

Universidade Federal de Pelotas
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos



**INCIDÊNCIA DE DEFEITOS EM GRÃOS DE ARROZ AO LONGO DO ANO EM
ARMAZENAMENTO EM SILOS METÁLICOS – UM ESTUDO DE CASO EM
INDÚSTRIA DE GRANDE PORTE**

Gilnei Duarte Araújo
Tecnólogo em Alimentos

Pelotas, 2022

Gilnei Duarte Araújo

**INCIDÊNCIA DE DEFEITOS EM GRÃOS DE ARROZ AO LONGO DO ANO EM
ARMAZENAMENTO EM SILOS METÁLICOS – UM ESTUDO DE CASO EM
INDÚSTRIA DE GRANDE PORTE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Professora Rosana Colussi, Engenheira de Alimentos, Doutora

Coorientador: Professor Moacir Cardoso Elias, Engenheiro Agrônomo, Doutor

Coorientador: Professor Nathan Levien Vanier, Engenheiro Agrônomo, Doutor

Pelotas, 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas Catalogação na Publicação

A111i Araujo, Gilnei Duarte

Incidência de defeitos em grãos de arroz ao longo do ano em armazenamento em silos metálicos : um estudo de caso em indústria de grande porte / Gilnei Duarte Araujo ; Rosana Colussi, orientadora ; Nathan Levien Vanier, Moacir Cardoso Elias, coorientadores. — Pelotas, 2022.

46 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. Defeitos em grãos. 2. Temperatura no armazenamento. 3. Qualidade de arroz. I. Colussi, Rosana, orient. II. Vanier, Nathan Levien, coorient. III. Elias, Moacir Cardoso, coorient. IV. Título.

CDD : 664

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Gilnei Duarte Araújo

INCIDÊNCIA DE DEFEITOS EM GRÃOS DE ARROZ AO LONGO DO ANO EM
ARMAZENAMENTO EM SILOS METÁLICOS – UM ESTUDO DE CASO EM
INDÚSTRIA DE GRANDE PORTE.

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 30/08/2022

Banca examinadora:

.....
Prof. Dr^a. Rosana Colussi, Engenheira de Alimentos (Orientadora)
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas – UFPel

.....
Prof. Dr. Moacir Cardoso Elias
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas – UFPel

.....
Dr. David Bandeira da Cruz
Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas – UFPel

.....
Prof. Dr. Marcelo Zaffalon Peter
Doutor em Ciência e Tecnologia Agroindustrial pela Universidade Federal de Pelotas – UFPel

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha amada esposa Adriana Medeiros dos Santos, pelo companheirismo e incentivo, nesta fase tão importante da minha vida, e aos meus filhos.

A instituição, Universidade Federal de Pelotas (Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel), e todos seus funcionários que colaboram para esta tenha esse nível de qualidade e excelência em ensino, em especial a cada professor que conheci durante esta jornada, que dividiram seus conhecimentos e me ajudaram tanto no crescimento intelectual, profissional e pessoal.

A empresa Josapar e cada um de seus colaboradores, pela oportunidade e possibilidade de desenvolver este presente trabalho.

E a meus orientadores: Professora Rosana Colussi, Engenheira de Alimentos, Professor Moacir Cardoso Elias, Engenheiro Agrônomo, Doutor e Professor Nathan Levien Vanier, Engenheiro Agrônomo, Doutor, por toda paciência, ajuda e ensinamento e orientação, sem vocês este sonho não seria possível, gratidão a todos!

RESUMO

ARAÚJO, Gilnei Duarte. **Incidência de defeitos em grãos de arroz ao longo do ano em armazenamento em silos metálicos – um estudo de caso em indústria de grande porte**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

A maior parte dos grãos recebidos pelas indústrias de beneficiamento de arroz somente será utilizada nos próximos meses após o recebimento, por esse motivo, muitas cargas passam um tempo armazenadas em silos até serem utilizadas para beneficiamento e posterior empacotamento e então prosseguem para a comercialização. Nesse período de armazenamento, há necessidade de controle sanitário e ambiental, especialmente temperatura e umidade, pois além do risco de contaminação por insetos, ambientes com alta temperatura e elevada umidade são propícios para o desenvolvimento de insetos e microrganismos, como os fungos, estes causam o amarelecimento e outras formas de degradação dos grãos, podendo torná-los impróprios para a alimentação humana, causando perdas significativas para indústrias. Este Estudo de Caso teve por objetivo monitorar a incidência dessas alterações de temperatura e umidade interna dos silos, em silos dotados de sistemas de aeração forçada e avaliar seus efeitos na qualidade dos grãos, durante os anos agrícolas 2019/2020 e 2020/2021, numa indústria de beneficiamento industrial de grande porte, localizada em Pelotas, no sul do Rio Grande do Sul. Os resultados mostram variações na incidência de defeitos nos diversos meses do ano.

Palavras-chave: Defeitos em grãos, temperatura no armazenamento, qualidade de arroz.

Abstract

ARAÚJO, Gilnei Duarte. **Incidence of defects in rice grains throughout the year in storage in metallic silos – a case study in a large-scale industry.** Dissertation (Master's in Food Science and Technology) - Professional Master's Course in Food Science and Technology, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2022.

Most of the grains received by the rice processing industries will only be used in the coming months after receipt; for this reason, many loads are stored in silos until they are used for processing and subsequent packaging and then proceed to market. During this period of storage, there is a need for sanitary and environmental controls, especially temperature and humidity, because, in addition to the risk of contamination by insects, environments with high temperature and high humidity are conducive to the development of insects and microorganisms, such as fungi, these cause yellowing and other forms of grain degradation, which can make them unsuitable for human consumption, causing significant losses for industries. The aim of this work, elaborated with Case Study Methodology, was to monitor the incidence of these changes in temperature and internal humidity of the silos in silos equipped with forced aeration systems and to evaluate their effects on the quality of the grains during the agricultural years. 2019/2020 and 2020/2021, in a large industrial processing plant located in Pelotas, south of Rio Grande do Sul. The results show variations in the incidence of defects in the other months of the year.

Keywords: Defects in grains, storage temperature, rice quality.

Lista de Figuras

Figura 1. Descascador utilizado na industrialização dos grãos de arroz.....	17
Figura 2. Separador de grãos descascados e não descascados.....	18
Figura 3. brunidor/polidor.....	19
Figura 4. Classificador de grãos.....	19
Figura 5. Quarteador.....	26
Figura 6. Esquema do processo de quarteamento da amostra.....	26
Figura 7. Separador de impurezas.....	27
Figura 8. Engenho de prova.....	27
Figura 9. Trieur.....	28
Figura 10. Balança analítica.....	28
Figura 11. Mesa com tampo azul escuro opaco e luminária com lâmpada fluorescente.....	29
Figura 12. Pinça metálica.....	29

Lista de Tabelas

Tabela 1. Capacidades dos silos de armazenagem.....	21
Tabela 2. Caracterização da matéria prima (mensais).....	23
Tabela 3. Percentual de umidade de grãos de arroz recebidos para industrialização nas safras de 2019/2020 e 2020/2021.....	31
Tabela 4. Percentual de Impureza de grãos de arroz provenientes das safras 2019/2020 e 2020/2021.....	32
Tabela 5. Percentual de grãos gessados de arroz provenientes das nas safras 2019/2020 e 2020/2021.....	33
Tabela 6. Percentual de grãos leitosos de arroz, provenientes das safras 2019/2020 e 2020/2021.....	34
Tabela 7. Percentual de grãos amarelos de arroz, provenientes das safras 2019/2020 e 2020/2021.....	35
Tabela 8. Percentual de grãos de arroz picados provenientes das safras 2019/2020 e 2020/2021.....	36
Tabela 9. Percentual de grãos de arroz manchados provenientes das safras 2019/2020 e 2020/2021.....	37
Tabela 10. Percentual de grãos de arroz barriga branca provenientes das safras 2019/2020 e 2020/2021.....	38
Tabela 11. Percentual de grãos de arroz barriginha provenientes das safras 2019/2020 e 2020/2021.....	38
Tabela 12. Resultados da análise de bolores e leveduras obtidas pelo método de profundidade.	39
Tabela 13. Resultados da análise de bolores e leveduras no método de superfície.....	39
Tabela 14. Parâmetros de qualidade do arroz ao sair da empresa para a indústria*.....	40

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Origem, evolução e importância do arroz.....	13
2.2 Armazenamento, industrialização e qualidade	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Material.....	25
3.2 Métodos.....	27
3.2.1 Método de pesquisa	27
3.2.2 Análises.....	27
3.2.2.1 Análises físicas.....	27
3.2.2.2 Análise microbiológica.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5. CONCLUSÕES	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza Sativa*) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, ocupando a posição de segundo lugar na lista dos mais cultivados no planeta e ocupa quase 163 milhões de hectares para sua produção. Os maiores produtores de arroz são os países asiáticos, com exceção do Brasil, fator que diminui o comércio internacional do grão.

O Brasil é um dos maiores produtores de arroz e o maior consumidor ocidental do grão. Dados do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA, 2022) e da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2022) indicam que na safra de 2021/2022, sua produção se aproximou de 12 milhões de toneladas, sendo o maior produtor de arroz do MERCOSUL. O Rio Grande do Sul e Santa Catarina contribuem com cerca de 82% da produção nacional. Ao redor de 10% da produção brasileira são destinados ao comércio internacional, sendo praticamente todo beneficiado por indústrias gaúchas.

O preço do arroz está ligado a muitos fatores, como o valor do dólar americano e a cotação do Real, restrições hídricas nos países, ampliação das demandas de outros países por maiores buscas de segurança alimentar para sua população, prejuízo em safras passadas, baixos estoques e incertezas oriundas da pandemia de covid-19 no mundo. Estas razões elevaram o preço do produto no mercado externo, que, juntamente com o baixo estoque dos Estados Unidos, aumentaram sua exportação durante a pandemia, o que encareceu o arroz no mercado interno. Mesmo com a alta dos preços, o arroz, juntamente com o feijão, ainda é a base alimentar do brasileiro, e seu consumo tem se mantido estável nos últimos anos, acompanhando o crescimento populacional do país, equivalendo a cerca de 10,8 milhões de toneladas por ano.

Por ser um produto alimentício tão importante, requer alto padrão de qualidade, por esse motivo as indústrias beneficiadoras do cereal estão sempre em busca de melhorias que gerem resultados satisfatórios para toda a cadeia orizícola, levando tanto o agricultor quanto o cerealista a implementar etapas para garantia da qualidade do arroz destinado às indústrias, com reflexos na qualidade do produto

acabado expedido para supermercados, armazéns e demais setores de comercialização do país e do mundo.

A qualidade dos grãos de arroz está associada com todo o processo pelo qual o grão passa antes de chegar ao consumidor final. São parâmetros importantes: umidade baixa e uniforme, baixa suscetibilidade à quebra, alto peso específico (peso volumétrico), poucas impurezas e matérias estranhas, poucos defeitos, elevada sanidade, ausência ou mínima incidência de substâncias tóxicas, boa conservabilidade, bom desempenho na panela, boas características sensoriais e alto valor nutricional. Vários fatores influenciam na qualidade dos grãos, como as características da espécie e dos genótipos, época e condição de colheita, condições no ciclo de produção, métodos de secagem, sistema de armazenamento e métodos de conservação, processo de industrialização, dentre outros.

Para garantir essa qualidade, as indústrias de beneficiamento na busca de constantes melhorias, implementam tecnologias e procedimentos que garantam a qualidade em todos os segmentos, do recebimento da matéria prima ao produto acabado expedido para o mercado interno ou para a exportação. A conservação da matéria-prima, durante o armazenamento dos grãos ainda em casca, se insere nesse contexto.

Tendo em vista a importância do arroz na alimentação, na economia brasileira e na exportação, principalmente a relevância do processo de armazenagem na manutenção da qualidade do grão, utilizando a metodologia de estudo de caso, o presente trabalho foi estruturado e executado objetivando identificar o armazenamento dos grãos na etapa de pré-beneficiamento na industrialização sobre parâmetros de qualidade de arroz em uma grande empresa que atende ao mercado nacional e à exportação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem, evolução e importância do arroz

A origem do arroz remonta períodos pré-históricos. Seu cultivo, provavelmente, tenha iniciado no sul da China, Indonésia e Índia, cerca de 8.000 a.C, junto com a agricultura primitiva. Ligado à religião, como em lendas asiáticas que vinculam o arroz à alma, o cultivo do arroz cresceu e se expandiu, indo para regiões onde atualmente são as Filipinas e a Tailândia. A Bíblia e escritos egípcios não mencionam o arroz até 400 a.C., onde existem provas do conhecimento do arroz em escritos iranianos e babilônicos. O grão foi descrito também em grego e o Japão foi famoso por muito tempo pela sua produção de arroz e pela qualidade dos grãos. Com a criação do comércio, as navegações e a expansão cultural, o arroz foi amplamente difundido nas arábias, de forma que o Islam tornou o grão sagrado. Os árabes ensinaram o consumo do grão para os africanos, que por sua vez o apresentaram para os europeus. O arroz chegou ao solo brasileiro por meio dos colonizadores portugueses, primeiramente na região do Maranhão. Durante o período colonial, a população se alimentava principalmente de grãos como arroz e milho (ROHDE, 1995).

Alimento de extrema importância para a segurança alimentar brasileira, o arroz é reconhecido pelo seu consumo diário, principalmente pelas classes menos favorecidas socioeconomicamente. No Brasil, é cultivado de duas formas distintas: irrigado por inundação e em sistema de terras altas. O irrigado é concentrado na região sul e em Tocantins, enquanto o de terras altas ocupa quase 50% da área nacional de cultivo, que está espalhada pelo território nacional. Embora a produção se mantenha e até aumente graças a ganhos de produtividade, sua área de cultivo vem diminuindo pela substituição parcial por outros grãos. De acordo com Wander e Silva (2014), ultimamente ocorrem algumas mudanças nos sistemas de produção de arroz no Brasil que evidenciam a procura dos produtores por maior rentabilidade, o que acarreta mudanças tecnológicas e práticas. De 2014 para cá, o arroz ganhou muito mais destaque em seu aspecto social, de forma que o cultivo em pequenas, médias e grandes áreas ganhou mais possibilidade (ESCOBAR, KAMINSKI; 2017; OLIVEIRA, 2022). Durante a pandemia, a produção de arroz não sofreu grandes baixas ou interrupções, pois a grande maioria das atividades referentes à orizicultura já é exercida no campo, de forma isolada.

Segundo Coêlho (2021), o arroz e o feijão constituem o principal alimento de cerca de 95% da população brasileira, pelo menos uma vez ao dia. Jorge et al (2014) relata em seu estudo que a mistura é mais consumida no almoço, e ambos os estudos mostram que o preferido é o arroz branco, descascado e polido (OLIVEIRA; AMATO, 2021). O consumo anual médio de arroz por pessoa é de 54kg no mundo, e no Brasil este número chega a 32kg por pessoa. Esta importância justifica os constantes monitoramentos e avaliação sobre a qualidade do grão e sua armazenagem, para que seu abastecimento seja sempre assegurado (WANDER E CHAVES, 2011; ELIAS et al, 2021).

O arroz é consumido em sua maior parte na forma de grão. Trata-se de uma excelente fonte de energia, que se dá por sua alta concentração de amido. Possui baixo teor de lipídios e fornece ao consumidor também proteínas, vitaminas e minerais. O arroz é um dos principais alimentos da dieta em países em desenvolvimento, sendo responsável por fornecer, em média, 715 kcal per capita por dia, 27% dos carboidratos, 20% das proteínas e três por cento dos lipídios da alimentação. No Brasil, o consumo per capita é de 108g por dia, fornecendo 14% dos carboidratos, 10% das proteínas e zero vírgula 8% dos lipídios da dieta (ELIAS, 2008; OLIVEIRA e AMATO, 2021).

O arroz tem, portanto, grande impacto na dieta de grande parte da população brasileira, sua qualidade nutricional afeta diretamente a saúde humana. Uma variedade de componentes do arroz presentes no farelo e/ou no endosperma tem sido relacionada a distintos efeitos no organismo. Pesquisadores relatam efeitos benéficos à saúde, como por exemplo, o auxílio no controle da glicose sanguínea, bem como a redução dos lipídios séricos e da pressão arterial, entre outros, auxiliando assim na prevenção e no controle de patologias crônicas, como diabetes obesidade e doenças cardiovasculares.

Tais efeitos estão diretamente relacionados aos compostos presentes no grão, os quais são afetados por diferentes fatores, principalmente pela característica genotípica e pelo processamento. Pesquisas vêm sendo desenvolvidas a fim de melhorar a característica nutricional do arroz através do melhoramento genético, sendo que já foram obtidos grãos com maior teor de pró-vitamina A, ferro, zinco e alguns aminoácidos.

Estruturalmente, o grão de arroz consiste da cariopse e de uma camada protetora, a casca. A casca, composta de duas folhas modificadas, a pálea e a lema, corresponde a cerca de 20% do peso do grão. A cariopse é formada por diferentes camadas, sendo as mais externas o pericarpo, o tegumento e a camada de aleurona, que representam 5-8% da massa do arroz integral. A camada de aleurona apresenta duas estruturas de armazenamento proeminentes, os grãos de aleurona (corpos proteicos) e os corpos lipídicos. O embrião ou gérmen está localizado no lado ventral na base do grão, é rico em proteínas e lipídios, e representa 2-3% do arroz integral. O endosperma forma a maior parte do grão (89-94% do arroz integral) e consiste de células ricas em grânulos de amido e com alguns corpos proteicos (ELIAS et al, 2021).

2.2 Armazenamento, industrialização e qualidade

No Brasil, o arroz é consumido predominantemente em forma de grão inteiro, sendo as formas mais conhecidas: o arroz integral, o arroz beneficiado polido (no comércio, arroz branco) e o arroz parboilizado. O arroz branco, onde a casca e o farelo são retirados pelo processo de descascamento e polimento, deixando o endosperma aparente, é o mais consumido no país, seguido pelo arroz parboilizado, que é o arroz submetido a tratamentos hidrotérmicos antes do seu descascamento e polimento. O arroz integral é o menos consumido, por conta de seu preço elevado devido ao tempo-de-prateleira reduzido, ainda que o processo de obtenção deste grão seja o mais simples, consistindo em descascamento, seleção, tipificação e empacotamento (ELIAS, 2008).

A aparência do grão de arroz é importante para a sua comercialização, visto que seu consumo se dá na forma de grãos inteiros e cozidos. Por ser um grão de tom claro, o fator mais preocupante é a ação enzimática e o desenvolvimento microbiano do grão causando a incidência de amarelamento e posterior ardimento, ou seja, grãos com tons escuros e possivelmente contaminados por toxinas de microrganismos. Para evitar tais problemas alguns fatores podem ser aplicados durante a armazenagem, ou em processos que a antecedem (uma vez que a armazenagem não melhora a qualidade do grão, mas mantém a qualidade obtida antes da armazenagem), para assim diminuir o percentual de umidade e também a implantação de processos de aeração de silos armazenadores e/ou secadores para

a manutenção da temperatura. Já que estes dois fatores, umidade e temperatura, estão diretamente ligados à fermentação dos grãos, sendo, portanto, os dois fatores mais importantes na manutenção da qualidade do arroz.

O arroz no mercado brasileiro, para ser considerado de qualidade, deverá atender inúmeros requisitos formulados pelo ministério da agricultura, entre eles o tom uniforme da massa de grãos (CASTRO et al, 1999). Por esse motivo o controle do armazenamento de grãos de arroz é essencial, uma vez que, durante esse período de armazenagem, podem-se ocorrer processos de amarelamento, ocasionados por fungos, como *Aspergillus flavus*. É também o processo do metabolismo que ocasiona o aquecimento da massa de grãos (REDDY et al, 2009).

Grãos em casca possuem alto teor de microrganismos devido ao seu manuseio. Já o endosperma, o germe e o farelo possuem variadas quantidades de enzimas que podem ser ativadas pelo teor de calor e umidade durante a armazenagem dos grãos *in natura* ou polido. Esses fatores provocam perdas quantitativas, gerando redução da matéria seca através dos grãos e de organismos associados. E perdas qualitativas, o que resultam em perdas de valor nutricional, comercial e comprometimento da sanidade dos grãos com possibilidade de geração de substâncias tóxicas, que são ocasionadas pelas reações químicas enzimáticas, às não enzimáticas, à presença de materiais estranhas, impurezas e aos resíduos metabólicos dos organismos associados (VANIER et al, 2019).

Durante o armazenamento os silos devem ser monitorados para manter a temperatura da massa de grãos uniforme e sem picos de elevação, pois esta elevação indica atividades metabólicas dos próprios grãos e dos microrganismos associados. Quando ocorre elevação de temperatura, métodos de controle devem ser ativados para ocasionar a redução uniforme da temperatura da massa de grãos (VANIER et al, 2019).

Os métodos de controle mais utilizados são aeração forçada (ao qual este estudo se baseia), transilagem e intrassilagem. O uso do método de aeração forçada consiste em utilizar um fluxo de ar, seja secante ou não, que promove a uniformização da temperatura da massa de grãos presentes no silo armazenador ou secador. Esse método é o mais aconselhado para grãos de arroz, pois o ar flui normalmente entre as massas de grãos já que estas não se encontram compactadas. Essa passagem de ar promove a troca constante de umidade e calor

entre o grão e o ar injetado pela aeração. Já a porosidade interna do grão auxilia na movimentação da umidade e calor interno para as áreas mais periféricas do endosperma gerando um resultado satisfatório na manutenção da baixa ação enzimática dos grãos (VANIÉR et al, 2019).

De acordo com Navarro & Noyes (2002), a aeração pode ser definida como a movimentação forçada de ar com qualidade adequada ou com ar adequadamente condicionado através da massa de grãos para melhorar a capacidade de armazená-los. É também chamada de ventilação ativa, mecânica, baixo volume ou forçada, desde que um ventilador seja utilizado para movimentar o ar ambiente.

Kaminski (2012) constatou que o ambiente favorável para o amarelamento dos grãos é com temperaturas altas. Como o próprio pesquisador afirma em seu estudo, o ambiente com 35°C e 60% de O₂ apresentou maior amarelamento nos grãos de arroz. Outro fator essencial para o amarelamento dos grãos de arroz durante o armazenamento é o crescimento fúngico, como o *Aspergillus flavus* que possui temperatura considerada ótima entre 25° e 42°C. E o *Aspergillus parasiticus* que possui temperatura de crescimento entre 12 °C e 42 °C, e temperatura ideal a 32 °C (PITT; HOCKING, 2009). O ambiente tem influência no crescimento dos microrganismos e para que estes se desenvolvam é preciso que certas condições existam. Entre elas: água disponível, temperatura, oxigênio, pH e nutrientes. Os microrganismos de interesse em microbiologia de alimentos encontram-se em três grandes grupos: bactérias, fungos e leveduras (SILVA, 2014).

Durante todo processo de industrialização do arroz convencional, são realizados diferentes processos, como o processo convencional limpeza, com o descascamento, o polimento ou brunimento, a remoção de defeitos e classificação, a padronização, e a embalagem. Abaixo são detalhadas passo a passo as etapas da industrialização:

1ª Etapa – *Colheita, transporte e Recepção*: chegada do caminhão de arroz à indústria e recebimento da matéria – prima.

2ª Etapa – *Pesagem e Amostragem*: após a pesagem do caminhão, são coletadas amostras representativas da carga e realiza-se análise dos grãos. Os principais parâmetros analisados são pureza, umidade e o teste de rendimento, que classifica o produto e verifica a porcentagem de grãos existentes.

Pureza – grão ausente de detrito do próprio produto como cascas, ente outros. Umidade – o percentual de água encontrada na amostra em seu estado original.

Rendimento – os percentuais de grãos inteiros e de grãos quebrados, resultantes do beneficiamento do arroz.

3ª Etapa – *Recepção em moegas*: são locais onde se descarrega o arroz e através de “elevadores de caneca” o produto é transportado para as caixas reguladoras defluxo.

4ª Etapa – *Pré-limpeza*: tem como objetivo retirar impurezas como detrito de qualquer natureza estranha ao produto, como grãos ou sementes de outras espécies vegetais, sujidades e restos de insetos, detritos do próprio produto como casca e pedaços de talos, entre outros, através de equipamentos como peneiras e sopros ventiladores. Nessas etapas os grãos com casca não ficam armazenados, estão em constante movimento na linha de produção.

5ª Etapa – *Secagem*: a secagem tem como finalidade diminuir a umidade e a capacidade evaporativa. Para o sistema de aquecimento, as fornalhas utilizam como combustível a própria casca resultante do beneficiamento do arroz. Ao final desse processo os grãos ficam armazenados em silos com aeração onde é ventilado até secar. O ar de ventilação pode ser aquecido ou não, por algumas horas.

No carregamento do secador, é necessário conferir a umidade de entrada da massa de grãos. É retirada uma amostra da entrada do secador a cada 10 minutos e montado uma amostra composta, onde a temperatura inicial é medida. É importante que a umidade das diferentes cargas não ultrapasse 3%. Apenas os grãos que apresentam teor de umidade superior a 13,5% passam pelo secador.

Após o período de armazenamento e da aquisição pela indústria, o arroz passa por mais um processo de limpeza para que sejam eliminadas as impurezas mais grossas que por ventura ainda estejam misturadas a ele, como palha de arroz, torrão de terra, pedras, restos de insetos oriundos de armazenamento, entre outros, e que não foram suficientemente retirados na pré-limpeza.

6ª Etapa – *Descascamento*: Os equipamentos mais utilizados para o descascamento são os que utilizam rolos de pedra, borracha ou mistos. Estes rolos giram a diferentes rotações. O arroz deve passar através de um pequeno espaçamento existente entre eles, sofrendo um movimento de torção que faz com que a casca se separe do grão.

Nessa etapa, o arroz é descascado em equipamento denominado descascador (Figura 1), o qual é provido de dois roletes de borracha, que giram em sentidos opostos, em velocidades diferentes, retirando o grão de arroz do interior da casca por um movimento de torção. Nessa operação deve-se tomar maior cuidado com o grau de umidade dos grãos para evitar que quebrem.

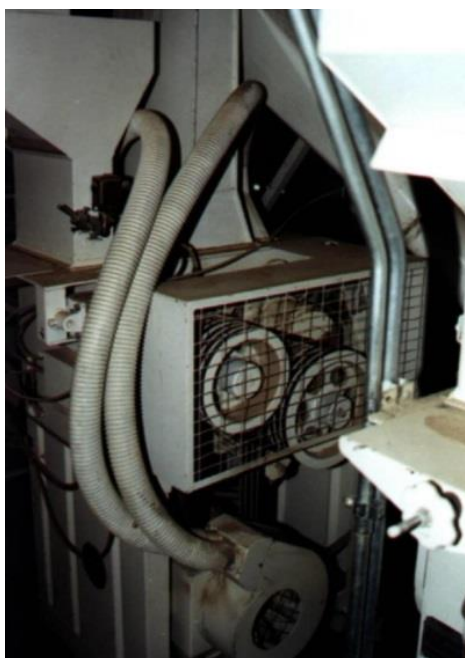


Figura 1. Descascador utilizado na industrialização dos grãos de arroz.

Nem todos os grãos que passam pelos descascadores são descascados na primeira passagem pelo equipamento, por isso há necessidade de separar grãos que descascaram (que seguem para a separação de defeitos e tipificação no caso de industrialização de arroz integral ou para os brunidores e/ou polidores no caso de industrialização de arroz branco). Essa separação se baseia nas diferenças de peso volumétrico ou densidade aparente entre os grãos descascados (mais densos) daqueles que não descascaram (mais leves), por isso o equipamento denominado separador de marinheiro (Figura 2) é uma densimétrica.



Figura 2. Separador de grãos descascados e não descascados.

7ª Etapa – *Brunimento e Polimento*: Nesta etapa são retirados do arroz o germe e a película (pericarpo) que envolve o grão. O polimento consiste em micro aspersão de água, que entra em contato com o grão, provocando umedecimento periférico e resfriamento, o que facilita a remoção de partículas que reduziriam a translucidez, responsáveis pela translucidez e pelo brilho típico dos grãos bem polidos. Nesta etapa do processo é removido o farelo.

O arroz descascado ou esbramado, contendo a parte periférica que constitui o farelo, é submetido a operações de abrasão e fricção em equipamentos dotados de pedras abrasivas que removem o farelo e o separam do arroz branco. A homogeneização complementa o processo de brunimento do arroz (nos brunidores), ao retirar o farelo que ainda permanece aderido ao grão, em máquinas que utilizam spray de água e ar (os polidores). Em algumas indústrias, as duas operações, sequenciais, são realizadas no mesmo equipamento (Figura 3), denominado brunidor/polidor.



Figura 3. brunidor/polidor.

8ª Etapa – *Classificação/Seleção*: Nessa etapa, o arroz passa por uma separação de fragmentos e de grãos com defeito melhorando a qualidade do produto. Neste processo, o arroz é separado em grupos, subgrupos, classes e tipos.

São considerados inteiros também os $\frac{3}{4}$ de grãos.

A classificação inclui critérios dimensionais e qualitativos (defeitos). Na Figura 4 está apresentado um equipamento utilizado para a classificação dos grãos.



Figura 4. Classificador de grãos

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento classifica o arroz polido em cinco tipos. A classificação varia de 1 a 5, com numeração crescente à proporção que aumentam os defeitos. Entre os defeitos de qualidade, encontram-se

grãos quebrados e quireras (BRASIL, 2009). O arroz com casca e beneficiado e os fragmentos de arroz que não atenderem às exigências legais são classificados como “Fora de Tipo” e podem ser comercializados como tal, desde que estejam perfeitamente identificados (ARAÚJO et al., 2007).

Nessa etapa, o arroz passa por máquinas que separam os grãos inteiros dos quebrados de diferentes tamanhos, $\frac{3}{4}$ e $\frac{1}{2}$ de grãos. A quantidade de grãos quebrados é um dos indicativos do tipo do arroz, sendo o Tipo 1 aquele que permite a menor quantidade possível de quebrados.

Na classificação, os grãos podem também passar por equipamentos de leitura ótica, onde são retirados os grãos rajados, vermelhos, picados, manchados ou aqueles com alteração de coloração.

Outros equipamentos podem ser usados na indústria com o objetivo de obter um produto final de melhor qualidade, dependendo do grau de investimento da indústria.

9ª Etapa – *Embalagem*: O processo é totalmente automatizado. Após essas etapas o arroz é embalado, respeitando os limites estabelecidos para os defeitos e limites para cada Tipo e Classe de arroz, sujeito a regulamentação federal. Tal regulamentação é regida pela Portaria do Mapa nº 269/88, de 17 de novembro de 1988.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na indústria de beneficiamento Josapar – Unidade de Pelotas, com apoio do laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas.

Com auxílio de empresa local, pode ser realizado em silos de metal com 60 metros de altura e 20 metros de diâmetro. Os silos foram monitorados por 12 meses de armazenagem após a colheita. A cada 30 dias as amostras foram coletadas e analisadas em laboratório. A aeração utilizada nos silos é a de manutenção. Na Tabela 1 está apresentada a capacidade dos silos de armazenagem.

Tabela 1. Capacidades dos silos de armazenagem

Equipamento	Capacidade (sacos de 50 Kg)	Quantidade	Armazenamento total (toneladas)
Silos de armazenagem de grãos	50.000	10	2.500
Silos de armazenagem de grãos	100.000	14	5.000
Silos de expurgo	8.000	5	400
Silos de expurgo	6.000	25	300
Silos de Farelo - Linha do Branco	-	3	270
Silos de Farelo - Linha do Parboilizado	-	2	180
Silos Pulmão-úmidos e sujos	3.000	4	150
Silos Pulmão-úmidos e limpos	1.350	4	67.5
Silos Pulmão-úmidos e limpos	2.350	2	117.5
Silos Pulmão-seco	3.000	4	150
Silos Pulmão-seco	1.350	4	67.5
Silos da casca	-	3	236,37
Silos da casca excedente	-	1	15
Silos resíduos	-	2	150
Silos diversos	-	3	45

Na indústria de alimentos onde ocorreu o processo de análises das amostras deste estudo, usam-se três tipos diferentes de análises para controles

microbiológicos: coliformes, contagem de fungos e leveduras e contagem de bactérias mesófilas, onde coliformes indicam a potabilidade da água através da contagem de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Estes indicadores de contaminação fecal, tradicionalmente aceitos, pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes e o principal representante desse grupo de bactérias chama-se *Escherichia coli*.

A contagem de bactérias mesófilas detecta, em um alimento, o número de bactérias aeróbias ou facultativas mesófilas presentes tanto sob forma vegetativa, quanto esporulada. Sua presença em grandes números pode indicar que matérias-primas estão excessivamente contaminadas; limpeza e desinfecção das superfícies inadequadas, e higiene inadequada durante a produção ou a conservação dos alimentos, ou ainda uma combinação destas circunstâncias.

A contagem de bolores e leveduras é uma contagem de fungos filamentosos ou bolores, os quais são multicelulares e obtém sua alimentação da matéria orgânica inanimada. Estão dispersos em todo o meio ambiente. Fungos são passíveis de quantificação como indicadores da qualidade de alimentos, em cereais e outros alimentos com atividade de água (A_w) reduzida ou elevada acidez (pH baixo). Durante o estudo foram realizadas análises para a identificação e quantificação de bolores e leveduras nas amostras armazenadas em silos com circuladores de ar e nas amostras armazenadas em silos sem circuladores de ar afim de quantificação da qualidade microbiológica das amostras.

Durante o processo de elaboração deste estudo foram avaliadas amostras de arroz armazenadas em silos com aeração forçada e silos sem aeração forçada durante o período de março de 2019 até janeiro de 2020 e também se realizou uma segunda etapa de análises com amostras provenientes de silos armazenadores com aeração forçada e silos sem aeração forçada no período de abril de 2020 até fevereiro de 2021.

3.1 Material

Foram utilizados grãos de arroz da classe longo-fino, conhecido como “arroz agulhinha”, cultivado em sistema irrigado, nas safras 2019/2020 e 2020/2021, comercializados para indústria de grande porte no sul do Rio Grande do Sul. Amostras aleatorizadas dos parâmetros dimensionais e adimensionais dos grãos estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização da matéria prima (mensais).

Parâmetros dimensionais (em centímetros) e adimensionais dos grãos				
Comprimento (c)	Largura (l)	Espessura	Relação (c/l)	Classe
7,29	2,19	1,75	3,33	Longo Fino
6,86	2,18	1,73	3,15	Longo Fino
7,03	2,12	1,67	3,32	Longo Fino
6,65	2,12	1,84	3,14	Longo Fino
7,35	2,35	1,74	3,13	Longo Fino
7,18	2,35	1,75	3,06	Longo Fino
7,13	1,95	1,65	3,66	Longo Fino
7,34	2,21	1,57	3,32	Longo Fino
7,34	2,13	1,68	3,45	Longo Fino
7,52	2,62	1,71	2,87	Longo Fino
7,55	2,37	1,72	3,19	Longo Fino
7,30	2,02	1,71	3,61	Longo Fino
7,20	2,10	1,73	3,43	Longo Fino
7,01	1,94	1,66	3,61	Longo Fino
6,74	2,13	1,76	3,16	Longo Fino
7,34	2,37	1,74	3,10	Longo Fino
6,90	2,03	1,70	3,40	Longo Fino
7,12	2,06	1,69	3,46	Longo Fino
7,21	2,02	1,77	3,57	Longo Fino
7,15	1,84	1,59	3,89	Longo Fino
7,16	1,99	1,72	3,60	Longo Fino
7,12	2,05	1,75	3,47	Longo Fino
7,03	2,15	1,57	3,27	Longo Fino
7,26	1,72	1,68	4,22	Longo Fino
7,60	2,22	1,76	3,42	Longo Fino
7,59	2,10	1,83	3,61	Longo Fino
6,62	1,96	1,70	3,38	Longo Fino
6,85	2,10	1,74	3,26	Longo Fino
7,11	1,90	1,68	3,74	Longo Fino
7,47	1,80	1,70	4,15	Longo Fino
6,52	1,93	1,65	3,38	Longo Fino
6,90	2,10	1,81	3,29	Longo Fino
6,90	2,18	1,63	3,17	Longo Fino
6,85	1,95	1,67	3,51	Longo Fino
7,22	2,02	1,73	3,57	Longo Fino
7,37	1,98	1,64	3,72	Longo Fino
6,55	1,93	1,64	3,39	Longo Fino
6,40	2,10	1,79	3,05	Longo Fino
6,70	2,14	1,66	3,13	Longo Fino
6,39	2,14	1,64	2,99	Longo Fino
7,40	1,88	1,69	3,94	Longo Fino
7,61	2,04	1,75	3,73	Longo Fino

7,77	2,14	1,76	3,63	Longo Fino
7,37	2,12	1,67	3,48	Longo Fino
6,84	1,99	1,81	3,44	Longo Fino
7,68	1,86	1,79	4,13	Longo Fino
7,55	2,48	1,77	3,04	Longo Fino
7,53	2,06	1,64	3,66	Longo Fino
7,57	1,96	1,66	3,86	Longo Fino
7,33	2,19	1,69	3,35	Longo Fino
6,30	2,09	1,69	3,01	Longo Fino
6,89	1,69	1,61	4,08	Longo Fino
7,00	2,00	1,76	3,50	Longo Fino
7,01	2,07	1,78	3,39	Longo Fino
7,17	1,73	1,69	4,14	Longo Fino
6,93	2,41	1,67	2,88	Longo Fino
7,31	2,05	1,65	3,57	Longo Fino
6,74	1,89	1,73	3,57	Longo Fino
7,47	2,15	1,66	3,47	Longo Fino
7,28	1,98	1,69	3,68	Longo Fino
7,27	2,28	1,85	3,19	Longo Fino
7,09	2,02	1,63	3,51	Longo Fino
7,33	2,07	1,63	3,54	Longo Fino
7,51	2,26	1,74	3,32	Longo Fino
7,45	2,04	1,66	3,65	Longo Fino
7,28	2,03	1,70	3,59	Longo Fino
7,49	1,98	1,68	3,78	Longo Fino
7,32	2,17	1,76	3,37	Longo Fino
7,39	1,93	1,70	3,83	Longo Fino
7,03	1,87	1,71	3,76	Longo Fino
7,46	2,20	1,71	3,39	Longo Fino
7,54	2,11	1,68	3,57	Longo Fino
7,20	2,19	1,75	3,29	Longo Fino
7,43	1,98	1,67	3,75	Longo Fino
7,13	2,21	1,66	3,23	Longo Fino
7,56	1,95	1,71	3,88	Longo Fino
6,79	2,00	1,66	3,40	Longo Fino
7,12	2,19	1,82	3,25	Longo Fino
7,28	2,04	1,69	3,57	Longo Fino
7,24	1,05	1,72	6,90	Longo Fino
7,08	2,09	1,65	3,39	Longo Fino
6,31	2,21	1,54	2,86	Longo Fino
7,55	2,25	1,77	3,36	Longo Fino
6,90	1,98	1,63	3,48	Longo Fino
6,69	2,12	1,66	3,16	Longo Fino
7,46	1,99	1,59	3,75	Longo Fino
7,54	2,15	1,77	3,51	Longo Fino
7,55	2,11	1,73	3,58	Longo Fino
7,28	1,92	1,59	3,79	Longo Fino
7,40	2,30	1,62	3,22	Longo Fino
7,31	2,49	1,67	2,94	Longo Fino
6,62	2,18	1,49	3,04	Longo Fino
7,11	2,11	1,72	3,37	Longo Fino
6,71	2,01	1,73	3,34	Longo Fino
7,24	1,88	1,65	3,85	Longo Fino
7,51	1,79	1,65	4,20	Longo Fino
7,12	2,03	1,64	3,51	Longo Fino
6,87	2,14	1,72	3,21	Longo Fino
7,11	2,12	1,83	3,35	Longo Fino
7,21	2,01	1,68	3,59	Longo Fino
7,16	2,07	1,70	3,50	Longo Fino

3.2 Métodos

3.2.1 Método de pesquisa

A pesquisa foi realizada com a metodologia de Estudo de Caso, por parecer a que mais se enquadra na situação em tela.

Importante registrar que Estudo de Caso, enquanto método de pesquisa, conforme Creswell (2010) é uma estratégia de investigação em que o pesquisador explora profundamente um programa, um evento, uma atividade, um processo ou um ou mais indivíduos. Nela, o pesquisador, utilizando diversos procedimentos para a coleta de dados durante um período pré-estabelecido e reúne uma série de informações. Ainda que o Estudo de Caso tenha se originado com a pesquisa médica e psicológica, enquanto metodologia de pesquisa ele objetiva a averiguação de um caso individual e devidamente contextualizado, para, assim, tentar definir um parâmetro para uma realidade correlacionada (VENTURA, 2007).

Dentre as vantagens deste método, destaca-se o estímulo a descobertas, a ênfase na totalidade e o procedimento simplificado. Ainda que apontado como um método de pesquisa mais adequado para fenômenos sociais, o estudo de caso é indicado para pesquisas de natureza exploratória ou para situações complexas (TOLEDO; SHIAISHI, 2009).

As razões expostas justificam a escolha do método a aplicar no presente trabalho.

3.2.2 Determinações

3.2.2.1 Análises físicas

Para a realização das análises físicas dos grãos de arroz, primeiro era realizado o quarteamento, onde a amostra era depositada nas bandejas do quarteador (Figura 5), e, então, vira-se a mesma sobre as canaletas a fim de dividir a amostra em duas partes. Coloca-se a amostra dos dois recipientes coletores no recipiente alimentador novamente a fim de homogeneizar a amostra e então se vira o recipiente alimentador sobre as canaletas pra dividir em duas partes iguais.



Figura 5. Quarteador.

Se pega uma das partes e divide-se novamente em duas partes e assim sucessivamente até se obter uma amostra com peso próximo a 200g, conforme exposto na Figura 6.

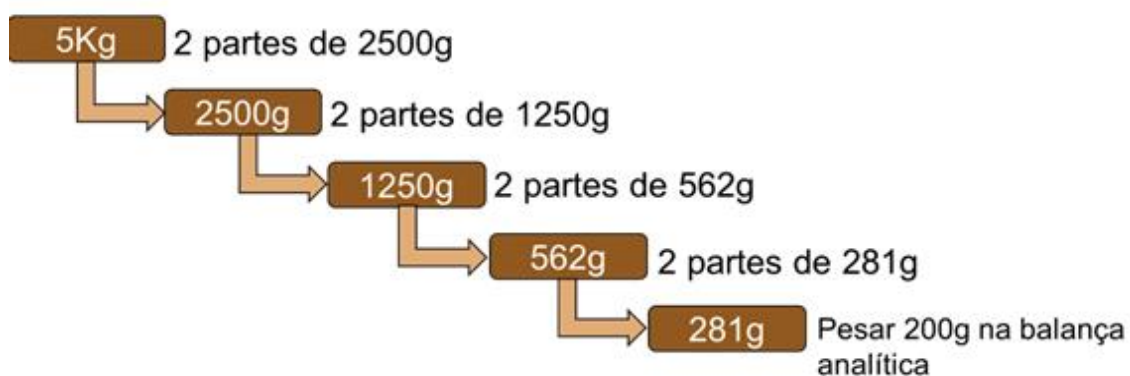


Figura 6. Esquema do processo de quarteamento da amostra

Seguindo a Instrução Normativa (IN) nº 06 de 2009 do MAPA as amostras de trabalho devem passar pelo processo de retirada de impurezas, grãos chochos e corriolas no equipamento separador de impurezas (Figura 7). Após todo o quarteamento, uma alíquota de 100g deve ser pesada para constituir a amostra de trabalho a ser submetida ao engenho de provas (Figura 8) para o processo de

descascamento e polimento. Com auxílio do trieur (Figura 9), deve ser realizado o processo de separação dos grãos quebrados dos grãos inteiros.



Figura 7. Separador de impurezas.



Figura 8. Engenho de prova.



Figura 9. Trieur.

Os grãos com presença de coloração amarelada foram separados da amostra de trabalho e quantificados em porcentagem. Para a realização dessa análise usou-se pinça metálica, tampo de compensado azul escuro opaco, luminária com lâmpada fluorescente e balança analítica (Figuras 10, 11 e 12).



Figura 10. Balança analítica



Figura 11. Mesa com tampo azul escuro opaco e luminária com lâmpada fluorescente



Figura 12. Pinça metálica

3.2.2.2 Análise microbiológica

Para a análise microbiológica, inicialmente foi preparado à amostra. Os grãos de arroz foram moídos em liquidificador, em copo esterilizado com álcool 70%, deixando pelo menos duas horas de contato.

Foram pesados 11g de amostra transferidas para um erlenmeyer de 250mL, contendo 100mL de diluente (água peptonada) e homogeneizado. Esta era a diluição 1:10 (-1). Transfere-se 1mL do conteúdo do erlenmeyer, para um tubo de ensaio contendo 9 mL de diluente e homogeneiza-se bem. Esta era a diluição 1:100 (-2). E por fim transfere-se 1mL da diluição (-2), para o tubo de ensaio contendo 9mL do diluente. Esta é a diluição 1:1000 (-3). Assim possui-se as 3 diluições da primeira amostra e deve-se realizar o mesmo com as outras amostras.

Para realização do ensaio de fungos e leveduras (profundidade) em alimentos deve-se pipetar 1mL de diluição (-1) e transferi-la para uma placa de petri devidamente identificada. Procede-se da mesma forma com as diluições (-2) e (-3). Então se funde o meio de cultura Batata Glicose em banho-maria. Esfria-se a ± 45 °C e acidifica-se até $\text{pH} < 4$ com ácido tartárico 10 %, medindo-o com papel indicador universal. Acrescenta-se em cada placa uma quantidade suficiente de ágar Batata Glicose (de 15 a 20mL) e agita-se bem delicadamente. Por fim aguardar o esfriamento do ágar e inverter-se as placas e incubá-las a $29^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, por cinco dias.

Para a realização da análise de contaminações por fungos e leveduras (superfície) em alimentos deve ser mergulhada a alça estéril na cultura bacteriana que for ensaiada e realizar a sementeira em meio sólido da cultura Batata Glicose dividindo a placa em partes. Em seguida, fazem-se estrias em cada divisão, respeitando as linhas e utilizando toda a superfície da placa, da melhor maneira possível. Identificam-se e invertem-se as placas para incubá-las a $29^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, por cinco dias.



Figura 13. Imagens do ensaio de análise microbiológica.

Durante o estudo foram realizadas análises para a identificação e quantificação de bolores e leveduras nas amostras armazenadas em silos com circuladores de ar e nas amostras armazenadas em silos sem circuladores de ar afim de quantificação da qualidade microbiológica das amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias mensais de umidade e de impurezas dos grãos das safras 2019/2020 e 2020/2021 estão apresentadas na Tabela 3 e Tabela 4, respectivamente. A umidade dos grãos no período de janeiro a maio é mais elevada, visto que este é o período de safra dos grãos. Após o recebimento, os grãos são secos e armazenados para processamento na entressafra. De acordo com a Tabela 3, durante os meses de abril e novembro houve diferenças significativas ($p < 0,05$) na umidade dos grãos em comparação às duas safras.

Tabela 3. Percentual de umidade de grãos de arroz recebidos para industrialização nas safras de 2019/2020 e 2020/2021.

Mês	Umidade (%)	
	2019/2020	2020/2021
Março	23,50 ± 2,00 ns	22,27 ± 1,15
Abril	21,10 ± 0,10 *	23,80 ± 0,10
Maio	22,00 ± 2,00 ns	21,20 ± 1,00
Junho	12,23 ± 0,25 ns	12,47 ± 0,06
Julho	12,00 ± 0,26 ns	12,23 ± 0,06
Agosto	11,57 ± 0,12 ns	11,80 ± 0,10
Setembro	12,47 ± 0,06 ns	12,73 ± 0,12
Outubro	12,20 ± 0,20 ns	12,50 ± 0,00
Novembro	12,77 ± 0,12 *	11,50 ± 0,00
Dezembro	12,00 ± 0,00 ns	12,43 ± 0,32
Janeiro	23,40 ± 0,40 ns	22,30 ± 1,87
Fevereiro	22,17 ± 1,04 ns	22,40 ± 1,10

Média de três amostras mensais. Valores acompanhados por * na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste t; ns: não significativo.

De acordo com a Instrução Normativa 2 de fevereiro de 2012 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento as impurezas são os detritos do próprio produto, a exemplo da casca do arroz (aberta), dos grãos chochos e dos pedaços de caule. Assim, pode-se verificar que o percentual de impurezas variou entre as safras 2019/2020 e 2020/2021 de 2,46% a 4,60% (Tabela 4). Foram verificadas diferenças

significativas ($p < 0,05$) pelo teste de t entre as safras 2019/2020 e 2020/2021 nos meses de março, maio, dezembro, janeiro e fevereiro.

Tabela 4. Percentual de Impureza de grãos de arroz provenientes das safras 2019/2020 e 2020/2021.

Mês	Impurezas (%)	
	2019/2020	2020/2021
Março	4,30 ± 0,30 *	3,10 ± 0,20
Abril	3,20 ± 0,20 ns	3,12 ± 0,12
Maio	2,80 ± 0,10 *	4,32 ± 0,03
Junho	3,00 ± 0,10 ns	3,24 ± 0,24
Julho	2,56 ± 0,06 ns	2,64 ± 0,14
Agosto	2,46 ± 0,16 ns	2,50 ± 0,50
Setembro	3,12 ± 0,12 ns	3,60 ± 0,56
Outubro	4,00 ± 0,50 ns	3,80 ± 0,80
Novembro	4,24 ± 1,04 ns	2,86 ± 0,06
Dezembro	2,84 ± 0,24 *	4,12 ± 0,30
Janeiro	2,60 ± 0,17 *	3,64 ± 0,07
Fevereiro	3,50 ± 0,10 *	4,60 ± 0,10

Média de três amostras mensais. Valores acompanhados por * na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste t; ns: não significativo.

As médias mensais de defeitos industriais e de classificação comercial, em cada safra estudada, são apresentadas nas Tabelas 5 a 11.

Quando se trata de arroz, a preferência do consumidor brasileiro é por um arroz com aspecto translúcido, com grãos íntegros e uniformes. Assim, para assegurar um bom retorno econômico, tanto para o produtor como para o cerealista, é importante que sejam evitados quaisquer fatores que possam afetar negativamente a aparência e o percentual de grãos inteiros no beneficiamento (CASTRO et al., 1999).

Em pesquisa sobre a aceitação dos defeitos do arroz pelo consumidor Zimmermann et al. (1993), verificaram que os grãos gessados são de grande relevância na escolha do produto. Os autores reportaram que a presença de apenas 1% desse defeito na amostra provoca redução acentuada na preferência do

consumidor. De maneira geral, o consumidor aceita a presença de 1 a 2% de ocorrência de gessados no arroz (ZIMMERMANN et al. 1993).

Pode-se verificar na Tabela 5, que o percentual de grãos gessados variou de 0,60% em junho da safra 2019/2020 a 1,20% em dezembro da safra 2020/2021. Apesar da variação os resultados encontram-se dentro da faixa aceitável pelos consumidores reportada Zimmermann et al. (1993).

Tabela 5. Percentual de grãos gessados de arroz provenientes das nas safras 2019/2020 e 2020/2021.

Mês	Grãos gessados (%)	
	2019/2020	2020/2021
Março	0,62 ± 0,02 ns	0,68 ± 0,08
Abril	0,80 ± 0,20 ns	0,84 ± 0,04
Maio	0,70 ± 0,02 *	0,88 ± 0,06
Junho	0,60 ± 0,15 *	0,80 ± 0,18
Julho	1,00 ± 0,02 *	0,72 ± 0,02
Agosto	0,88 ± 0,08 ns	0,96 ± 0,06
Setembro	0,84 ± 0,04 ns	0,82 ± 0,02
Outubro	0,92 ± 0,02 ns	0,86 ± 0,06
Novembro	0,84 ± 0,04 ns	0,98 ± 0,08
Dezembro	0,96 ± 0,02 *	1,20 ± 0,08
Janeiro	0,86 ± 0,02 ns	0,84 ± 0,04
Fevereiro	1,02 ± 0,04 *	0,68 ± 0,08

Média de três amostras mensais. Valores acompanhados por * na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste t; ns: não significativo.

Na Tabela 6 está apresentado o percentual de grãos leitosos das safras 2019/2020 e 2020/2021. Os grãos de arroz passam pelas etapas de grãos leitosos, grãos pastosos e grãos em massa, que dura até atingirem a maturação fisiológica. Considera-se que o grão atingiu a maturação fisiológica quando está com o máximo acúmulo de massa seca. Assim, pode-se afirmar que os grãos leitosos são aqueles grãos que ainda não atingiram por completo a maturação fisiológica. Os grãos leitosos, após o processo de secagem na indústria são reclassificados como

impureza. Por esta razão, na Tabela 6 os valores são apresentados somente durante o período de safra, não sendo verificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de t. De acordo com Ishimaru et al. (2009) os grãos branco leitosos afetam negativamente a qualidade sensorial do arroz.

Tabela 6. Percentual de grãos leitosos de arroz, provenientes das safras 2019/2020 e 2020/2021

Mês	Grãos leitosos (%)	
	2019/2020	2020/2021
Fevereiro	0,60 ± 0,10 ns	1,20 ± 0,20
Março	0,72 ± 0,02 ns	0,5 ± 0,02
Abril	1,00 ± 0,02 ns	0,92 ± 0,12

Média de três amostras mensais. Valores acompanhados por * na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste t; ns: não significativo.

Na Tabela 7 está apresentado o percentual de grãos amarelos das safras 2019/2020 e 2020/2021. Os grãos amarelos são definidos como o grão descascado e polido, inteiro ou quebrado, que apresentam coloração amarela no todo ou em parte variando de amarelo claro ao amarelo escuro. Os grãos amarelos são um defeito metabólico que evoluem durante o armazenamento. Estes podem ser desenvolvidos por reações enzimáticas e oxidativas, além da ocorrência de reação não enzimática do tipo Maillard, a qual da origem a compostos escuros denominados de melanoidinas quando os grãos são armazenados a altas temperaturas (CHEN et al., 2015). Não foram identificadas diferenças significativas quando comparados pelo teste de t ($p < 0,05$) entre as duas safras.

Tabela 7. Percentual de grãos amarelos de arroz, provenientes das safras 2019/2020 e 2020/2021.

Mês	Amarelos (%)	
	2019/2020	2020/2021
Março	0,18 ± 0,05 ns	0,15 ± 0,06
Abril	0,18 ± 0,02 ns	0,15 ± 0,09
Maio	0,14 ± 0,06 ns	0,11 ± 0,03
Junho	0,17 ± 0,08 ns	0,15 ± 0,05
Julho	0,26 ± 0,03 ns	0,20 ± 0,14
Agosto	0,25 ± 0,15 ns	0,12 ± 0,03
Setembro	0,15 ± 0,06 ns	0,13 ± 0,02
Outubro	0,10 ± 0,02 ns	0,08 ± 0,04
Novembro	0,17 ± 0,13 ns	0,11 ± 0,02
Dezembro	0,33 ± 0,31 ns	0,11 ± 0,04
Janeiro	0,18 ± 0,07 ns	0,21 ± 0,03
Fevereiro	0,39 ± 0,32 ns	0,19 ± 0,11

Média de três amostras mensais. Valores acompanhados por * na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste t; ns: não significativo.

A Tabela 8 refere-se aos grãos picados, que é o grão descascado e polido inteiro ou quebrado, que apresenta mancha escura ou esbranquiçada, perfurações ou avarias provocadas por pragas ou outros agentes, desde que visíveis a olho nu, bem como as manchas escuras provenientes do processo de fermentação em menos de $\frac{1}{4}$ da área da área do grão (Brasil, 2009).

De modo geral, o consumidor de arroz dá preferência a um produto uniforme, com baixo conteúdo de grãos quebrados e/ou danificados (Brasil, 2009). Da mesma forma, um desempenho adequado no beneficiamento, com bons rendimentos de grãos inteiros.

A legislação não apenas unifica dois diferentes tipos de defeitos nos grãos (picados e manchados) em apenas um limite (1,75%), mas também define os grãos defeituosos da seguinte forma: “o grão descascado e polido, inteiro ou quebrado, que apresentar mancha escura ou esbranquiçada, perfurações ou avarias provocadas por pragas ou outros agentes, desde que visíveis a olho nu, bem como as manchas escuras provenientes de processo de fermentação em menos de um

quarto da área do grão” (BRASIL, 2009). No entanto, a presença de manchas nos grãos é atribuída a fatores como plantio (época, densidade, espaçamento), doenças das plantas, pragas na lavoura, além de secagem e condições de armazenamento inadequadas, que podem levar ao desenvolvimento de microrganismos; enquanto que a incidência de grãos picados é mais associada aos insetos, principalmente de percevejos dos grãos (CASTRO et al., 1999).

Tabela 8. Percentual de grãos de arroz picados provenientes das safras 2019/2020 e 2020/2021.

Mês	Picados (%)	
	2019/2020	2020/2021
Março	0,15 ± 0,08 ns	0,13 ± 0,06
Abril	0,07 ± 0,01 ns	0,15 ± 0,06
Maio	0,14 ± 0,08 ns	0,13 ± 0,10
Junho	0,16 ± 0,05 ns	0,08 ± 0,04
Julho	0,16 ± 0,10 ns	0,12 ± 0,04
Agosto	0,11 ± 0,07 ns	0,12 ± 0,04
Setembro	0,13 ± 0,04 ns	0,10 ± 0,03
Outubro	0,13 ± 0,01 ns	0,08 ± 0,08
Novembro	0,11 ± 0,01 ns	0,12 ± 0,00
Dezembro	0,09 ± 0,02 ns	0,13 ± 0,02
Janeiro	0,14 ± 0,06 ns	0,16 ± 0,06
Fevereiro	0,12 ± 0,07 ns	0,10 ± 0,02

Média de três amostras mensais. Valores acompanhados por * na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste t; ns: não significativo.

A não constatação de elevados valores para a incidência de grãos picados e manchados (Tabela 9) sugere que os produtores e empresas de beneficiamento de arroz estão observando boas condições de armazenagem, ou seja, estão conseguindo minimizar/evitar o desenvolvimento de microrganismos e o ataque de pragas, tais como insetos e outros animais. Apesar dos baixos percentuais encontrados em ambas as safras, verificou-se que nos meses de setembro, dezembro e fevereiro da 2019/2020 os valores encontrados foram superiores aos da safra 2020/2021 (Tabela 9). Apesar dos valores mais elevados, os mesmos se encontram dentro do que é preconizado pela legislação.

Tabela 9. Percentual de grãos de arroz manchados provenientes das safras 2019/2020 e 2020/2021.

Mês	Manchados (%)	
	2019/2020	2020/2021
Março	0,28 ± 0,23 ns	0,28 ± 0,19
Abril	0,17 ± 0,09 ns	0,23 ± 0,15
Maio	0,18 ± 0,04 ns	0,20 ± 0,05
Junho	0,21 ± 0,02 ns	0,24 ± 0,12
Julho	0,33 ± 0,14 ns	0,33 ± 0,06
Agosto	0,13 ± 0,06 ns	0,20 ± 0,15
Setembro	0,25 ± 0,06 *	0,19 ± 0,04
Outubro	0,2 ± 0,02 ns	0,20 ± 0,14
Novembro	0,20 ± 0,04 ns	0,16 ± 0,08
Dezembro	0,35 ± 0,13 *	0,27 ± 0,16
Janeiro	0,16 ± 0,06 ns	0,20 ± 0,18
Fevereiro	0,30 ± 0,06 *	0,17 ± 0,04

Média de três amostras mensais. Valores acompanhados por * na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste t; ns: não significativo.

Nas indústrias de arroz há uma classificação comercial muito comum, onde grãos que apresentam gessamento, ou seja, área opaca no endosperma são divididos visualmente em: (1) gessados, (2) grãos “barriga branca”, e (3) grãos “barriguinha”. Os grãos gessados são aqueles que apresentam acima de 75% da área opaca. Grãos “barriga branca” são aqueles que apresentam coloração opaca em 50 a 74% de sua área enquanto os grãos “barriguinha” são aqueles que apresentaram coloração opaca em 25 a 49% de sua área. Nas Tabelas 10 e 11 são apresentados o percentual de grãos barriga branca e barriguinha, respectivamente.

Tabela 10. Percentual de grãos de arroz barriga branca provenientes das safras 2019/2020 e 2020/2021.

Mês	Barriga branca (%)	
	2019/2020	2020/2021
Março	1,25 ± 0,53 ns	0,75 ± 0,04
Abril	1,15 ± 0,44 ns	1,25 ± 0,21
Maio	1,14 ± 0,24 ns	1,27 ± 0,64
Junho	0,80 ± 0,17 ns	0,81 ± 0,34
Julho	0,76 ± 0,34 ns	1,70 ± 0,26
Agosto	1,04 ± 0,60 ns	1,20 ± 0,10
Setembro	1,96 ± 0,46 ns	1,30 ± 0,40
Outubro	0,79 ± 0,13 ns	0,80 ± 0,10
Novembro	0,93 ± 0,28 ns	1,10 ± 0,10
Dezembro	1,10 ± 0,36 *	2,00 ± 0,50
Janeiro	1,12 ± 0,59 ns	0,79 ± 0,23
Fevereiro	0,71 ± 0,01 ns	0,82 ± 0,21

Média de três amostras mensais. Valores acompanhados por * na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste t; ns: não significativo.

Tabela 11. Percentual de grãos de arroz barriguiha provenientes das safras 2019/2020 e 2020/2021.

Mês	Barriguiha (%)	
	2019/2020	2020/2021
Março	1,48 ± 0,45 ns	2,15 ± 0,31
Abril	2,21 ± 1,00 ns	3,00 ± 0,72
Maio	2,61 ± 0,28 ns	2,83 ± 0,39
Junho	2,40 ± 0,61 ns	2,82 ± 0,39
Julho	2,08 ± 0,27 ns	2,53 ± 0,50
Agosto	1,75 ± 0,29 *	3,00 ± 0,50
Setembro	2,33 ± 1,02 ns	2,68 ± 0,08
Outubro	3,08 ± 1,02 ns	1,68 ± 0,00
Novembro	3,08 ± 1,59 ns	1,98 ± 0,08
Dezembro	2,01 ± 0,71 *	3,07 ± 0,07
Janeiro	2,00 ± 0,20 ns	2,26 ± 0,70
Fevereiro	1,97 ± 0,20 ns	2,12 ± 0,70

Média de três amostras mensais. Valores acompanhados por * na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste t; ns: não significativo.

A análise conjunta dos dados das Tabelas 5 a 11 permitem observar que há grandes variações entre os defeitos e dos defeitos de uma safra para outra. Em se tratando de estudo de caso, essas constatações são importantes para direcionar os cuidados das equipes de controle de qualidade de matéria-prima na indústria. Os defeitos metabólicos apresentam maiores incidências nos meses de temperatura mais elevada.

Na Tabela 12 estão apresentados os resultados da análise microbiológica de bolores e leveduras, obtidas pelo método de profundidade, e na Tabela 13 os resultados da análise de bolores e leveduras no método de superfície. Os resultados mostram que nos ensaios de bolores e leveduras com duas metodologias diferentes, tanto as amostras de arroz em casca, quanto de arroz polido, apresentaram resultados satisfatórios, demonstrando que o arroz analisado se encontra em situação própria para consumo humano.

Tabela 12 - Resultados da análise de bolores e leveduras obtidas pelo método de profundidade.

Coleta	Silos com Aeração (UFC/g)			Silos sem Aeração (UFC/g)		
	Diluição ⁻¹	Diluição ⁻²	Diluição ⁻³	Diluição ⁻¹	Diluição ⁻²	Diluição ⁻³
Abril/20	1x10 ¹ (est)	1x10 ¹ (est)	1x10 ¹ (est)	1x10 ¹ (est)	1x10 ¹ (est)	1x10 ¹ (est)
Junho	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)
Agosto	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)
Outubro	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 ³ (est)	<10 (est)	<10 ² (est)
Dezembro	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 ³ (est)	<10 ¹ (est)	<10 ² (est)
Fevereiro/21	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 ³ (est)	<10 ² (est)	<10 ² (est)

Tabela 13 - Resultados da análise de bolores e leveduras no método de superfície

Coleta	Silos com Aeração (UFC/g)			Silos sem Aeração (UFC/g)		
	Diluição ⁻¹	Diluição ⁻²	Diluição ⁻³	Diluição ⁻¹	Diluição ⁻²	Diluição ⁻³
Abril/20	1x10 ¹ (est)	1x10 ¹ (est)	1x10 ¹ (est)	1x10 ¹ (est)	1x10 ¹ (est)	1x10 ¹ (est)
Junho	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)
Agosto	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 ¹ (est)	<10 (est)
Outubro	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 ³ (est)	<10 ¹ (est)	<10 ² (est)
Dezembro	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 ³ (est)	<10 ¹ (est)	<10 ² (est)
Fevereiro	<10 (est)	<10 (est)	<10 (est)	<10 ³ (est)	<10 ² (est)	<10 ³ (est)

Na Tabela 14 são apresentadas as médias dos últimos quatro anos dos parâmetros de qualidade do arroz expedido pela indústria para o comércio consumidor brasileiro.

Tabela 14. Parâmetros de qualidade do arroz ao sair da empresa para a indústria*.

Arroz	2019	2020	2021	2022
Tipo	1	1	2	2
Umidade (%)	12,50 a	12,00 a	13,00 a	12,90 a
Brancura kett	39,20 a	38,20 a	38,50 a	39,50 a
Brancura (°)	25,40 ab	26,30 a	24,80 b	26,00 a
Transparência (°)	2,60 b	2,72 ab	2,39 b	3,00 a
Polimento (°)	90,00 b	100,00 a	88,00 b	102,00 a
Inteiros (%)	95,12 a	93,48 a	93,86 a	94,52 a
Quebrados (%)	4,88 b	6,52 a	6,12 a	5,48 ab
Quirera (%)	0,00 a	0,00 a	0,02 a	0,00 a
Trincado (%)	2,60 b	3,20 a	3,60 a	2,80 b
Rajado (%)	0,12 b	0,20 a	0,24 a	0,20 a
Amarelo (%)	0,60 a	0,40 ab	0,44 ab	0,28 b
Picado (%)	0,16 b	0,20 b	0,18 b	0,40 a
Manchado (%)	0,40 b	0,32 ab	0,46 ab	0,68 a
Picado + manchado (%)	0,56 a	0,52 a	0,64 a	0,16 b
Mal polido (%)	0,12 a	0,20 a	0,24 a	0,24 a
(B) gesso 75% a 99%	0,20 a	0,40 a	0,32 a	0,39 a
(C) barriga branca-50% a 75%	1,60 a	2,00 a	2,16 a	2,12 a
Gesso (A) +(B) +(C)%	1,80 b	2,40 a	2,48 a	2,36 a
(D) barriguinha-25% a 50%	2,80 b	3,00 b	3,60 ab	4,00 a
Gessados (A+B+C+D)%	4,60 b	5,40 ab	6,08 a	6,36 a

Valores acompanhados por letra minúscula na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste Tukey. *Média anual.

De acordo com a Tabela 14 pode-se verificar pequenas variações entre as médias de cada parâmetro nas quatro safras, ainda que estatisticamente com

diferenças entre algumas, essas não tecnicamente expressivas porque os valores em todas elas enquadram as amostras na classificação Tipo 1.

Por se tratar de um produto alimentício de grande importância, o arroz requer um alto padrão de qualidade. A qualidade dos grãos de arroz está associada com todo o processo pelo qual o grão passa antes de chegar ao consumidor final. A qualidade dos grãos de arroz é influenciada pelo método de secagem, pelo beneficiamento, pelas condições de armazenamento, como também por fatores internos, inerentes à própria cultivar, e pelos fatores climáticos predominantes no estágio de pré-colheita.

Foram utilizados neste estudo grãos de arroz da classe longo-fino, conhecido como “arroz agulhinha”, cultivado em sistema irrigado, nas safras 2019/2020 e 2020/2021, comercializados para indústria de grande porte no sul do Rio Grande do Sul. Durante o desenvolvimento do presente estudo de caso foi possível concluir que há pequenas variações entre as médias de cada parâmetro nas quatro safras. Notou-se ainda que na indústria, a qualidade dos grãos prevalece, independentemente da safra. É importante ressaltar que os processos de beneficiamento necessitam atender às normas legais de classificação estabelecidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, através da Instrução Normativa MAPA N° 06, de 16 de fevereiro de 2009, e a MAPA N° 02 de 06 de fevereiro de 2012.

Durante o armazenamento, a qualidade dos grãos deve ser preservada ao máximo, em vista da ocorrência de alterações bioquímicas, químicas, físicas e microbiológicas.

4. CONCLUSÕES

Mesmo se tratando de indústria de grande porte, que utiliza tecnologias de alto padrão, o estudo de caso permitiu concluir que há variações na qualidade da matéria-prima entre as safras e ao longo do ano da mesma safra, indicando necessidade de rigoroso controle de qualidade. No produto industrializado, prevalece a qualidade dos grãos, independentemente da safra. Os processos de beneficiamento atendem aos preceitos das boas práticas de fabricação e às normas legais de classificação estabelecidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, através da Instrução Normativa MAPA N° 06, de 16 de fevereiro de 2009, e a MAPA N° 02 de 06 de fevereiro de 2012.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção de grãos da safra 2020/21 deve alcançar novo recorde com 268,9 milhões de toneladas.**

Brasília, DF: Mapa, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: 2020-2021 a 2030-2031.** Brasília, DF: Mapa, 2021.

BRASIL. **MAPA.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa MAPA nº 2 de 6 de fevereiro de 2012. Normas Brasil. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-2-2012_236589.html. Acesso em: 5 de maio de 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Instrução Normativa MAPA N° 6, de fevereiro de 2009.**

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Instrução Normativa MAPA N° 2, 06 de fevereiro de 2012.**

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção de grãos da safra 2020/21 deve alcançar novo recorde com 268,9 milhões de toneladas.** Brasília, DF: Mapa, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: 2020-2021 a 2030-2031.** Brasília, DF: Mapa, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: 2020-2021 a 2030-2031.** Brasília, DF: Mapa, 2021.

Castro, E. da M. de, Vieira, N. R. A., Rabelo, R. R., & da Silva, S. A. (1999) **Qualidade de grãos em arroz** - Circular técnica 34. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão.

CASTRO, E. da M. de: VIEIRA, N.R. de A.; RABELO, R.R.; SILVA, S.A. da. **Qualidade de grãos em arroz. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão**, 1999. 30p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 34).

CAVALHEIRO, F. Z. SILVA, P. M. da. GULARTE, M. A. Estudo do comportamento do consumidor de arroz. In: CIC PESQUISA E RESPONSABILIDADE AMBIENTAL, 16, 2015, Capão do Leão. **Anais [...]** Porto Alegre: 2015, p. 1-3.

COÊLHO, J. D. Arroz: produção e mercado. **Caderno Setorial ETENE.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n.156, p. 1-7, mar. 2021.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos- V. 6 - SAFRA 2021/2022.**

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Análise Mensal do Arroz**. 2021

CRESWELL, John. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 296 p. ISBN 978-85-363-2300-8.

ELIAS, M.C., OLIVEIRA, M.; VAINER, N. L. **Tecnologias de pré-armazenamento, armazenamento e conservação de grãos. Pelotas**: Universidade Federal de Pelotas. 2018.

ELIAS, M.C.; SCHIAVON, R.A.; OLIVEIRA, M.; RUTZ, D.; VANIER, N.L.; PARAGINSKI, R.T. **Tecnologias e Inovações nas Operações de Pré-armazenamento, Armazenamento e Conservação de Grãos**. In: Moacir Cardoso Elias, Maurício de Oliveira; Rafael de Almeida Schiavon. (Org.). Sistema Qualidade de Arroz na Pós-Colheita: Ciência, Tecnologia e Normas. 1ed.Pelotas: Santa Cruz, 2010,

ESCOBAR, T.; ANDRÉ KAMINSKI, T. CLASSIFICAÇÃO DE MARCAS COMERCIAIS DE ARROZ PARBOILIZADO POLIDO. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, n. 2, 3 mar. 2020.

HOELTZ, M. Estudo da influência de manejos pós-colheita na incidência de fungos e micotoxinas no arroz (*Oryza sativa* L.). 2005. 88 p. **Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente)** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005. Navarro, S., & Noyes, R. (2002). The Mechanics and Physics of Modern Grain Aeration Management. Boca Raton: CRC Press.

IRGA. INSTITUTO RIO GRANDENSE DE ARROZ. <https://irga.rs.gov.br/irga-apresenta-resultados-finais-SAFRA-2021-2022>.

ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION.; Determination of other seeds by number. In: **International rules for seed testing**. ed. 2008. Bassersdorf, c.4, p.4.1-4.3, 2008.

JORGE, K.; NEUMANN SPINELLI, M. G.; CYMROT, R.; MATIAS, A. C. G. Avaliação do consumo de arroz e feijão em uma unidade de ensino no município de São Paulo. **Revista Univap**, [S. l.], v. 20, n. 36, p. 35–46, 2015.

LAZZARI, F.A.; LAZZARI, S.M.N.; LAZZARI, F.N. **Environmentally friendly technologies to maintain stored paddy rice quality**. Julius-Kühn-Archiv , v. 425, p. 710-715, 2010.

NOYES, R.; NAVARRO, S. **Operating aeration systems**. In: NAVARRO, S.; NOYES, R. **The mechanics and physics of modern grain aeration management**. New York: CRC Press, 2002. p. 315-412.

OLIVEIRA, M.. **Arroz um alimento de verdade: fonte de nutrientes, aliado da saúde**. 1. ed. Porto Alegre: Gráfica e Editora Gaúcha LTDA, 2021. v. 1. 92p

OLIVEIRA, M.; AMATO, G.W. (Org.). **Arroz: tecnologia, processos e usos**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2021. V.1. 218p.

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. **Fungi and food spoilage**. New York: Springer Science Business Media, 2009.

REDDY, K. R. N.; REDDY, C. S.; MURALIDHARAN, K. **Detection of Aspergillus spp. and aflatoxin B 1 in rice in India.** Food Microbiology, v. 26, n. 1, p. 27–31, 2009.

ROHDE, Geraldo Mário. Uma Breve história do arroz. **New Holland**, Porto Alegre, v. 48, nº 419, p. 03-06, 1995.

SAIDELLES, A.P.F.; SENNA, A.J.T.; KIRCHNER, R.; BITENCOURT, G.; **Gestão de resíduos sólidos na indústria de beneficiamento de arroz**, Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v.5, n 5, p. 904 - 916, 2012.

SILVA, G.R. ANSELMO, K. L. FERNANDES, A. R. R. SILVA, L. S. SILVA, A. S. da. SANTOS, E. M. TROMBETE, F. M. Pesquisa de matérias estranhas em arroz polido e integral de diferentes variedades e avaliação da adequação quanto aos requisitos de identidade e qualidade. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 6, p. 63-76, jun. 2020.

SILVA, J. S., AFONSO, A. D. L., DONZELLES, S. M. L., & NOGUEIRA, R. M. **Secagem e Secadores.** Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas. cap. 5, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2008.

SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil.** In: XXXII REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, Farroupilha, RS, 2018. 205 p.

TOLEDO, L. A. SHIAISHI, G. F. de. Estudo de caso em pesquisas exploratórias qualitativas: um ensaio para a proposta de protocolo do estudo de caso. **Revista da FAE**, Curitiba, v.12, n.1, p.103-119, jan./jun. 2009.

VANIER, N.L.; LINDEMANN, I.S.; POHNDORF, R.S.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M.C. **Classificação oficial, pós-colheita e industrialização de arroz.** 2017. Edição 2017. Pelotas: Copias Santa Cruz, 2017. 420p.

VENTURA, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 5, p. 383-386, set./out. 2007.

WANDER, A. E. SILVA, O. F. da. Rentabilidade da Produção de arroz no Brasil. In: CAMPOS, S. K.; TORRES, D. A. P.; PONCHIO, A. P. S.; BARROS, G. S. de C. (Org.). **Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos: o desafio da rentabilidade na produção.** Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2014.

ZIMMERMANN, F. J. P.; BRAGANTINI, C.; SOARES, D. M.; BIAVA, M.; FREIRE, M. S. Defeitos do grão do arroz e a preferência do consumidor. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 46, n. 407, p. 3-6, 1993.

CASTRO, E. da M. de; VIEIRA, N. R. de A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. da. **Qualidade de grãos em arroz.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 34).

ISHYMARU, T.; RORIGANE, A. K.; IDA, M.; IWASAWA, N.; SAN-OH, Y.; NAKASONO, N.; NISHISAWA, N. K.; MASUMURA, T.; KONDO, M.; YOSHIDA, M. Formation do grain chalkiness and changes in water distribution in developing rice caryopses grown under high-temperature stress. **Journal of Cereal Science**, London, v. 50, n. 2, p. 166-174, 2009.

CHEN, Y.; JIANG, W.; JIANG, Z.; CHEN, X.; CAO, J.; DONG, W.; DAI, B. Changes in Physicochemical, Structural, and Sensory Properties of Irradiated Brown Japonica Rice during Storage. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.63, n.17, p.4361–4369, 2015.