

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE
GRÃOS DE ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa* L.)
ARMAZENADOS A GRANEL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Rodrigo Veppo Howes

**Itaqui, RS, Brasil
2011**

RODRIGO VEPPA HOWES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE
ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa* L.) ARMAZENADOS A GRANEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia Agrônoma**.

Orientador: Prof^o. Dr. Leomar Hackbart da Silva

Itaqui, RS, Brasil
2011

Veppo Howes, Rodrigo.

Avaliação da qualidade tecnológica de grãos de arroz irrigado (*Oriza sativa* L.) armazenados a granel / Rodrigo Veppo Howes. Dezembro,2011.

38 folhas; tamanho (30 cm)

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia)
Universidade Federal do Pampa, Dezembro, 2011. Orientação:
Profº. Drº. Leomar Hackbart da Silva.

1. Armazenamento. 2. Incidência de defeitos. 3. Umidade. 4. Temperatura I. Hackbart da Silva, Leomar. II. Avaliação da qualidade tecnológica de grãos de arroz irrigado (*Oriza sativa* L.) armazenados a granel.

RODRIGO VEPPO HOWES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE
ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa* L.) ARMAZENADOS A GRANEL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Agronomia da Universidade Federal do
Pampa (UNIPAMPA), como requisito
parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 21 de dezembro de
2011.

Banca examinadora:

Prof^o. Dr. Leomar Hackbart da Silva
Orientador
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof^o. Dr. Leocir José Welter
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof^a. Dr^a. Luciana Zago Ethur
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Dedico este trabalho especialmente aos meus amados pais, pela educação, apoio e incentivo nos estudos. E aos meus familiares, que sempre me incentivaram ao longo desta jornada.

AGRADECIMENTO

Ao Profº. Dr. Leomar Hackbart da Silva, pela orientação neste trabalho.

Aos professores, minha gratidão pela forma de conduzir o curso em todas as etapas.

A todos os colegas de curso pelo convívio e pelos momentos de amizade.

A namorada e aos amigos, não nominalmente citados, mas não esquecidos, que de alguma forma contribuíram para esta caminhada, meu reconhecimento e meu muito obrigado.

Há homens que lutam um dia, e são bons;
Há outros que lutam um ano, e são
melhores;
Há aqueles que lutam muitos anos, e são
muito bons; Porém há os que lutam toda a
vida, estes são os imprescindíveis.

Berthold Brecht

RESUMO

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa* L.) ARMAZENADOS A GRANEL

Autor: Rodrigo Veppo Howes

Orientador: Leomar Hackbart da Silva

Local e data: Itaqui, 21 de dezembro de 2011.

Durante o armazenamento, a qualidade dos grãos deve ser preservada ao máximo, em vista da ocorrência de alterações bioquímicas, químicas, físicas e microbiológicas. A velocidade e a intensidade desses processos dependem da qualidade intrínseca dos grãos, do manejo tecnológico das operações de pré-armazenamento, do sistema de armazenagem utilizado, dos fatores ambientais durante a estocagem e das práticas de conservação empregadas. Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da armazenagem em silos verticais metálicos na qualidade tecnológica de grãos de arroz irrigado produzidos na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. A pesquisa foi realizada em parceria com a empresa Joaquim Oliveira S. A. Participações – JOSAPAR/Itaqui-RS, sendo analisados três silos verticais metálicos, durante noventa dias de armazenamento. Foram coletadas amostras homogêneas de grãos de arroz em duas porções dos silos verticais metálicos, ou seja, a coleta foi realizada na parte superior e inferior da massa de grãos. Após a coleta os grãos foram submetidos às seguintes análises para a determinação da qualidade: teor de impureza, umidade, desempenho industrial (rendimento de grãos inteiros, porcentagem de grãos quebrados e incidência de defeitos), peso de mil grãos, e teste de germinação, segundo metodologias descritas nas regras de análises de sementes. Como resultados, os parâmetros qualitativos umidade e temperatura sofreram influência durante o período de armazenamento, causando alterações e interferindo na qualidade dos grãos. O rendimento industrial dos grãos foi influenciado pela quantificação de defeitos, que proporcionaram maior porcentagem de grãos quebrados. A germinação e o peso de mil grãos mostraram uniformidade no período avaliado.

Palavras-chave: armazenamento, incidência de defeitos, umidade, temperatura.

ABSTRACT

TECHNOLOGY ASSESSMENT OF THE QUALITY OF GRAIN RICE (*Oryza sativa* L.) STORED IN BULK

Author: Rodrigo Veppo Howes

Advisor: Leomar Hackbart da Silva

Data: Itaqui, December 21, 2011.

During storage, the grain quality must be preserved to the maximum, given the occurrence of biochemical, chemical, physical and microbiological. The speed and intensity of these processes depend on the intrinsic quality of the grain, the management of technological operations of pre-storage, storage system used, environmental factors during storage and conservation practices employed. This study aims to evaluate the effect of vertical metal storage silos technological quality of grains of rice produced in the region of the western border of Rio Grande do Sul. The survey was conducted in partnership with Joaquim Oliveira S. A. Participações - Josapar / Itaqui-RS and analyzed three vertical metal silos, storage for ninety days. Samples were collected from homogeneous grains of rice in two points of the vertical metal silos, ie, the collection was made at the top and bottom of the grain mass. After collecting the grains underwent the following tests for determining the quality of the grains: impurity content, moisture, industrial performance (whole grain yield, percentage of broken grains and incidence of defects), thousand kernel weight and test germination, according to methodologies described in the rules of analysis of seeds. As a result, the qualitative parameters were influenced by humidity and temperature during storage, causing changes and interfering with the quality of grains. The industrial output of grain was influenced by the quantification of defects, which provided a higher percentage of broken grains. The germination and thousand kernel weight showed uniformity in the evaluation period.

Keywords: storage, the incidence of defects, moisture, temperature.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1A: Máquina para análise de impurezas MEDIZA®.....	21
Figura 1B: Determinador de umidade digital GAC 2100	21
Figura 2A: Engenho de provas Suzuki®	22
Figura 2B: Medidor de Brancura ZACCARIA®.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparativo entre parâmetros qualitativos de arroz irrigado submetidos a três meses de armazenamento e avaliados no período e na porção inferior e superior de silos verticais metálicos	26
Tabela 2: Rendimento industrial de grãos (%) de arroz irrigado e incidência de defeitos (%) submetidos a três meses de armazenamento em silos verticais metálicos comparados no período e na porção inferior e superior	28
Tabela 3: Primeira contagem (%) e germinação (%) de grãos de arroz irrigado submetidos a três meses de armazenamento em silos verticais metálicos e comparados entre e o período e as porções inferior e superior	30
Tabela 4: Resultados obtidos no teste de Peso de Mil Grãos (g) de arroz irrigado submetidos a três meses de armazenamento em silos verticais metálicos e comparados entre e o período e as porções inferior e superior	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Efeitos da colheita e secagem na qualidade de arroz durante o armazenamento	14
2.2 Fundamentos científicos para a conservação de grãos	16
2.2.1 Umidade	16
2.2.2 Temperatura.....	16
2.2.3 Aeração.....	17
2.2.4 Resfriamento de grãos	18
2.2.5 Controle de pragas.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Análise de impurezas e matérias estranhas, umidade e temperatura	20
3.2 Análise de rendimento industrial e incidência de defeitos	22
3.3 Teste peso de mil grãos	23
3.4 Teste de germinação.....	23
3.5 Análise estatística	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Impurezas e matérias estranhas, umidade e temperatura	25
4.2 Rendimento industrial e incidência de defeitos	27
4.3 Germinação.....	30
4.4 Peso de mil grãos.....	31
5 CONCLUSÃO	32
6 REFERÊNCIAS.....	33
7 ANEXO.....	36

1 INTRODUÇÃO

O arroz é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana, sendo a base alimentar de mais de três bilhões de pessoas no mundo. É o segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando área aproximada de 158 milhões de hectares. A produção de cerca de 662 milhões de toneladas de grãos em casca corresponde a 29% do total de grãos usados na alimentação humana (SOSBAI, 2010).

O consumo médio mundial de arroz é de 60 kg/pessoa/ano, sendo que nos países asiáticos, onde são produzidos 90% desse cereal, são os que apresentam as médias mais elevadas, situadas entre 100 e 150 kg/pessoa/ano. Na América Latina são consumidos, em média, 30 kg/pessoa/ano, destacando-se o Brasil como grande consumidor (45 kg/pessoa/ano) (SOSBAI, 2010).

O consumidor de arroz vem tornando-se cada vez mais atento e exigente em relação à qualidade do grão disponível no mercado. Essa demanda por qualidade tem sido igualmente acompanhada por uma crescente demanda por quantidade do produto. As preferências de consumo de arroz são bastante diversificadas, variando de país para país, até mesmo, em função de usos e costumes regionais ou locais. A adequação do produto aos requerimentos do mercado proporciona maior competitividade e rentabilidade à cultura (SANTOS et al., 2006).

O armazenamento é uma etapa pós-colheita do sistema de produção, cujo objetivo principal é o de preservar a qualidade do produto para o plantio, no caso de sementes, ou para a industrialização ou consumo, no caso de grãos. O arroz armazenado, como grão ou semente, representa um produto de valor agregado considerável, o que deve ser sempre levado em consideração (SANTOS et al., 2006).

O histórico da semente ou grão, isto é, as condições ambientais e de manejo a que o produto esteve sujeito antes do armazenamento é altamente relevante para a sua conservação. Aliados às características varietais, os tratos culturais empregados na condução da lavoura, as condições de solo e clima, a ocorrência de pragas, o método de colheita utilizado, o transporte e as operações de limpeza, processamento e secagem são fatores que se refletem no comportamento do produto durante o armazenamento (BASRA, 1995).

O produto armazenado constitui um ecossistema, onde ocorrem as interações dos fatores bióticos e abióticos resultando na deterioração de grãos armazenados (SINHA & MUIR, 1973).

Além das características intrínsecas do produto, as variáveis biológicas que contribuem para deterioração e depreciação da qualidade de grãos e sementes armazenados são representadas pelos fungos, actinomicetos, fermentos, insetos, ácaros, pássaros e roedores (SANTOS et al., 2006). As variáveis físico-químicas são influenciadas principalmente pela umidade e temperatura, tanto dos compostos orgânicos como dos inorgânicos, destacando-se os importantes papéis exercidos pela H_2O , CO_2 e N_2 , e pela energia nas reações bioquímicas, promovendo aquecimento da massa e aumento do teor de umidade do produto armazenado.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da armazenagem em silos verticais metálicos na qualidade tecnológica de grãos de arroz irrigado produzidos na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Efeitos da colheita e secagem na qualidade de arroz durante o armazenamento

A colheita realizada no momento adequado possibilita a obtenção de maior produtividade da lavoura, melhor qualidade, maior rendimento industrial e menor incidência de defeitos nos grãos. A qualidade do arroz beneficiado é relacionada com fatores, como características genéticas de cada variedade, umidade no momento em que se realiza a colheita, condições de secagem e armazenagem e processo no beneficiamento industrial (ELIAS, 2007).

Segundo BARBOSA (2005) os grãos estão sujeitos à ocorrência de várias reações sequenciais desde a colheita. A demora na secagem propicia um aumento da atividade metabólica dos grãos e dos organismos associados. Assim, quanto mais elevada for a temperatura ambiente a que os grãos forem expostos nesse período, maior será a velocidade com que as reações ocorrerão, sejam elas enzimáticas ou não.

No campo, ocorrem diferenças ao redor de 10 pontos percentuais entre os graus de umidade dos grãos do ápice e da base da panícula. Entre panículas pode ser superior a esse valor. Na colheita, são misturados grãos com diferentes umidades, o que causa fissura nos mais secos devidas a reabsorção de umidade dos mais úmidos. A quebra dos grãos causada por dessorção de umidade tem forma irregular, enquanto a ocasionada por adsorção é regular. As fissuras causadas por adsorção são mais graves do que as devidas a dessorção (DIAS, 1993).

A presença de muitos defeitos nos grãos pode ser proveniente de alterações resultantes do metabolismo do próprio grão e do desenvolvimento microbiano. O aumento no tempo de espera para a secagem favorece essas reações, que ocasionam mudanças nos constituintes e na coloração da cariopse, originando um produto de qualidade inferior (ELIAS, 1988).

As perdas de qualidade por ocorrência de grãos com defeitos em arroz industrializado dependem diretamente da qualidade da matéria prima, das alterações que esta sofre durante o armazenamento e do processo de beneficiamento empregado (ELIAS, 2010).

Ação enzimática e desenvolvimento microbiano constituem as principais causas de ocorrência de defeitos nos grãos de arroz. Os grãos contêm grande e variada

quantidade de enzimas, localizadas predominantemente no germe ou embrião e nas camadas periféricas que constituem o farelo, mas também há no endosperma. Calor e umidade podem ativá-las. Também ocorre que o arroz em casca apresenta naturalmente um alto grau de microrganismos, devido a seu manuseio (SCUSSEL, 2002).

As alterações de cor resultantes do ataque de fungos no armazenamento, principais formas de ocorrência dessas alterações, podem ser uma evolução do processo infeccioso ocasionado por fungos de campo. Grãos com umidade acima de 14%, em ambiente com elevada temperatura e umidade relativa, apresentam variações na coloração durante o armazenamento, alterando o branco característico do produto sadio para tonalidade de amarelo, alaranjado, marrom e preto. Por esses fatos são enquadrados entre os defeitos na classificação (LAZZARI, 1993).

Segundo LORINI (2002), o ataque de hemípteros nos grãos em formação, além de produzir grãos chochos e mal formados, promove a inoculação de microrganismos que irão se desenvolver na lesão provocada pelo aparelho bucal do inseto, formando manchas de coloração escura na área atingida. Inadequações nas condições de secagem e de armazenamento intensificam esses problemas. Por isso, para definir o manejo das operações de pós-colheita é fundamental analisar os grãos para avaliar sua qualidade, pois muito dos parâmetros de qualidade sofrem ação direta do que ocorre na pós-colheita, e as intensidades dos prejuízos dependem do que ocorre antes da colheita.

Durante o armazenamento, a qualidade dos grãos deve ser preservada ao máximo, em vista da ocorrência de alterações bioquímicas, químicas, físicas e microbiológicas. Conforme ELIAS (2009), a velocidade e a intensidade desses processos dependem da qualidade intrínseca dos grãos, do manejo tecnológico das operações de pré-armazenamento, do sistema de armazenagem utilizado, dos fatores ambientais durante a estocagem e das práticas de conservação empregadas.

2.2 Fundamentos Científicos para a Conservação de Grãos

2.2.1 Umidade

A maturação fisiológica de grande parte das espécies de grãos ocorre em umidade próxima a 30%, mas nesse ponto a colheita e as demais operações necessárias ao manejo de pós-colheita são muito prejudicadas, com o que se deve esperar um pouco mais para começar a operação. Grãos de arroz podem ser colhidos satisfatoriamente, do ponto de vista mecânico, quando sua umidade se situar entre 18 e 25% (PESKE, 1992).

A umidade adequada para a colheita não coincide com a do armazenamento e beneficiamento dos grãos, por isso torna-se indispensável o uso de secagem. A colheita realizada na faixa de umidade recomendada minimiza perdas, mas requer o uso de secagem artificial (ELIAS, 2004; SOSBAI, 2003; FAN, SIEBENMORGENT e YANG, 2000).

Segundo DIAS (2007) as trocas de calor e água entre os grãos e o ar ambiente são dinâmicas e contínuas até o limite de obtenção do equilíbrio higroscópico, em determinadas condições de temperatura. Esse processo ocorre por sorção ou dessorção de água pelos grãos, em função de diferencial de pressão de vapor de água e/ou de temperatura entre esses e a atmosfera intergranular. Tais condições, expressas na atividade de água (a_w), são estreitamente relacionadas com o metabolismo dos grãos e o desenvolvimento microbiano, de ácaros e insetos durante a armazenagem.

2.2.2 Temperatura

Grãos são organismos vivos e, por isso, respiram durante o armazenamento. Por possuírem constituição química específica e estrutura interna porosa que lhes conferem características higroscópicas e de má condutibilidade térmica, através dos espaços intergranulares da massa de grãos, permanecem em constantes trocas de calor e umidade com o ar no ambiente de armazenagem (ELIAS, LOECK & CONRAD, 2003).

Conforme PERES (2000), condições de elevadas temperaturas e umidades dos grãos e do ar que os circunda, aumentam o metabolismo dos grãos, o que favorece o crescimento microbiano e de pragas, acelerando a sua atividade. Aumentos graduais da umidade e da temperatura da massa, em função de diferentes volumes estáticos de grãos sob tais condições de armazenamento,

originam um conjunto de processos físicos, químicos e bioquímicos específicos e acumulativos na deterioração dos grãos, conhecidos como efeito de massa, altamente correlacionados com o desenvolvimento e a sucessão microbiana e de pragas durante o armazenamento.

A incidência de defeitos nos grãos se intensifica com o aumento da temperatura e do tempo de espera para secagem, assim como do período de armazenamento. Em esperas para secagem em temperaturas superiores a 20°C, são mais expressivos os aumentos nos percentuais de grãos amarelos e ardidos do que em temperaturas abaixo de 20°C, quando o processo de beneficiamento for o convencional para arroz branco polido e nos de ardidos e pretos, quando o beneficiamento for por parboilização. A parboilização, por sua vez, transforma a estrutura interna do arroz e elimina a ocorrência de grãos gessados. Esse fenômeno não acontece no beneficiamento pelo processo convencional de arroz branco polido (OLIVEIRA, 1992).

2.2.3 Aeração

A técnica mais empregada para diminuir gradientes de temperatura na massa de grãos e, conseqüentemente, minimizar a migração de umidade é a aeração (SAUER, 1992; JAYAS et al., 1995). Este processo, além de inibir o desenvolvimento de insetos e da microflora, preserva a qualidade do produto e pode até remover odores (NAVARRO & CALDERON, 1982; SILVA et al., 2000).

CALDERWOOD et al. (1984) estudaram o efeito da aeração em arroz armazenado, ao longo de 54 meses, em silos metálicos e concluíram que o controle de insetos foi o principal fator para o sucesso do armazenamento. Neste contexto, a aeração da massa de grãos mostrou-se eficiente para reduzir a temperatura do produto abaixo da temperatura ótima para o desenvolvimento de insetos e proporcionar, ao final do armazenamento, um produto com boa germinação e baixa acidez.

ARTHUR (1994) estudou grãos de milho armazenados em silos com aeração contínua. Populações de insetos (*Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*) foram reduzidas em silos que continham sistema de aeração.

ARTHUR & THRONE (1994) avaliaram a degradação de inseticida metílico em grãos de milho armazenados em silos aerados e não-aerados, chegando à

conclusão de que o inseticida se degrada mais rapidamente em silos não-aerados e, também, que a população de insetos nos grãos foi maior nesses silos.

2.2.4 Resfriamento de Grãos

Nos últimos anos o armazenamento vem ganhando novas perspectivas de inovações como o de condicionamento de grãos em locais onde se possa ter o controle de temperatura ou com temperaturas mais baixas através de insuflação, pela aeração dos silos e graneleiros, de ar frio provido de grandes condicionadores de ar.

O resfriamento de grãos é uma tecnologia não tradicional, não química para armazenamento de commodities agrícolas aplicada para reduzir a atividade metabólica dos grãos e reduzir o crescimento fúngico e dos insetos de produtos armazenados, o grãos é resfriado independentemente da temperatura ambiente e das condições de umidade relativa do ar e aeração (MAIER, 1995).

SRZEDNICKI et al. (2006) estudaram as diferenças na qualidade de grãos de arroz e milho, atribuídos para secagem com aeração com ar ambiente e resfriado, mostrando que a aeração com ar refrigerado foi melhor para preservar a viabilidade do produto.

A temperatura dos grãos armazenados é um bom índice do seu estado de conservação. A principal fonte de deterioração dos grãos é o aquecimento espontâneo da massa de grãos. Em países da Europa Central e da América do Norte, onde predomina clima temperado, são raros os problemas com armazenamento nos meses frios do ano, diferentemente do que ocorre nos meses mais quentes, se sucedem a colheita (MAIER, 1995). É ideal que se mantenha a temperatura da massa de grãos a níveis mais baixos possíveis, de preferência menores do que 18°C e umidade de 12 e 13% o que permite uma boa conservação por períodos prolongados.

Devido à estrutura interna do grão, sua superfície, suas propriedades físicas como a baixa condutividade térmica, os grãos oferecem as melhores condições para serem resfriados e assim permanecerem por longo período (ELIAS, 2007). O resfriamento dos grãos reduz as perdas fisiológicas pela respiração intrínseca e mantém sua qualidade, também retardando o desenvolvimento dos insetos.

2.2.5 Controle de pragas

A manutenção da qualidade de grãos agrícolas armazenados por longos períodos depende do controle de insetos, fungos e bactérias, que se reproduzem e se desenvolvem no meio (SUN & WOODS, 1997). Uma redução da temperatura da massa de grãos, abaixo de 15 °C, tem sido eficiente na redução da atividade de água dos grãos e, assim, na prevenção do desenvolvimento de insetos e no controle de fungos (SUN & WOODS, 1994; SUN & BYRNE, 1998).

De acordo com LORINI (2008), 10% do total de cereais produzidos no Brasil são perdidos devido ao ataque de insetos. Estes insetos pertencem às ordens Coleoptera e Lepidoptera, onde se destacam os gorgulhos do milho e do arroz, *Sitophilus zeamais* Mots (Coleoptera: Curculionidae) e *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae), respectivamente e as traças *Sitotroga cerealella* O. (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Ephestia kuehniella* Z. (Lepidoptera: Pyralidae).

Segundo CANEPPELE et al. (2010), o controle de pragas em produtos armazenados é feito, preferencialmente, com fumigantes liquefeitos ou solidificados a exemplo da fosfina. Entretanto, a utilização indevida da fosfina levou ao surgimento de populações de insetos resistentes e à detecção de resíduos em grãos e sementes. A utilização de terra de diatomácea, como inseticida alternativo, é uma forma de controlar sem desencadear problemas provocados pelos inseticidas químicos.

A terra de diatomácea é um pó inerte constituído basicamente de um agregado microscópico de cristais desordenados de sílica amorfa resultante do acúmulo de carapaças de algas diatomáceas fossilizadas. A utilização deste produto representa um sistema alternativo menos tóxico, de manejo de insetos em produtos armazenados a granel e/ou ensacados, principalmente para o armazenamento na propriedade (KORUNIC, 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na UNIPAMPA Campus Itaqui-RS no Laboratório de Sementes em conjunto com a JOSAPAR/SA – Itaqui-RS, indústria beneficiadora de arroz, onde os grãos colhidos na safra 2010/11 foram armazenados em silos verticais metálicos com capacidade de 100 mil sacas.

Foram coletadas amostras homogêneas de cinco quilos de grãos de arroz uma vez ao mês no decorrer de noventa dias, em duas porções de três silos verticais metálicos, ou seja, a coleta foi realizada na parte superior e inferior da massa de grãos. Em cada porção, a amostragem foi feita em seis pontos, e homogeneizadas, assim obtendo uma amostra representativa do lote em análise. Os silos continham grãos com misturas de variedades, contendo no silo A as variedades BR-IRGA 409, IRGA 417, OLIMAR, no silo B BR-IRGA 409 e IRGA 417, e no silo C BR IRGA 409, IRGA 417, IRGA 424, OLIMAR e PUITÁ INTA CL.

Após a coleta os grãos foram submetidos às seguintes análises para a determinação da qualidade:

3.1 Análise de impureza e matérias estranhas, umidade e temperatura

A determinação de matérias estranhas e impurezas têm por base a separação física de detritos da própria planta (impurezas) ou de outros materiais (matérias estranhas) dos grãos de arroz, descascados ou em casca, e é auxiliada por máquina provida de peneira rotativa e coluna de ar. Pela legislação, a análise é apenas quantitativa (percentuais), mas para o adequado manejo operacional do arroz na empresa é interessante que a análise seja também qualitativa, com identificação de cada material, o que facilita as tomadas de decisão quanto à destinação dos grãos e ao estabelecimento de manejos específicos, como ocorre em arroz com elevados percentuais de vermelho ou de sementes invasoras.

Para a análise, foram colocados 200 gramas da amostra, já homogeneizada e quarteada, na moega da máquina de análises de impurezas MEDIZA® (Figura 1A). A seguir, foi ligada a máquina e aberto o registro da moega, permitindo a queda da amostra até a peneira rotativa. Foi regulado este registro de forma que a amostra fosse processada vagarosamente, obtendo maior eficiência na remoção de matérias estranhas e impurezas. Foi regulada a vazão de ar de modo que não fossem arrastados grãos de arroz bem formados junto com as impurezas.

Foi pesado o arroz limpo, as matérias estranhas e as impurezas (MEI) e o peso de MEI foi dividido pela soma de arroz limpo e MEI, multiplicando por 100 para expressar em percentual. Foram avaliadas três repetições para cada amostra.

Para a análise de umidade e temperatura foi usado o método dielétrico. As propriedades dielétricas dos materiais biológicos dependem, principalmente, de seu grau de umidade. A capacidade de um condensador é influenciada pelas propriedades dielétricas dos materiais colocados entre suas armaduras e placas. Assim, determinando as variações da capacidade elétrica do condensador, cujo dielétrico é representado por uma massa de grãos, pode ser indiretamente determinado seu grau de umidade. Os grãos são colocados entre duas placas de um condensador, constituindo o dielétrico. Aplica-se uma voltagem de alta frequência, sendo as variações na capacitância do condensador, segunda a umidade do material, medidas em termos de constante dielétrica. A leitura dielétrica numa célula de provas é essencialmente uma leitura da quantidade total de água presente na mesma.

Para a determinação de umidade e temperatura foi utilizado um determinador de umidade digital modelo GAC 2100 (Figura 1B), para verificar as condições de conservação dos grãos. Para esta análise, não foi preciso pesar a amostra, sendo o aparelho abastecido de modo a preencher suas placas de medições, analisando assim a umidade e temperatura das amostras. Realizando-se três repetições para cada amostra.

A**B**

Figura 1 – Máquina para análises de impurezas (A) e determinador de umidade (B).

3.2 Análise de rendimento industrial e incidência de defeitos

A determinação do rendimento industrial de uma amostra de arroz é realizada para estimar o aproveitamento dessa matéria prima dentro das indústrias. O rendimento expressa a quantidade de inteiros e quebrados na amostra e a renda (soma de inteiros e quebrados) expressa o quanto o arroz resulta do beneficiamento.

Após limpar o arroz em máquina de impurezas foram separados 100 gramas de arroz limpo, e despejada a amostra lentamente no engenho de provas SUZUKI® (Figura 2A), de modo a ter uma eficiência de descasque entre 95,5% e 96,5% (3,5% a 4,5% de marinheiros, sendo estes, grãos que permanecem com casca após passar pelo descascador). Foram separados os marinheiros, pesado e descontado seu peso da amostra original. Foi dividido por 100 o peso da amostra original descontado dos marinheiros e obtido o fator de correção. O arroz foi polido durante 60 segundos, tempo necessário para atingir o grau de polimento padrão de 110-115, no aparelho medidor de brancura ZACCARIA® (Figura 2B).

Foram separados os grãos quebrados dos inteiros, por uso de “trieur” de prova. Conferiu se a separação foi completa visualmente e aferiu o “trieur” com frequência para que os erros de separação sejam menores do que 0,2%. Rendimento = % de inteiros e % de quebrados, avaliados em relação à legislação conforme os tipos de arroz beneficiado (tipo 1, 2, 3, 4, 5 e Abaixo Padrão). Foram realizadas três repetições para cada amostra (100 gramas).

A**B**

Figura 2 - Engenho de provas (A) e Medidor de brancura (B).

Para a classificação dos defeitos utilizou-se 100 gramas de arroz beneficiado, que compõem a amostra de trabalho. A classificação foi baseada na Instrução Normativa nº 06 de 2009, que classifica o arroz em tipo, de acordo com a porcentagem de impurezas, grãos quebrados e incidência de defeitos (ANEXO 1). Os defeitos no arroz são classificados em:

Amarelo: o grão descascado e polido, inteiro ou quebrado que apresentar coloração variando de amarelo claro (pálido) ao amarelo escuro, contrastante com a amostra de trabalho.

Ardido: o grão descascado e polido, inteiro ou quebrado que apresentar alteração na sua coloração normal, de marrom escuro à parcialmente preto, resultante do processo de fermentação.

Gessado: o grão descascado e polido, inteiro ou quebrado que apresentar coloração totalmente opaca e semelhante ao gesso.

Manchado: o grão descascado e polido, inteiro ou quebrado que apresentar mancha escura ou esbranquiçada, de qualquer dimensão ou grau de intensidade.

Picado: o grão descascado e polido, inteiro ou quebrado que apresentar ocorrência acentuada de perfurações provocadas por insetos ou outros agentes (picado preto), exceção das minúsculas perfurações conhecidas por alfinetadas.

Rajado: o grão descascado e polido, inteiro ou quebrado que apresentar qualquer ponto ou estria vermelha.

3.3 Peso de mil grãos

O peso de mil grãos foi determinado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Foram contadas ao acaso, manualmente, oito repetições de 100 grãos provenientes da porção a ser analisada. Em seguida, os grãos de cada repetição foram pesados com o número de casa decimais indicadas (duas casas após a vírgula).

O resultado da determinação foi calculado multiplicando-se por 10 o peso médio obtido das repetições de 100 grãos.

3.4 Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), usando-se quatro repetições de 50 sementes para

cada lote, em germinador regulado a 25°C, durante todo o período do teste. O volume de água, para a embebição das sementes, foi o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel substrato. As contagens foram realizadas aos 5 e 14 dias, após a semeadura.

3.5 Análise estatística

Utilizou-se para todos os testes delineamento experimental inteiramente casualizado, 2 (porções do silo) x 3 (períodos avaliados) com 3 repetições de cada amostra.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado na avaliação dos dados foi o *software* SASMAgri® (CANTERI, 2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Impurezas e matérias estranhas, umidade e temperatura

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados referentes aos teores de impureza, umidade e temperatura dos grãos, nos três silos avaliados (A, B e C) na porção inferior e superior e nos períodos 30, 60 e 90 dias de armazenamento.

Pode-se observar que a porção inferior dos três silos, em relação à umidade apresentou comportamento de sorção (reumedecimento dos grãos quando a umidade relativa do ar é maior que a umidade da massa de grãos durante a prática de aeração) e dessorção (secagem dos grãos quando a umidade relativa do ar é inferior a umidade da massa de grãos durante a prática de aeração) no decorrer do período avaliado, sendo que a porção superior teve comportamento normal, apresentando apenas o fenômeno de dessorção ao decorrer do período avaliado, devido à temperatura ambiente externa e a proximidade da massa de grãos da cobertura dos silos.

A temperatura manteve-se semelhante nos três silos, havendo uma queda aos 60 dias, devido às intempéries (temperaturas baixas e chuvas) observadas nesse período de avaliação. Elevada umidade dos grãos e alta temperatura do ar, mesmo em equilíbrio higroscópico, aumentam o metabolismo de grãos, pragas e microrganismos. Para o desenvolvimento microbiano, o grau crítico de umidade dos grãos é 14%. Para o de insetos e ácaros entre 8 e 10% (ELIAS, 2007).

Os resultados da porcentagem de impurezas evidenciam que os três silos, mantiveram-se entre 1,5-2,5% no período avaliado, não influenciando na qualidade de armazenamento. Segundo DALPASQUALE (2002), quanto mais impurezas têm os grãos, mais difícil é a aeração, maior é a tendência de “bolsas de calor” e mais crítico é o efeito na conservabilidade.

TABELA 1 – Comparativo entre parâmetros qualitativos de arroz irrigado submetidos a três meses de armazenamento e avaliados no período e na porção inferior e superior de silos verticais metálicos

Tratamentos		Parâmetros Qualitativos			
Silo	Porção	Período (dias)	Umidade (%)	Temperatura (C°)	Impureza (%)
A	Inferior	30	11,10 a*B**	20,46 bB	2,20 aB
		60	11,23 aB	18,66 cA	2,20 aA
		90	11,36 aA	27,10 aA	2,12 aA
		C.V.(%)	0,98	0,43	3,02
	Superior	30	12,29 aA	21,46 bA	2,59 aA
		60	11,56 bA	18,43 cB	1,69 cB
		90	11,43 cA	27,13 aA	2,03 bA
C.V.(%)	0,40	0,45	3,20		
B	Inferior	30	11,00 bB	22,05 bB	1,13 cB
		60	11,43 aB	18,36 cA	1,46 bB
		90	11,43 aA	27,53 aB	2,00 aA
		C.V.(%)	0,42	0,76	6,06
	Superior	30	11,93 aA	22,19 bA	2,05 aA
		60	11,66 bA	17,86 cB	1,84 bA
		90	11,50 bA	28,46 aA	1,92 abA
C.V.(%)	0,81	0,33	2,81		
C	Inferior	30	12,23 aA	21,40 bA	1,81 bA
		60	11,46 bB	18,13 cB	2,62 aA
		90	11,33 bA	26,80 aB	1,36 cB
		C.V.(%)	1,64	0,48	4,68
	Superior	30	12,26 aA	21,46 bA	1,80 bA
		60	12,26 aA	19,26 cA	1,64 cB
		90	11,13 bA	28,63 aA	2,16 aA
C.V.(%)	0,84	0,71	2,20		

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas são referentes ao período (30, 60 e 90 dias) e letras maiúsculas são referentes à porção no silo (inferior ou superior), na coluna.

* Referente ao período.

** Referente à porção.

Os resultados obtidos nos silos A, B e C em relação à umidade (ANEXO 2) apresentaram diferença significativa no período 90 dias na porção superior, não diferindo significativamente nos períodos 60 e 90 dias na porção inferior. Comparando a porção inferior e superior, ocorreu diferença significativa no período 60 dias nos três silos. A temperatura (ANEXO 2) apresentou diferença significativa nos três períodos avaliados (30, 60 e 90 dias) na porção inferior e superior. A impureza não apresentou diferença significativa nos três períodos apenas na porção inferior do silo A, e na porção inferior e superior obteve-se diferença no período 60 dias nos três silos. Não ocorreu interação entre as variáveis, portanto, não interferiu nos resultados das mesmas.

4.2 Rendimento Industrial e Incidência de Defeitos

Na Tabela 2, são apresentados os resultados referentes ao rendimento industrial (rendimento de grãos inteiros e porcentagem de grãos quebrados) e a incidência de defeitos nos três silos avaliados (A, B e C) na porção inferior e superior e nos períodos 30, 60 e 90 dias.

Conforme os resultados obtidos na Tabela 2, verifica-se que nos três silos na porção inferior apresentou maior rendimento de grãos inteiros, polimento mais elevado, maior incidência de grãos picados/manchados e maior porcentagem de grãos rajados (vermelhos). A porção superior demonstrou maior porcentagem de grãos quebrados e incidência de grãos gessados. A incidência de grãos amarelos foi semelhante em ambas as porções. Não houve incidência de grãos ardidos durante a classificação dos grãos, portanto, não foram analisados estatisticamente.

Estudos realizados pelo laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos da Faculdade de Agronomia da UFPel, nas duas últimas décadas, demonstram que alguns desses defeitos, como danificados, gessados e rajados (que resulta do polimento incompleto do arroz vermelho) não se alteram durante o armazenamento. Esses passaram a ser denominados defeitos não-metabólicos. Já os percentuais de grãos manchados, picados, amarelos, pretos e ardidos podem aumentar durante o armazenamento, e esses passaram a ser denominados defeitos metabólicos. Os metabólicos estão associados com os riscos de desenvolvimento de substâncias prejudiciais à saúde do consumidor, principalmente as toxinas produzidas por fungos, algumas delas cancerígenas e/ou produtoras de outros males não menos importantes (ELIAS, 2007).

TABELA 2 – Rendimento industrial de grãos (%) de arroz irrigado e incidência de defeitos (%) submetidos a três meses de armazenamento em silos verticais metálicos comparados no período e na porção inferior e superior

Silo	Tratamentos		Incidência de defeitos								
	Porção	Período (dias)	Int. (%)	Queb (%)	Pol. (%)	Gesso (%)	Amar. (%)	Pic./Man. (%)	Raj. (%)	Ard. (%)	
A	Inferior	30	61,0#	08#	112,66 b*A**	2,52 cA	0,00 bB	0,44 aA	0,26 aA	0,00 #	
		60	58,0	11	115,66 aA	2,70 bA	0,00 bA	0,42 aA	0,25 aA	0,00	
		90	58,0	11	109,00 cA	3,19 aA	0,09 aA	0,42 aA	0,26 aA	0,00	
	Superior	30	58,0	11	107,33 bB	1,26 cB	0,24 aA	0,14 bB	0,24 aA	0,00	
		60	57,0	12	114,33 aA	2,12 bB	0,00 cA	0,41 aA	0,11 bB	0,00	
		90	58,0	11	110,33 bA	3,25 aA	0,08 bA	0,40 aA	0,22 aA	0,00	
	B	Inferior	30	62,0	07	109,33 aB	2,30 cB	0,01 bB	0,64 aA	0,13 aA	0,00
			60	63,0	06	109,33 aB	2,73 aB	0,00 bA	0,31 cA	0,08 bA	0,00
			90	63,0	06	109,00 aA	2,61 bB	0,10 aA	0,46 bB	0,04 cB	0,00
Superior		30	60,0	09	113,66 aA	3,63 aA	0,08 aA	0,52 bB	0,10 aA	0,00	
		60	60,0	09	113,33 aA	3,67 aA	0,04 aA	0,34 cA	0,07 aA	0,00	
		90	59,0	10	108,00 bA	3,43 bA	0,05 aA	0,62 aA	0,08 aA	0,00	
C		Inferior	30	63,0	06	110,66 bA	2,76 bB	0,08 aA	0,58 aB	0,05 bB	0,00
			60	63,0	05	115,66 aA	2,07 cB	0,04 aA	0,32 bA	0,06 bA	0,00
			90	61,0	07	109,33 bA	3,62 aA	0,06 aA	0,51 aA	0,24 aA	0,00
	Superior	30	60,0	09	107,66 aB	2,90 bA	0,00 bB	0,68 aA	0,25 aA	0,00	
		60	60,0	09	108,66 aB	2,58 cA	0,00 bA	0,33 cA	0,10 bB	0,00	
		90	58,0	10	109,00 aA	3,28 aB	0,09 aA	0,46 bA	0,24 aA	0,00	

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas são referentes ao período (30, 60 e 90 dias) e letras maiúsculas são referentes à porção no silo (inferior ou superior), na coluna.

* Referente ao período.

** Referente à porção.

Não foi possível realizar análise estatística, devido aos valores das repetições serem iguais.

Int.: Inteiros; Queb.: Quebrados; Pol.: Polimento; Gesso: Gessados; Amar.: Amarelos; Pic./Man.: Picados/Manchados; Raj.: Rajados; Ard.: Ardidos.

O grau de polimento dos grãos de arroz é utilizado para padronizar a intensidade de polimento dos grãos. Observa-se que os valores variaram entre 107,33 e 115,66 graus, nos diferentes silos e nas porções inferior e superior.

Comparando os silos A e B, diferiu no período 90 dias na porção superior. Nos silos A e C, ocorreu diferença significativa nos períodos 30 e 90 dias na porção inferior. Nos silos B e C não apresentou diferença nos três períodos avaliados na porção inferior e superior, respectivamente.

A porcentagem de grãos gessados variou entre 1,26 e 3,67% durante o período de armazenamento nos diferentes silos e porções inferiores e superiores avaliadas. Ocorreu diferença significativa nos silos A e C nos períodos 30 e 60 dias da porção inferior e superior e nos silos B e C no período 30 dias da porção inferior.

A porcentagem de grãos amarelos variou de 0,00 a 0,24%, valores considerados dentro do limite permitido (ANEXO 1) e demonstram uma manutenção adequada da conservação dos grãos durante o período de armazenamento. Nos silos A e B, obteve-se diferença significativa nos períodos 30 e 60 dias da porção inferior. Nos silos A e C obteve-se diferença no período 60 dias da porção superior. Nos silos B e C não ocorreu diferença nos três períodos na porção superior e inferior, respectivamente.

A porcentagem de grãos picados e manchados variou entre 0,14 e 0,68%, valores considerados dentro do limite permitido (ANEXO 1) e demonstram uma manutenção adequada da conservação dos grãos durante o período de armazenamento. Nos silos A e B ocorreu diferença significativa no período 30 dias da porção superior. Ocorreu diferença nos silos B e C no período 60 dias da porção inferior. Nos silos A e C não ocorreu diferença nos períodos 30 e 90 dias da porção inferior.

A porcentagem de grãos rajados variou entre 0,04 e 0,26%, valores considerados baixos pela legislação (ANEXO 1) e demonstram eficiência na remoção desses grãos nas etapas de limpeza. Nos silos A e C não ocorreu diferença significativa nos períodos 60 dias da porção superior. Nos silos C e B ocorreu diferença significativa no período 60 dias da porção inferior. Não ocorreu diferença nos três períodos do silo B, e diferiu somente nos períodos 30 e 90 dias do silo A, na porção superior.

Verificou-se que o rendimento industrial nos três silos foi influenciado pela quantificação de defeitos, principalmente os defeitos gessados e amarelos que

proporcionaram maior porcentagem de grãos quebrados e conseqüentemente menor rendimento industrial interferindo na qualidade tecnológica destes grãos.

4.3 Germinação

Na Tabela 3, são apresentados os resultados obtidos na germinação de grãos de arroz irrigado nos três silos avaliados (A, B e C) na porção inferior e superior e nos períodos 30, 60 e 90 dias.

Os resultados relativos à germinação (%) e primeira contagem/vigor (%), observa-se que, o comportamento dos grãos nos três silos e períodos avaliados não demonstrou variação em relação à germinação e primeira contagem/vigor, devido às semelhantes condições de armazenamento, portanto, não prejudicou a qualidade fisiológica dos grãos.

TABELA 3 – Primeira contagem (%) e germinação (%) de grãos de arroz irrigado submetidos a três meses de armazenamento em silos verticais metálicos e comparados entre e o período e as porções inferior e superior

Tratamentos			Parâmetros Avaliados	
Silo	Porção	Período (dias)	Germinação (%)	Primeira contagem (%)
A	Inferior	30	95,00 a A**	92,00 aA
		60	95,00 aA	94,50 aA
		90	93,50 aA	92,50 aA
	Superior	30	97,50 aA	97,00 aA
		60	96,50 aA	95,00 aA
		90	92,00 aA	90,00 aA
B	Inferior	30	95,50 aA	94,50 aA
		60	94,00 aA	92,00 aA
		90	92,50 aA	91,50 aA
	Superior	30	87,00 aB	84,00 aB
		60	92,00 aA	89,00 aA
		90	90,50 aA	90,00 aA
C	Inferior	30	90,00 aA	82,00 bB
		60	92,50 aA	90,00 aA
		90	93,50 aA	89,50 aA
	Superior	30	91,00 aA	89,50 aA
		60	92,50 aA	91,00 aA
		90	93,50 aA	91,50 aA

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas são referentes ao período (30, 60 e 90 dias) e letras maiúsculas são referentes à porção no silo (inferior ou superior), na coluna.

* Referente ao período.

** Referente à porção.

Os resultados mostraram que a parte superior do silo B tanto na germinação quanto na primeira contagem, diferenciou-se dos demais tratamentos na porção dos silos, já a parte inferior do silo C diferenciou-se na primeira contagem tanto no período de 30 dias quanto na porção dos outros tratamentos.

4.4 Peso de Mil Grãos

Na Tabela 4, são apresentados os resultados relativos ao peso de mil grãos nos três silos avaliados (A, B e C) na porção inferior e superior e nos períodos 30, 60 e 90 dias.

Conforme os resultados obtidos na Tabela 4, nos silos A e C o peso de mil grãos foi superior aos valores médios obtidos no silo B. Esta obtenção no silo C coincidiu com a observação visual do maior tamanho para as variedades IRGA 424 e OLIMAR, devido suas características, de grãos mais longos com médias superiores a seis milímetros, porém não alterando a qualidade dos grãos.

TABELA 4 – Resultados obtidos no teste de Peso de Mil Grãos (g) de arroz irrigado submetidos a três meses de armazenamento em silos verticais metálicos e comparados entre e o período e as porções inferior e superior

Silo	Tratamentos		Parâmetro Avaliado
	Porção	Período (dias)	Peso de Mil Grãos (g)
A	Inferior	30	26,3 a A
		60	26,1 abA
		90	26,0 bA
	Superior	30	26,3 aA
		60	26,1 bA
		90	26,0 bA
B	Inferior	30	26,1 aA
		60	26,0 aA
		90	25,9 aA
	Superior	30	25,5 aB
		60	25,4 aB
		90	25,6 aA
C	Inferior	30	27,9 aA
		60	27,3 bA
		90	27,3 bA
	Superior	30	26,1 aB
		60	26,2 aB
		90	26,1 aB

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas são referentes ao período (30, 60 e 90 dias) e letras maiúsculas são referentes à porção no silo (inferior ou superior), na coluna.

* Referente ao período.

** Referente à porção.

5 CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa permitem concluir que, os parâmetros qualitativos umidade e temperatura sofreram influência nas porções inferior e superior durante o período de armazenamento avaliado, causando alterações e interferindo na qualidade dos grãos. As impurezas não comprometeram a qualidade dos grãos durante o período avaliado dos silos.

O rendimento industrial dos grãos foi influenciado pela quantificação de defeitos identificados na classificação, principalmente os defeitos gessados e amarelos que proporcionaram maior porcentagem de grãos quebrados.

A germinação e o peso de mil grãos mostraram uniformidade no período avaliado e não sofreram prejuízos nas suas qualidades fisiológicas e tecnológicas.

6 REFERÊNCIAS

ARTHUR, F.H. Feasibility of using aeration to control insect pests of corn stored in Southeast Georgia: Simulated field test. **Journal Economical Entomology**, Lanham, v.87, n.5, p.1359-1365, 1994.

ARTHUR, F.H.; THRONE, J.E. Pirimiphos-methyl degradation and insect population growth in aerated and unaerated corn stored in southeast Georgia: Small bin test. **Journal Economical Entomology**, Lanham, v.87, n.3, p.810-816, 1994.

BARBOSA, F.F., FAGUNDES, C.A.A., PEREIRA, F.M., RADÜNZ, L.L., ELIAS, M.C. Efeitos das secagens estacionária e intermitente e do tempo de armazenamento no desempenho industrial e na qualidade de grãos de arroz. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.30, p.83-90., 2005.

BASRA, A. S. (Ed). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products Press, 1995. 389 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes**/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/DAS/ACS, 2009.399p.

CALDERWOOD, D.L.; COGBURN, R.R.; WEBB, B.D.; MARCHETTI, M.A. Aeration of rough rice in long-term storage. **Transactions of the ASAE**, St Joseph, v.27, n.5, p.1579-1585, 1984.

CANEPELE, M.A.B.; ANDRADE, P.J.; SANTAELLA, A.G. Diferentes dosagens de pó inerte e temperaturas em milho armazenado para controle de gorgulho-do-milho. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.4. p.343-347, July/Aug. 2010

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, V.1, N.2, p.18-24. 2001.

DASPASQUALE, V.A. Procedimentos essenciais de recepção e limpeza de grãos. In: LORINI, I.; MIKE, L. H.; SCUSSEL, M. V. **Armazenamento de grãos**. Campinas: IBG, 2002. 1000 p.

DIAS, A.R.G. Efeito dos teores de umidades de colheita e de beneficiamento no desempenho industrial de cinco variedades de arroz irrigado. **Universidade Federal de Pelotas**. Dissertação (Mestrado), Pelotas, 1993. 86p.

DIAS, A.R.G. Propriedades dos grãos e processos conservativos e tecnológicos. In: ELIAS, M.C. **Pós-Colheita de Arroz: Secagem, Armazenamento e Qualidade**. Pelotas: Ed. Universitária UFPEL, 2007. p 29-58.

ELIAS, M.C. **Espera para secagem e tempo de armazenamento na qualidade de arroz para semente e indústria**. Pelotas, UFPel, 1988. 164 p. Tese (Doutorado em

Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, 1988.

ELIAS, M.C. **Manejo Tecnológico da Secagem e do Armazenamento de Grãos**. Pelotas: Ed. Santa Cruz, 2009. 372p.: il.

ELIAS, M.C. **Pós-Colheita de Arroz: Secagem, Armazenamento e Qualidade**. Pelotas: Ed. Universitária UFPEL, 2007. 437p. : il.

ELIAS, M.C. Pós-colheita e industrialização de arroz. In: GOMES, A.S.G.; MAGALHÃES Jr., A.M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Clima Temperado, 2004. p.983-1053.

ELIAS, M.C., LOECK, A.E., CONRAD, V.J.D., **Recomendações técnicas para pós-colheita e industrialização de arroz**. Pelotas: Pólo de Alimentos, 2003, v.1. 42p.

ELIAS, M.C., OLIVEIRA, M., SCHIAVON, R.A. **Qualidade de arroz na pós-colheita: Ciência, Tecnologia e Normas**. Pelotas: Ed. Santa Cruz, 2010. 543p.: il.

FAN, F.; SIEBENMORGEN, T. J.; YANG, W. A study of head rice yield reduction of long- and medium-grain rice varieties in relation to various harvest and drying conditions. **American Society of Agricultural Engineers**, v. 43, n. 6, p.1709-1714, 2000.

INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 06. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico do Arroz**/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2009.

KORUNIC, Z. Diatomaceous Earths, a Group of Natural Insecticides. **Journal of Stored Products Research**, v.34, p. 87-97, 1998.

LAZZARI, F.A. Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes e rações. **Universidade Federal do Paraná**. Curitiba. 1993. 140p.

LORINI, I. **Manual Técnico para o Manejo Integrado de Pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 80p. (Embrapa Trigo. Documentos, 73)

LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, M. V. **Armazenamento de grãos**. Campinas: IBG, 2002. 1000 p.

MAIER, D. E. Chilled Air Grain Concitioning and Pest Management. **Association of Operative Millers – Bulletin**, Salta Lake Cite, Utah, p. 6655-6663, dec. 1995.

NAVARRO, S.; CALDERON, M. **Aeration of grain in subtropical climates**. Rome: FAO, 1982, 119p. Agricultural Services Bulletin, n. 52

OLIVEIRA, M. A. Influência do tempo após secagem no rendimento industrial do arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 45, n 402, p. 3-4, 1992.

PERES, W.B. **Manutenção da qualidade de grãos armazenados**. Editora UFPEL, Pelotas, 2000. 54 p.

PESKE, S.T. Secagem de sementes. In: Curso de Especialização em Sementes. Módulo 6. Universidade Federal de Pelotas, **Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior**. 1992. 37p.

SANTOS, A. B. et al. **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. rev. ampl. Santo Antônio de Goiás: Emprapa Arroz e Feijão, 2006.1.000 p.

SAUER, D.B. Storage of cereal grains and their products. St. Paul, **American Association of Cereal Chemists Inc.**1992. 615p.

SCUSSEL, V.M. Fungos em grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. (ed). **Armazenagem de Grãos. Campinas** : IBG, 2002. p.675-804.

SILVA, J.S.; LACERDA FILHO, A.F.; DEVILLA, I.A. Aeração de grãos armazenados. In: SILVA, J.S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2000. p.261-277.

SINHA, R. N.; MUIR, W. E. **Grain storage**: part of a system. Westport: AVI Publishing, 1973. 481 p.

SOSBAI. **ARROZ IRRIGADO: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil** / 28. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 11 a 13 de Agosto de 2010, Bento Gonçalves, RS. – Porto Alegre, 2010. 188 p.

SOSBAI. Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Camboriú: Epagri, 2003. 124 p.

SRZERDNICKI, G.;SINGH, M.; DRISCOLL, R. H. Effects of chilled aeration on grain quality. In: 9th international Working Conference on Stored Product Protection, 2006, Campinas. **Proceedings...**Campinas: ABRAPÓS, 2006. p 1359, ref 985-993.

SUN, D.W.; BYRNE, C. Selection of EMC/ERH isotherm equations for rapeseed. **Journal Agricultural Engineering Research**, Silsoe, n.69, p.307-315, 1998.

SUN, D.W.; WOODS, J.L. Deep bed simulation of the cooling of stored grain with ambient air: A test bed for ventilation control strategies. **Journal of Stored Products Research**, London, v.33, p.299-312, 1997.

SUN, D.W.; WOODS, J.L. Low temperature moisture transfer characteristics of wheat in thin layers. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.37, p.1919-1926, 1994.

7 ANEXO

Anexo 1

Arroz beneficiado polido – Limites máximos de tolerância expressos em %/peso

Tip o	Matérias estranhas e impureza s	Mofado s e ardidos	Picados ou manchado s	Gessado s e verdes	Rajado s	Amarelo s	Total de quebrado s e quirera	Quirera (máximo)
1	0,10	0,15	1,75	2,00	1,00	0,50	7,50	0,50
2	0,20	0,30	3,00	4,00	1,50	1,00	15,00	1,00
3	0,30	0,50	4,50	6,00	2,00	2,00	25,00	2,00
4	0,40	1,00	6,00	8,00	3,00	3,00	35,00	3,00
5	0,50	1,50	8,00	10,00	4,00	5,00	45,00	4,00

Observação: O limite máximo de tolerância admitido para marinheiro é de 10(dez) grãos em 1000g (um mil gramas) para todos os tipos. Acima desse limite o produto será considerado como Fora de Tipo.

Fonte: MAPA, IN nº 06 fevereiro de 2009, Regulamento Técnico do Arroz.

Anexo 2 – Análise estatística

Análise de variância e testes de separação em relação à umidade, da TABELA 1 do silo A na porção inferior nos períodos 30, 60 e 90 dias de armazenamento.

Teste estatístico – Programa SASMAgri

Número de tratamentos – 3

Número de repetições – 3

Nome dos tratamentos

1 – Trat. 01

2 – Trat. 02

3 – Trat. 03

Delineamento

Inteiramente casualizado

Dados do experimento

Trat.	Rep.	Valor
1	1	11,0
1	2	11,3
1	3	11,0
2	1	11,2
2	2	11,3
2	3	11,2
3	1	11,4
3	2	11,3
3	3	11,4

Resultado da análise

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Média		
Trat. 01	11,0	11,3	11,0	11,1		
Trat. 02	11,2	11,3	11,2	11,233333333333333		
Trat. 03	11,4	11,3	11,4	11,3666666666667		
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.	F(5%)	F(1%)
Tratamentos	2	0,106666666666667	0,053333333333333	4,36363636363637	5,14325120689743	10,924751862944
Resíduo	6	0,073333333333333	0,012222222222222			
Total	8	0,18				
C.V	0,98%					

Teste de separação

Número de tratamentos – 3

Número de repetições – 3

Graus de liberdade do resíduo – 6

Quadrado médio do resíduo 0,012

Grau de significância (%) – 5%

Teste - Tukey

Dados do experimento

Tratamento	Média
Trat.01	11,1
Trat.02	11,23333333333333
Trat.03	11,36666666666667

Resultados dos testes

Tratamento	Média	Repetições	Tukey
Trat.01	11,36666666666667	3	a
Trat.02	11,23333333333333	3	a
Trat.03	11,1	3	a

Análise de variância e testes de separação em relação à temperatura, da TABELA 1 do silo A na porção inferior nos períodos 30, 60 e 90 dias de armazenamento.

Análise de variância

Número de tratamentos – 3

Número de repetições – 3

Nome dos tratamentos

Trat.01

Trat.02

Trat.03

Delineamento

Inteira e casualizado

Dados do experimento

Trat.	Rep.	Valor
1	1	20,5
1	2	20,4
1	3	20,5
2	1	18,6
2	2	18,8
2	3	18,6
3	1	27,1
3	2	27,0
3	3	27,2

Resultados da análise

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Média		
Trat. 01	20,5	20,4	20,5	20,46666666666667		
Trat. 02	18,6	18,8	18,6	18,66666666666667		
Trat. 03	27,1	27,0	27,2	27,1		
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.	F(5%)	F(1%)
Tratamentos	2	118,362222222222	59,1811111111111	6657,87500000007	5,14325120689743	10,924751862944
Resíduo	6	0,0533333333332	0,00888888888888			
Total	8	118,415555555556				
C.V	0,43%					

Teste de separação

Número de tratamentos – 3

Número de repetições – 3

Graus de liberdade do resíduo – 6

Quadrado médio do resíduo 0,008

Grau de significância (%) – 5%

Teste - Tukey

Dados do experimento

Tratamento	Média
Trat.01	20,4666666666667
Trat.02	18,6666666666667
Trat.03	27,1

Resultados dos testes

Tratamento	Média	Repetições	Tukey
Trat.03	27,1	3	a
Trat.01	20,4666666666667	3	b
Trat.02	18,6666666666667	3	c