quali-quantitativas e tamanho de amostra na colheita do arroz irrigado em função da velocidade de deslocamento**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2015.
- BLANCO, P. et al. **Nueva variedad de arroz de alto rendimiento** – Inia Olimar. Setembro, 2002.
- CABALLERO, A. M.; CORONEL, C. E. I.; GONZÁLEZ, E. H.; FERRO, N. A.; HERNÁNDEZ, S. C. Determinación de los principales parâmetros de calidad que afectan la cosecha mecanizada de arroz. **Ciencias Técnicas Agropecuárias**, v. 19, n. 4, p. 1-5, 2010.
- COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO - CONAB. **Perspectiva para a agropecuária – Safra 2019/2020**. Vol 7. Brasília, 2019.
- COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO - CONAB. **A cultura do Arroz**. Brasília, 2015.
- ELIAS, M. C. F.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N.L.; PARAGINSKI, R. T.; SCHIAVON, R. A. Manejo Tecnológico na pós colheita e inovações. In: ELIAS, M. C. F.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N.L. (Ed.). **Qualidade de arroz da pós-colheita ao consumo**. Pelotas: Ed. Universidade da UFPEL, 2012.
- EMBRAPA. **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Editores técnicos, Carlos Martins Santiago, Heloisa Célis de Paiva Breseghello, Carlos Magri Ferreira. – 2. ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 245 p.: il. – (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).
- FARSUL. **Análise do mercado de arroz**. Perspectivas para 2015 e Projeções para 2016. Porto Alegre, RS, 2016.
- FONSECA, J.R.; SILVA, J.G. da. 1997. **Perdas de grãos na colheita do arroz**. 2.ed. EMBRAPA, Goiânia, Brasil. 26 p. (Circular técnica, 24).

FRANCO, D. F.; AZAMBUJA, I. H. V.; MAGALHÃES, A. M. Jr.; SOARES, R. C.; PREVEDELLO, T. P. **Perdas e reduções no volume de arroz colhido durante o processo de cultivo, colheita e processamento**. Comunicado Técnico 112. Pelotas: EMBRAPA. p. 3, abr. 2005.

FRANTZ, U. G.; FARIAS, M. S.; RODRIGUES, F. A.; SCHLOSSER, J. F.; UHRY, D. **Perda monitorada**. Cultivar Máquinas, Santa Maria, v. 11, n. 123, p. 17-19, out. 2012.

JULIANO, B. O. **Rice in human nutrition**. Rome. FAO, 1993.

LABORTE, A.G., GUTIERREZ, M. A., BALANZA, J. G., SAITO, K., ZWART, S. J., BOSCHETTI, M. B., MURTY, M.V.R. 2017. **“Rice Atlas, a spatial database of global rice calendars and production”**. Scientific. Maio, 2017.

MESQUITA, C. M. et al. Manual do produtor. **Como evitar desperdícios nas colheitas de soja, do milho e do arroz**. Londrina, 1998.

MESQUITA, C. M. et al. 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.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Projeções do Agronegócio. Brasil 2018/19 a 2028/29**. Brasília, 2019.

PINHEIRO, P. P.; PINHEIRO, M. G. Fortuna perdida. **Cultivar Máquinas**, v.11, n. 116, p. 10-13, mar. 2012.

PORTELLA, J. A. **Colheita de grãos mecanizada**. 1. ed. Viçosa: Aprenda fácil, 2000. 190 p.

QUEIROZ, D. M.; SOUZA, C. M. A., PINTO, F. A. C., MANTOVANI, E. C. Simulação dos processos de trilha e separação em colhedoras de grãos. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 12, n. 2, p. 105-117, abr./jun. 2004.

REIS, E. F.; BORGES, G. R.; SILVA, J. G. da; OLIVEIRA, J. P. de; Perdas de grãos na colheita mecanizada do arroz de terras altas em função das velocidades de deslocamento e do molinete. **Comunicata Scientiae**, n. 4, v.1,p. 12-19. 2013.

ROCHA, S.H., **Controle estatístico de processo (C.E.P.)**. Ministério da Educação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Curitiba. Departamento Acadêmico de Matemática – Probabilidade e estatística. 2012. 23 p.

RODRIGUES, G. M. **Análise de desempenho dos gráficos de observações individuais no controle da composição química do carbono de ligas especiais em um processo de fundição**. Trabalho de conclusão de curso. Ponta Grossa, 2016.

RUSSINI, A. et al. Velocidade certa. **Cultivar Máquinas**, v. 144, p. 14-14, 2014.

SILVA, J. G. da. Cuidados que minimizam na colheita. **A lavoura**, n. 695. p. 14-19. 2013.

SILVA, J. G. da; FONSECA, J. R. **Colheita do arroz**. In: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. A cultura do arroz no Brasil. 2. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

SILVA, O. F. da.; WANDER, A. E. **O arroz no Brasil: Evidências do Censo Agropecuário 2006 e Anos posteriores**. Documentos 299. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA. p. 58, mai. 2014.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA – SNA. **Cuidados minimizam perdas na colheita mecanizada de arroz**. Rio de Janeiro, 2017.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Itajaí: SOSBAI, 2012. 179 p.

SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria, RS, 2014. 189p.

STAPENHURST T. **Mastering Statistical Process Control**. A Handbook for Performance Improvement Using Cases, 2012.

SUGUISAWA, J.M. **Diagnóstico da condição tecnológica, sob a ótica da qualidade, das operações mecanizadas da cultura do trigo em sistema de plantio**

direto. 2004. 110 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

TOLEDO, A.; TABILE, R.A.; SILVA, R.P.; FURLANI, C.E.A.; MAGALHÃES, S.C.; COSTA, B.O. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.710-719, out/dez. 2008.

VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R. **Qualidade tecnológica**. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. A cultura do arroz no Brasil. 2. ed. Santo Antônio da Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. cap. 23. p. 869-900.

ZILCH, O. Como um relógio. **Cultivar Máquinas**, v. 9, n. 86, p. 28-29, Jun. 2009.