

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CAMPUS CACHOEIRA DO SUL  
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

Amanda Müller

**INFLUÊNCIA DAS CULTIVARES E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NA  
QUALIDADE FÍSICA DE GRÃOS DE ARROZ APÓS  
BENEFICIAMENTO**

Cachoeira do Sul, RS, Brasil  
2019

**Amanda Müller**

**INFLUÊNCIA DAS CULTIVARES E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NA QUALIDADE  
FÍSICA DE GRÃOS DE ARROZ APÓS BENEFICIAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul,  
como requisito parcial para obtenção do  
título de **Engenheira Agrícola**.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi

Cachoeira do Sul, RS, Brasil  
2019

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTORA: Amanda Müller

ORIENTADOR: Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi

Aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências da disciplina de TCC, para obtenção do grau de **Engenheira Agrícola**, pelo curso de **Bacharelado em Engenharia Agrícola** da UFSM/CS.

---

Presidente da Banca Examinadora

Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi

---

Prof. Dr. Paulo Ademar Avelar Ferreira

---

Prof. Dr. Tiago Rodrigo Francetto

Cachoeira do Sul, 12 de Julho de 2019.

## DEDICATÓRIA

*À Deus e à minha família que me fortaleceram nesta caminhada.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, sem Ele nada seria possível.

A Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS)

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico), FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul) pelo auxílio financeiro e bolsa de iniciação científica.

Ao Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS-UFSM) e o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) pela disponibilidade na realização dos experimentos.

Ao meu orientador, professor Paulo Carteri Coradi pelas oportunidades, orientações, ensinamentos e confiança depositados em mim ao longo de toda graduação.

Aos colegas e amigos por toda ajuda no desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores pelo ensino e formação ao longo do curso de Engenharia Agrícola.

Aos meus pais Gerson e Marlene pelos ensinamentos, carinho, apoio e compreensão nesses anos de graduação.

A todos aqueles que estão ao meu lado e que são essências em toda minha caminhada.

## EPÍGRAFE

*Encontrou-se, em boa política, o segredo de fazer morrer de fome aqueles que, cultivando a terra, fazem viver os outros.*

*(Voltaire)*

## INFLUÊNCIA DAS CULTIVARES E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NA QUALIDADE FÍSICA DE GRÃOS DE ARROZ APÓS BENEFICIAMENTO

AUTORA: AMANDA MÜLLER  
ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO CARTERI CORADI

**Resumo** - O arroz é um dos cereais mais cultivados no mundo e o aumento da produtividade da cultura está associado ao desenvolvimento de novas cultivares adaptadas a diferentes climas e aos níveis de adubação do solo, podendo sofrer alterações na qualidade dos grãos após beneficiamento. Desta forma, o trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física de grãos de arroz beneficiado (polido e integral) em função das cultivares IR 424 RI e IR 431 CL e de diferentes níveis de adubação (testemunha, baixo, médio, alto e muito alto). O experimento foi realizado no Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS) da Universidade Federal Santa Maria (UFSM), Campus de Cachoeira do Sul (CS) e no Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), localizado em Cachoeira do Sul, RS, na safra 2017/18. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, para cada tratamento, considerando-se as fontes de variações as cultivares (CL), os níveis de adubação (NA) e os tipos de beneficiamento, realizado em esquema fatorial (2x5x2): duas cultivares (CL) de grãos de arroz (IR 424 RI e IR 431 CL), cinco níveis de adubação (NA): (testemunha - zero de NPK, baixo com 60 N 30 P 40 K, médio com 90 N 40 P 55 K, alto com 120 N 50 P 70 K, muito alto com 150 N 60 P 85 K) e dois tipos de beneficiamento (BF): (polido e integral). Após a colheita, os grãos foram submetidos ao processo de descascamento e polimento. A análise da qualidade foi realizada de acordo com as normas de classificação física do arroz. A cultivar IR 424 RI obteve maior percentual de defeitos, grãos amarelos, ardidos e gessados, e na cultivar IR 431 CL observou-se o maior percentual de grãos quebrados, picados e manchados. O rendimento médio de grãos inteiros do arroz polido da cultivar IR 431 CL foi de 44,54% e da cultivar IR 424 RI foi de 56,80%. Enquanto que, o rendimento médio do arroz integral da cultivar IR 431 CL foi de 65,02% e da cultivar IR 424 RI foi de 73,08%. Nas condições em que esse experimento foi realizado, a cultivar IR 424 RI teve maior percentual de defeitos, em grãos amarelos, ardidos e gessados, e na cultivar IR 431 CL o maior percentual de grãos quebrados, picados e manchados o que influenciou na tipificação física de qualidade do arroz beneficiado. O manejo do sistema de produção, com níveis de adubação “Alto” para a cultivar IR 424 RI, alcançaram-se os melhores resultados técnico-econômica quanto aos rendimentos de grãos inteiros integrais, e níveis de adubação “Muito Alto”, independente da cultivar, para o beneficiamento de grãos polidos.

Palavras-chave: Indústria, Pós-Colheita, Processamento, Cultivares, Rendimento.

## INFLUENCE OF CULTIVARS AND LEVELS OF FERTILIZATION IN THE PHYSICAL QUALITY OF RICE GRAINS AFTER BENEFIT

AUTHOR: AMANDA MÜLLER

ADVISOR: PROF. DR. PAULO CARTERI CORADI

**Abstract** - Rice is one of the most cultivated cereals in the world and the increase of crop productivity is associated with the development of new cultivars adapted to different climates and levels of soil fertilization, and may undergo alterations in grain quality after processing. The objective of this work was to evaluate the physical quality of grains of rice benefited (polished and integral) as a function of cultivars IR 424 RI and IR 431 CL and different levels of fertilization (control, low, medium, high and very high ). The experiment was carried out at the Post-Harvest Laboratory (LAPOS) of the Federal University of Santa Maria (UFSM), Cachoeira do Sul Campus (CS) and the Riograndense Rice Institute (IRGA), located in Cachoeira do Sul, RS, 2017/18. The experiment was conducted in a completely randomized design, with three replicates, for each treatment, considering the sources of variation of cultivars (CL), levels of fertilization (NA) and types of processing, performed in a factorial scheme (2x5x2): two cultivars (CL) of rice grains (IR 424 RI and IR 431 CL), five levels of fertilization (NPK): NPK control, low with 60 N 30 P 40 K, medium with 90 N 40 P 55 K, high with 120 N 50 P 70 K, very high with 150 N 60 P 85 K) and two types of processing (BF): (polished and integral). After the harvest, the grains were subjected to the debarking and polishing process. Quality analysis was performed according to the physical classification of rice. The cultivar IR 424 RI obtained a higher percentage of defects, yellow, burned and cast grains, and in the cultivar IR 431 CL it was observed the highest percentage of broken, chopped and stained grains. The average yield of whole grains of polished rice of cultivar IR 431 CL was 44.54% and cultivar IR 424 RI was 56.80%. Meanwhile, the average yield of whole rice of cultivar IR 431 CL was 65.02% and cultivar IR 424 RI was 73.08%. In the conditions under which this experiment was carried out, the cultivar IR 424 RI had a higher percentage of defects in yellow, burned and grained grains and in the cultivar IR 431 CL the highest percentage of broken, chopped and stained grains, which influenced the physical typification the quality of the rice benefited. The management of the production system, with levels of "High" fertilization for the cultivar IR 424 RI, reached the best technical-economical results regarding the yield of whole grains, and levels of "Very High" fertilization, independent of the cultivar, for the processing of polished grains.

Keywords: Industry, Post-Harvest, Processing, Cultivars, Yield.

**LISTA DE FIGURAS**

1. Fluxograma experimental da produção e beneficiamento do arroz.....	12
2. Produção, colheita, pós-colheita e beneficiamento do arroz .....	15
3. Avaliação do beneficiamento de grãos de arroz em função das cultivares.....	22
4. Avaliação do beneficiamento de grãos de arroz em função dos níveis de adubação.....	24
5. Avaliação do beneficiamento polido de grãos de arroz em função das cultivares e dos níveis de adubação.....	26
6. Avaliação do beneficiamento integral de grãos de arroz em função das cultivares e dos níveis de adubação.....	28

**LISTA DE TABELAS**

1. Composição dos níveis de adubação conforme análise de solo e expectativa de rendimento para o arroz irrigado.....	13
2. Classificação física do arroz beneficiado integral.....	17
3. Classificação física do arroz beneficiado polido.....	17
4. Classificação física do arroz beneficiado polido – limites de tolerância para fragmentos de arroz.....	17
5. Análise de variância da classificação física de grãos arroz.....	19
6. Avaliação de grãos de arroz em função da cultivar.....	20
7. Avaliação de grãos de arroz em função dos níveis de adubação.....	20
8. Avaliação de grãos de arroz em função do beneficiamento.....	21
9. Avaliação de grãos de arroz em função da cultivar e do beneficiamento.....	21
10. Avaliação de grãos de arroz em função dos níveis de adubação e do beneficiamento.....	23
11. Avaliação de grãos de arroz em função dos níveis de adubação e cultivares.....	25
12. Avaliação de grãos de arroz em função dos níveis de adubação, cultivares e beneficiamento.....	27
13. Classificação física de grãos de arroz de diferentes cultivares (IR 431 CL e IR 424 RI) e tipos de beneficiamento (polido e integral).....	29
14. Análise econômica simplificada da produção pós-colheita do arroz beneficiado.....	29

## SUMÁRIO

	<b>Resumo.....</b>	<b>VI</b>
	<b>Abstract.....</b>	<b>VII</b>
	<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>VIII</b>
	<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1	Objetivo.....	2
1.2	Hipóteses.....	2
<b>2</b>	<b>Revisão de Literatura.....</b>	<b>4</b>
2.1	Produção de arroz no Brasil.....	4
2.2	Cultivares de arroz.....	4
2.3	Níveis de adubação.....	6
2.4	Teor de água dos grãos de arroz para a colheita.....	7
2.5	Pós-colheita de grãos de arroz.....	7
2.6	Beneficiamento de grãos de arroz.....	9
<b>3</b>	<b>Materiais e Métodos.....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Conclusões.....</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>Considerações Finais.....</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>33</b>

## 1 Introdução

O aumento da produtividade e da qualidade de grãos de arroz vem ocorrendo nos últimos anos e são resultados dos avanços tecnológicos com o melhoramento genético e da implementação de boas práticas agrícolas, do campo à indústria. Assim, a fim de aumentar a produção de arroz e atender as demandas de consumo, buscase desenvolver novas cultivares de arroz que atendam a produtividade e a qualidade dos grãos, através de fatores de tolerância bióticos e abióticos (REGITANO NETO et al., 2013).

Diferentes práticas de manejo, como a adubação nitrogenada, fosfatada e potássica, são essenciais para que a cultura do arroz atinja seu máximo potencial produtivo. O nitrogênio está entre os nutrientes mais requeridos, sendo considerado um importante componente para determinar o potencial de produtividade. Esse elemento faz parte da molécula de clorofila, contribui para o aumento da área foliar, da taxa fotossintética e conseqüentemente da produtividade das culturas, ele também estimula o desenvolvimento das raízes, aumentando a absorção de outros nutrientes (LOPES et al., 2013).

Do mesmo modo que o manejo da cultura é vital, a colheita tem papel fundamental em todas as atividades agrícolas e o momento adequado de sua realização influencia diretamente na qualidade final dos grãos. Se realizada com grãos de arroz com alta ou baixa umidade aumenta o percentual de grãos quebrados, desta forma, o teor de água dos grãos apropriados para realizar a colheita está entre 18 a 23% (MARCHEZAN; GODOY; FILHO, 1993; CANELLAS; SANTOS; MARCHEZAN, 1997, TELÓ et al., 2011).

Os processos de pós-colheita também influenciam na qualidade dos grãos de arroz. A secagem é uma operação que tem a função de remover a água interna dos grãos até atingir a umidade adequada para o armazenamento, entre 13 e 14% (CASTRO et al., 1999; PORTELLA; EICHELBERGER, 2001; MENEZES et al., 2012; SOSBAI, 2018). Para isto, utiliza-se para grãos de arroz, a secagem intermitente, a qual se diferencia dos demais processos de secagem, por remover a umidade dos grãos gradualmente, evitando choques térmicos e danos físico-mecânicos nos grãos. O armazenamento adequado dos grãos após a secagem é fundamental para manter as características de qualidade dos grãos, para isto, deve-se manter a umidade de

equilíbrio higroscópico dos grãos e o ar intergranular baixa, bem como a temperatura da massa de grãos, reduzindo o processo respiratório dos grãos, evitando o desenvolvimento de insetos-pragas e fungos no produto armazenado.

Após passar pelos processos de pré-processamento, os grãos de arroz são submetidos ao beneficiamento. Nesta etapa, a qualidade física dos grãos é importante para obter rendimento industrial, para garantir melhores preços de comercialização ao produtor e a indústria beneficiadora. O beneficiamento tem como função retirar a casca do arroz, podendo ser beneficiado, como grãos polidos ou integrais, conforme o processo utilizado. Para avaliar o beneficiamento, utiliza-se como padrão de qualidade a classificação física, determinando o percentual de grãos de arroz descascado e polido, excluindo os grãos com defeitos, bem como, o rendimento de grãos inteiros.

### 1.1 Objetivo

As características das cultivares, o manejo da adubação, associadas às práticas de pós-colheita podem influenciar na qualidade do arroz beneficiado. Dessa forma, o objetivo geral do trabalho foi avaliar a qualidade física do arroz beneficiado integral e polido sobre a influência das cultivares IR 424 RI e IR 431CL e diferentes níveis de adubação (testemunha, baixo, médio, alto e muito alto).

### 1.2 Hipóteses

- I. Se as cultivares de arroz IR 424 RI e IR 431 CL influenciam na qualidade física dos grãos, independente da forma de beneficiamento, então o arroz produzido com níveis mais elevados de adubação obterão melhores resultados de qualidade física de grãos.
- II. Se as cultivares de arroz IR 424 RI e IR 431 CL influenciam na qualidade física dos grãos após beneficiamento, independente dos níveis de adubação utilizados na produção, então os grãos beneficiados da forma

integral obterá melhor resultados de classificação física que os grãos polidos.

- III. Se os níveis de adubação influenciam no rendimento de grãos, conforme a cultivar e o tipo de beneficiamento, então o nível “Muito Alto” obterá melhor resultados econômico quanto a grãos inteiros para a indústria beneficiadora de arroz.

## 2 Revisão de Literatura

### 2.1 Produção de arroz no Brasil

O arroz é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo, sendo um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana (SOSBAI, 2018). O arroz é consumido por cerca de três bilhões de pessoas, alimentando populações de diferentes classes sociais (HERNANDES, et al., 2010; MINGOTTE; HANASHIRO; FORNASIERI, 2012). A cultura do arroz é cultivada em uma área de aproximadamente 160 milhões de hectares, em todo mundo, e a produção está a cerca de 750 milhões de toneladas de grãos sem casca, correspondendo a 29% do total de grãos usados na alimentação humana (CONAB, 2018). A forma mais comum do consumo é na forma de grãos inteiros descascados e polidos.

No Brasil, a safra de 2017/18 de arroz, teve uma área cultivada de 1,9 milhões de hectares, onde foram colhidas cerca de 11,5 milhões de toneladas (IBGE, 2018). O Rio Grande do Sul é o estado com maior representatividade nestes números, com 8,46 milhões de toneladas produzidos, representando 71% da produção nacional de arroz (CONAB, 2018). Esses dados evidenciam a importância da cultura como fonte de renda para a população, de modo bem representado na metade sul do estado do Rio Grande do Sul, onde seu cultivo é a principal atividade econômica, envolvendo cerca de 232 mil pessoas, direta ou indiretamente na produção da cultura (SOSBAI, 2018).

Nas últimas décadas, o estado do Rio Grande do Sul apresentou avanços na produção de arroz irrigado, através de pesquisas e desenvolvimento de novas tecnologias. Segundo Brasil (2011), o desenvolvimento de novas cultivares é uma alternativa para aumentar a produtividade e qualidade de grãos pós-colheita.

### 2.2 Cultivares de arroz

Com o propósito de melhorar a produção da cultura do arroz no Brasil, pesquisadores buscam desenvolver novas cultivares com alto potencial produtivo e com qualidade dos grãos após o beneficiamento, utilizando-se tecnologias que sejam compatíveis com a realidade do cultivo de arroz irrigado. (STRECK et al., 2018a). O

Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) são as principais instituições de pesquisa em melhoramento genético de arroz no estado do RS, com isso, desenvolvem novas linhagens a cada safra, com o intuito de elevar a capacidade produtiva e competitividade da cultura nas diversas regiões orizícolas do Estado (MOURA NETO et al., 2011).

Existem diversas cultivares de arroz plantadas no mundo e essa diversidade assegura a cultura as propriedades, como os distintos ciclos e morfologias das plantas, que permitem escalonamento de colheita, menor vulnerabilidade a possíveis estresses ambientais, uso racional de insumos, entre outros fatores (STRECK, 2017).

Essa diversidade de materiais genéticos contribui com os programas de melhoramento que utilizam técnicas para identificar e multiplicar genes específicos para uma característica de interesse. Conhecer os requisitos e as peculiaridades das cultivares disponíveis para o cultivo, possibilita a seleção do genótipo ideal à realidade de cada lavoura (REGITANO NETO et al., 2013). As respostas diversificadas dos genótipos, em distintos ambientes, define efeitos que possibilitam a identificação da resposta de genótipos aptos a um ambiente específico (adaptabilidade) ou que respondem de forma esperada às mudanças ambientais (estabilidade) (BUENO et al., 2012).

Para classificar as cultivares de arroz irrigado, muitas características são consideradas, entre elas, o ciclo da cultura, o potencial produtivo, a morfologia das plantas, a resistência de tolerância a estresses bióticos e abióticos.

Quanto ao ciclo de desenvolvimento, as cultivares de arroz irrigado são agrupadas em precoce (105 dias), médio (105-120 dias), tardio (121-135 dias) e muito tardio (136 – 150 dias). De acordo com Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2019), há quatro tipos principais de plantas de arroz, quanto à morfologia das plantas, nas lavouras orizícolas do Brasil, intituladas como tradicional (plantas altas), intermediária, semi-anã/filipina e semi-anã/americana. A separação em grupos de plantas ajuda o produtor, uma vez que facilita a tomada de decisões quanto ao manejo, identificação de estresses bióticos e abióticos, e vulnerabilidade ou não ao acamamento de plantas. As cultivares também pode ser classificado em resistentes a herbicidas não seletivos ou não. O sistema de produção chamado Clearfield baseia-se na resistência genética a alguns herbicidas do grupo químico das Imidazolinonas (EMBRAPA, 2019).

A crescente utilização de cultivares de alto potencial produtivo tem implicado no uso mais frequente de insumos, dentre os quais o nitrogênio (HERNANDES et al., 2010). Dependendo da cultivar, o uso de doses elevadas deste nutriente para aumentar a produtividade pode provocar elevado desenvolvimento vegetativo, o que pode ocasionar o acamamento de plantas e interferir negativamente na produtividade e na qualidade dos grãos (CAMPELLO JUNIOR, 1985).

### 2.3 Níveis de adubação

O manejo da adubação mineral, dentre eles, o uso da adubação nitrogenada é fundamental para aumentar a produtividade e a qualidade nutricional do arroz (SILVA et al., 2013). Segundo Ferreira et al. (2012), para o crescimento dos vegetais, o nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais importantes, juntamente com o fósforo (P) e o potássio (K), ele constitui-se como elemento fundamental em grande parte dos processos fisiológicos, em especial na síntese proteica.

O N é um nutriente exigido pelas plantas em praticamente todos os estádios de desenvolvimento da cultura. A adubação permite à cultura a demonstração do máximo potencial produtivo (MARUMOTO, 1986). Na cultura do arroz o nitrogênio é o elemento que mais limita as altas produtividades, sendo importante para o crescimento de colmos, raízes e folhas, aumentando o número de perfilhos, o tamanho da panícula e do grão (SILVA et al., 2013). No Brasil, o fertilizante nitrogenado mais utilizado é a ureia, devido às suas vantagens em termos de custo, facilidade de fabricação e custo final para o agricultor (LOPES et al., 2013).

O emprego de doses, épocas de aplicação parceladas ou não parceladas de fontes de N podem aumentar de modo considerável a efetividade do uso dos fertilizantes nitrogenados e, portanto, a produtividade (FAGERIA; SLATON; BALIGAR, 2003). Habitualmente, a dose de nitrogênio a ser utilizada na cultura baseia-se na produtividade desejada e no histórico da área. As recomendações atuais de adubação na cultura do arroz (SOSBAI, 2018) consideram os teores de matéria orgânica no solo e a expectativa de produtividade que se deseja atingir, média ou alta.

A influência do N sobre o rendimento de grãos tem sido uma variável estudada por diversos autores (HERNANDES et al., 2010; MARCHESAN et al., 2013; LOPES et al., 2013) e sugerem que o efeito da aplicação de N tem comportamentos distintos

em função das doses, das cultivares utilizadas, da condição original do solo e de fatores ambientais. Os autores observaram que as doses de nitrogênio influenciaram na produtividade do arroz, acúmulo de macronutrientes, na altura das plantas e no rendimento dos grãos beneficiados.

#### 2.4 Teor de água dos grãos de arroz para a colheita

A época de colheita do arroz é estabelecida em função da formação e do teor de água dos grãos, evitando prejuízos na qualidade dos grãos, na logística e nos fluxos da massa de grãos nas etapas de pós-colheita, principalmente com a operação de secagem. De acordo com Londero et al. (2015), a umidade dos grãos inapropriadas podem depreciar a qualidade do produto na pós-colheita. Assim, Teló et al. (2011) e SOSBAI (2018) recomendam realizar a colheita do arroz com teores de água entre 24 e 18%.

O arroz colhido com alto teor de água deve ser submetido à secagem, imediatamente, para evitar o aquecimento e possível fermentação dos grãos (CAPURRO et al., 2012). Por outro lado, a colheita de grãos realizada com baixo teor de água provoca aumento de degrane natural, acamamento de plantas e ataque de insetos, além de reduzir o percentual de grãos inteiros no beneficiamento (CASTRO et al., 1999).

#### 2.5 Pós-colheita de grãos de arroz

Após a colheita, os grãos devem ser encaminhados ao pré-processamento e ao armazenamento. Quanto menor for o período entre a colheita e a secagem, menores serão as perdas qualitativas do produto (SOSBAI, 2018). Para serem armazenados, os grãos devem atender a uma margem de segurança quanto ao teor de água, pois a teor de água dos grãos combinado com as altas temperaturas, acelera o processo de deterioração dos grãos armazenados (ALENCAR et al., 2009).

A secagem consiste na retirada da água em excesso dos grãos, após a colheita para um armazenamento seguro, podendo ser realizada com ar natural, com ar artificial aquecido ou refrigerado. Para alcançar alta qualidade do arroz e evitar problemas no armazenamento, o teor de água do produto deve ser reduzido para 13

a 14% em base úmida (b.u.) (CASTRO et al., 1999; PORTELLA, EICHELBERGER, 2001; MENEZES et al., 2012; SOSBAI, 2018).

O teor de água pode ser considerado o fator mais importante na preservação da qualidade dos produtos armazenados, pois manter a umidade no nível adequado para o armazenamento reduz o desenvolvimento de microorganismos e pragas (BIHAIN, 2011). Os resultados combinados de umidade e temperatura no ambiente de armazenamento determinam a atividade de todos os componentes bióticos do sistema, o que interfere no armazenamento seguro, sem perdas de produto (ELIAS; OLIVEIRA; SCHIAVON, 2010; ZIEGLER, 2017). Dependendo das condições de armazenamento de grãos, a atividade metabólica dos grãos pode ser atrasada ou acelerada, manifestando diversas reações bioquímicas que podem prejudicar quantitativamente e qualitativamente os componentes dos grãos (CORADI; SOUZA; BORGES, 2017).

O armazenamento pode ser realizado em condições ambientais sem alteração do ar e com condições artificiais com ar resfriado (PARK et al., 2013). O uso da tecnologia de resfriamento artificial para grãos vem crescendo muito nos últimos anos, onde o principal intuito é retardar a deterioração dos grãos e manter a qualidade dos produtos armazenados por longos períodos (QUIRINO et al., 2013). Para Park et al. (2013), este mecanismo consiste em refrigerar a massa de grãos nos silos armazenadores pelo sistema de aeração até atingir níveis de temperatura da massa, abaixo das condições médias ambientes.

A diminuição da temperatura dos grãos reduz a velocidade das reações bioquímicas e metabólicas dos grãos, possibilitando a continuidade das características iniciais de armazenamento dos grãos por mais tempo (AGUIAR et al., 2012).

## 2.6 Beneficiamento de grãos de arroz

Com o passar dos anos vem surgindo novas tecnologias de beneficiamento do arroz, com equipamentos mais precisos, para atender as normas de classificação física do produto, buscando melhorar a qualidade, sendo que o consumidor está cada vez mais rigoroso com os grãos e a própria legislação de comercialização vem

fazendo com que as indústrias invistam em máquinas mais modernas e eficientes, além de realizarem um maior controle dos processos internos (QUIRINO et al., 2013).

Na indústria de beneficiamento, os grãos de arroz passam pelas operações de limpeza, descascamento, brunimento, polimento e classificação por tamanho e defeitos, seleção e empacotamento, para serem disponibilizado ao mercado consumidor (CAVALLERI; MENDONÇA; RODRIGUES, 2010).

O arroz integral é formado pelo pericarpo que é envolvido pelas glumelas, pelo lema e pela pálea, que formam a casca e são descartadas no beneficiamento (VIEIRA; CARVALHO, 1999). Quando o arroz integral passa pelas etapas de polimento, as camadas externas compostas pela aleurona que envolve o endosperma são removidas, obtendo-se o arroz branco (CARDOSO et al., 2015). Por isso, considera-se que o arroz integral contém maior teor de nutrientes (proteínas, fibras, minerais e lipídios) quando comparado ao branco.

O polimento do arroz é feito por abrasão, por meio do contato dos grãos contra uma superfície áspera em movimento. Esta operação de beneficiamento de arroz é responsável por cerca da metade do total de grãos quebrados, o que é um ponto negativo em termos de lucratividade, representando perdas de aproximadamente 10% da massa do grão integral e considerável diminuição dos nutrientes das camadas externas (SOSBAI, 2018).

Na classificação, os grãos de arroz passam por máquinas que separam os grãos inteiros, com maior valor de comercialização, dos grãos quebrados e dos demais subprodutos que são utilizados pela indústria de ração animal e farinhas (GOMES et al., 2012). Um dos critérios de qualidade mais importantes no beneficiamento do arroz está relacionado com o seu rendimento de engenho, quantificado pelo percentual de grãos inteiros obtidos ao final do processamento (MINGOTTE; HANASHIRO; FORNASIERI, 2012; SILVA et al., 2013).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2019) conta com legislações para classificação do arroz, a Instrução Normativa Nº6, de 16 de fevereiro de 2009, que determina o regulamento técnico do arroz e a Instrução Normativa Nº2, de 6 de fevereiro de 2012: define alterações da IN Mapa 06 de 16.02.09. O MAPA classifica o arroz 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 os grãos gessados, ardidos, quebrados e quireras.

Os requisitos de qualidade do arroz serão definidos em função do processo de beneficiamento. 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; BRASIL, 2019).

### 3 Material e Métodos

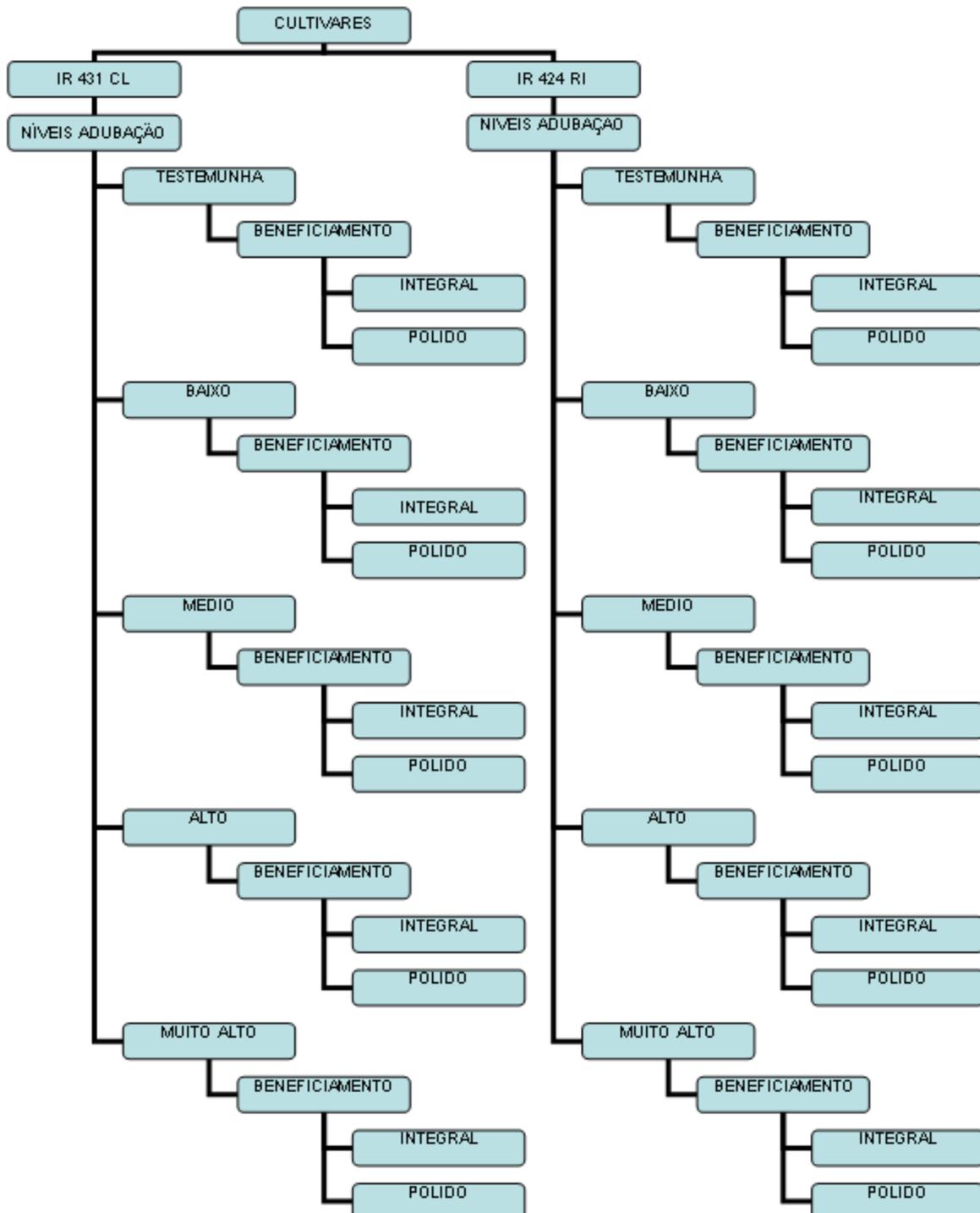
O experimento foi realizado no Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS) da Universidade Federal Santa Maria (UFSM), Campus de Cachoeira do Sul (CS) e no Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), localizado em Cachoeira do Sul, RS, durante a safra 2017/18.

O solo em que foi instalado o experimento foi classificado como Planossolo Háplico eutrófico arênico (EMBRAPA, 2013), com as seguintes características: 6,2 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo, 31 mg dm<sup>-3</sup> de potássio e 0,9% de matéria orgânica.

Para cada cultivar e nível de adubação foram semeados, à lanço, três parcelas de arroz, totalizando 90 parcelas, as quais cada uma foi composta de nove linhas, espaçadas de 0,17 metros e 5 metros de comprimento, totalizando 7,65 m<sup>2</sup>, sendo a densidade de semeadura de 100 kg ha<sup>1</sup>.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, para cada tratamento, considerando-se as fontes de variações as cultivares (CL), os níveis de adubação (NA) e os tipos de beneficiamento, montado em esquema fatorial (2x5x2): duas cultivares (CL) de grãos de arroz (IR 424 RI e IR 431 CL), cinco níveis de adubação (NA): (testemunha - zero de NPK, baixo com 60 N 30 P 40 K, médio com 90 N 40 P 55 K, alto com 120 N 50 P 70 K, muito alto com 150 N 60 P 85 K) e dois tipos de beneficiamento (BF): (polido e integral). A Figura 1 mostra a distribuição dos tratamentos avaliados.

Figura 1 - Fluxograma experimental da produção e beneficiamento do arroz



Na Tabela 1 está a distribuição dos cinco níveis de adubação aplicados no solo de acordo com as recomendações de SOSBAI (2018).

Tabela 1 - Composição dos níveis de adubação conforme análise de solo e expectativa de rendimento para o arroz irrigado

Nutrientes	Níveis de adubação (kg ha <sup>-1</sup> )				
	Testemunha	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Nitrogênio	0	60	90	120	150
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	30	40	50	60
K <sub>2</sub> O	0	40	55	70	85

Os níveis de N, P, K são classificados como médio para o solo utilizado de acordo com as recomendações da SOSBAI (2018).

As dosagens de nitrogênio foram compostas por uréia (45-00-00), de potássio por cloreto de potássio (00-00-60) e de fósforo por superfosfato triplo (00-46-00). As doses de fósforo e potássio foram misturadas e aplicados a lanço no dia da semeadura. A dose de nitrogênio foi aplicada no estágio V4 (início do perfilhamento) e no estágio R0 (início do desenvolvimento da panícula), nas proporções 67% e 33%, respectivamente, segundo a escala de Counce, Keisling e Mitchell (2000).

A colheita do arroz foi realizada com teores de água de 14% (b.u.), com auxílio de navalhas de corte. Em seguida, retirou-se uma amostra de 1 kg de cada parcela, as quais foram identificadas e colocadas em sacos de 1 kg de polietileno para armazenamento temporário, em refrigeradores, até realizar o beneficiamento. Para medição da umidade de colheita dos grãos de arroz em casca utilizou-se um equipamento de medição indireta por capacitância elétrica, marca EAGRI, modelo AL-201.

O beneficiamento dos grãos foi realizado em um provador de arroz, marca ZACCARIA, modelo PAZ-1/DTA. Foram pesados 100 gramas de grãos em casca, colocados gradativamente na moega “cone” de entrada de alimentação do equipamento, submetidos a um tempo de 75 segundos de operação do equipamento beneficiador para obtenção do arroz polido, sendo que, nos primeiros 15 segundos realizou-se o processo de descasque e os 60 segundos restantes, realizou-se o brunimento, responsável em realizar o polimento dos grãos. No registro de descarga do brunidor foram retirados os grãos polidos (quebrados e inteiros) e os farelos, enquanto que a casca foi retirada por um conjunto de ventilação e ciclone de ar. Para o beneficiamento do arroz integral, fizeram-se os mesmos procedimentos, com exceção da etapa de brunimento. As amostras foram separadas, identificadas e armazenadas em sacos plásticos.

Conforme as recomendações técnicas de beneficiamento de arroz (BRASIL, 2019) e da indústria fabricante de equipamento de beneficiamento fizeram-se as regulagens necessárias. A altura do cone de alimentação do beneficiador de arroz foi regulada para 2,0 cm, enquanto que, o descascador foi regulado para a posição de 1,5 cm e a distância entre roletes foi regulada para a posição 6,5 cm. O polimento do arroz realizado pelas pedras abrasivas do brunidor foi regulado para a posição 2,0 cm, a 16 pontos do anel graduado. Para remoção das cascas do arroz, a câmara de aspiração foi ajustada para uma pressão de aspiração constante. Para o beneficiamento do arroz integral, com exceção da etapa de brunimento (polimento), utilizaram-se as mesmas regulagens do arroz polido.

Para a classificação dos grãos inteiros (polidos e integrais) utilizou-se um cilindro separador por alvéolos de 5,5 mm, a qual foi submetida à movimentação durante um tempo de 60 segundos em um eixo, sobre uma moega de descarga horizontal com inclinação de -2 graus. O cilindro separador ao girar com as amostras de grãos teve a função de deslocar por gravidade os grãos quebrados para a moega horizontal, enquanto que, os grãos inteiros permaneciam retidos nos alvéolos do cilindro, para posterior descarregamento.

As amostras beneficiadas foram pesadas em uma balança de precisão marca MARTE, modelo AD330, para posterior submissão a classificação manual do arroz polido e integral. As amostras foram colocadas em uma bancada com papel cartonado sulfite de cor azul e com o auxílio de uma pinça, navalha de corte, de recipientes plásticos, os grãos sadios foram separados dos grãos com defeitos, de acordo com a Instrução Normativa 6/2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2019). Os defeitos nos grãos foram classificados conforme o regulamento técnico de classificação, que tem por objetivo definir o padrão oficial de classificação do arroz, considerando seus requisitos de identidade e qualidade dos grãos de arroz (BRASIL, 2019).

A Figura 2 representa as etapas de produção, colheita, pós-colheita e beneficiamento do arroz.

Figura 2 - Produção, colheita, pós-colheita e beneficiamento do arroz



A renda foi determinada pelo percentual de arroz beneficiado (grãos integrais) ou beneficiado e polido (grãos polidos), resultante do beneficiamento do arroz em casca, enquanto que, o rendimento dos grãos foi medido pelo percentual de grãos inteiros em relação aos grãos quebrados. Os grãos inteiros foram classificados quanto ao tipo, conforme o percentual de defeitos ou fora de tipo quando o percentual de defeitos foram superiores aos estabelecidos pela norma.

Os defeitos avaliados nos grãos foram: materiais estranhos e impurezas, mofados, ardidos, picados ou manchados, gessados, verdes, vermelhos, amarelos, marinheiros e quebrados e quirera. Para a classificação foi considerada as seguintes definições:

- Matérias estranhas foram consideradas os detritos de qualquer natureza estranhos ao produto e impurezas foram consideradas os detritos do próprio produto, da casca do arroz aberta, dos grãos chochos e dos pedaços de caule;

- Grãos mofados, em que os grãos descascados ou descascados e polidos, inteiros ou quebrados apresentaram contaminações fúngicas (mofo ou bolor) visíveis a olho nu;
- Grãos ardido, sendo os grãos descascados e polidos, inteiros ou quebrados, que apresentou, no todo ou em parte, coloração escura proveniente do processo de fermentação;
- Grãos picados ou manchados, constituindo-se dos grãos descascados e polidos, inteiros ou quebrados, que apresentaram manchas escuras ou esbranquiçadas, perfurações ou avarias provocadas por pragas ou outros agentes, visíveis a olho nu, bem como as manchas escuras provenientes de processo de fermentação em menos de um quarto da área dos grãos;
- Grãos gessados, quando os grãos descascados e polidos, inteiros ou quebrados apresentaram coloração totalmente opaca e semelhante ao gesso;
- Grão chocho, o grão com casca, fisiologicamente não desenvolvido, que vaza em peneira de furo oblongo de 1,75 x 20 a 22 mm;
- Grãos vermelhos, foram os grãos descascados, inteiros ou quebrados que apresentaram pericarpo de cor vermelha;
- Grãos amarelos, constituiu-se de grãos descascados e polidos, inteiro ou quebrado, com coloração amarela no todo ou em parte variando de amarelo claro ao amarelo escuro;
- Grãos marinheiros, considerou-se os grãos que conservaram a casca após seu beneficiamento;
- Grãos quebrados consideraram-se os pedaços de grãos de arroz descascados e polidos que apresentaram comprimento inferior às três quartas das partes do comprimento mínimo da classe que predomina e que ficar retido na peneira de furos circulares de 1,60 mm de diâmetro e a quirera, considerou-se como o fragmento de arroz que vazou da peneira de furos circulares de 1,60 mm de diâmetro.

Para enquadramento do Tipo, a classificação dos grãos foi realizada conforme as Tabelas 2, 3 e 4:

Tabela 2 - Classificação física do arroz beneficiado integral

Tipo	ME + I	Mofados e Ardidos	Picados ou Manchados	Gessados e Verdes	Vermelhos e Pretos	Amarelos	Total de Quebrados e Quirera
1	0,10	0,15	1,75	2,00	1,00	0,50	4,00
2	0,20	0,30	3,00	4,00	1,50	1,00	7,50
3	0,30	0,50	4,50	6,00	2,00	2,00	12,50
4	0,40	1,00	6,00	8,00	3,00	3,00	15,00
5	0,50	1,50	8,00	10,00	4,00	5,00	20,00

ME+I - Materiais estranhos e impurezas; O limite máximo de tolerância admitido para marinho é de 10 (dez) grãos em 1000 g (um mil gramas) para todos os tipos. Acima desse limite o produto será considerado como Fora de Tipo.

FONTE: Brasil (2019), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Tabela 3 - Classificação física do arroz beneficiado polido

Tipo	ME + I	Mofados e Ardido	Picados ou Manchados	Gessados e Verdes	Rajados	Amarelos	Total de quebrados e quirera	Quirera (total)
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

ME+I - Materiais estranhos e impurezas; O limite máximo de tolerância admitido para marinho é de 10 (dez) grãos em 1000 g (um mil gramas) para todos os tipos. Acima desse limite o produto será considerado como Fora de Tipo.

FONTE: Brasil (2019), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Tabela 4 - Classificação física do arroz beneficiado polido – limites de tolerância para fragmentos de arroz

Parâmetros	Categoria	
	Quebrado	Quirera
Somatório dos defeitos	15,00	20,00
Matérias Estranhas e Impurezas	1,00	5,00
Tipo	Único	Único

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

FONTE: Brasil (2019), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Para avaliação dos dados obtidos (qualitativos), foi realizada uma análise estatística, com auxílio do programa SISVAR, versão 5.6. Os dados foram normalizados, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 1% e 5% de probabilidade.

Considerando os resultados de produção e qualidade física dos grãos de arroz em função dos níveis de adubação, diferentes cultivares e formas de beneficiamento,

fez-se uma análise de econômica simplificada da produção à pós-colheita, de acordo com a metodologia proposta pelo Instituto Rio Grandense do Arroz (2018), em que, o cálculo do custo de adubação foi dado da seguinte forma:

- Preço médio do adubo por cobertura R\$ 1.153,00 por tonelada (R\$1,153 por kg);
- Custo da hora do trator de R\$ 74,45 por hora;
- Custo da distribuidora a lanço de R\$ 4,13 por hora;
- Velocidade da operação de 8 quilômetros por hora (V);
- Largura da faixa de distribuição de 8 metros (L);
- Eficiência da operação de 50% (E).
- Produtividade média do arroz 150,78 sacas/ha;
- Valor médio da saca R\$44,45.

O tempo gasto para distribuição do adubo foi calculado através da Equação 1.

$$\text{Tempo gasto} = \left( \frac{10}{V \times L \times E} \right) \quad (1)$$

O custo de operação para distribuição do adubo foi calculado através da Equação 2.

$$CO = \text{Custo equipamentos} \times \text{Tempo gasto} \times \% \text{ área aplicada} \quad (2)$$

#### 4 Resultados e Discussão

Na Tabela 5, estão apresentados os dados da análise de variância e os resultados obtidos de grãos amarelos, ardidos, gessados, marinheiros, picados e manchados, quebrados, renda e rendimento na classificação física do arroz.

Tabela 5 - Análise de variância da classificação física de grãos arroz

FV	A	AR	G	M	PM	Q	R	RE
	Pr>Fc							
CL	0,5745 <sup>ns</sup>	0,1830 <sup>ns</sup>	0,0886 <sup>ns</sup>	0,9897 <sup>ns</sup>	0,0587 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>**</sup>	0,2221 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>**</sup>
NA	0,0913 <sup>ns</sup>	0,7598 <sup>ns</sup>	0,3067 <sup>ns</sup>	0,2575 <sup>ns</sup>	0,3413 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>**</sup>	0,3998 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>**</sup>
BF	0,0027 <sup>**</sup>	0,0000 <sup>**</sup>	0,0038 <sup>**</sup>	0,0000 <sup>**</sup>				
CL x NA	0,9607 <sup>ns</sup>	0,5003 <sup>ns</sup>	0,0421 <sup>*</sup>	0,1772 <sup>ns</sup>	0,1212 <sup>ns</sup>	0,0429 <sup>*</sup>	0,1720 <sup>ns</sup>	0,0294 <sup>*</sup>
CL x BF	0,0419 <sup>*</sup>	0,1264 <sup>ns</sup>	0,2996 <sup>ns</sup>	0,3020 <sup>ns</sup>	0,0416 <sup>*</sup>	0,0409 <sup>*</sup>	0,4589 <sup>ns</sup>	0,0160 <sup>*</sup>
NA x BF	0,2580 <sup>ns</sup>	0,9541 <sup>ns</sup>	0,0414 <sup>*</sup>	0,3655 <sup>ns</sup>	0,0912 <sup>ns</sup>	0,0272 <sup>*</sup>	0,1108 <sup>ns</sup>	0,0286 <sup>*</sup>
BF x NA x CL	0,4162 <sup>ns</sup>	0,1320 <sup>ns</sup>	0,9030 <sup>ns</sup>	0,0471 <sup>*</sup>	0,0484 <sup>*</sup>	0,0427 <sup>*</sup>	0,0107 <sup>*</sup>	0,0131 <sup>*</sup>
CV (%)	203,75	73,21	79,50	13,12	70,55	29,00	5,39	10,96
Média geral	0,23	0,13	0,34	3,72	0,28	18,24	78,10	59,86

<sup>\*\*</sup>Significativo a 1% de probabilidade de erro ( $Pr \leq 0,01$ ); <sup>\*</sup>Significativo a 5% de probabilidade de erro ( $Pr \leq 0,05$ ); CL – Cultivar, NA – Nível de adubação, BF – Beneficiamento; <sup>ns</sup>Não Significativo ( $Pr > 0,05$ ), <sup>ns</sup>Não Significativo ( $Pr > 0,01$ ). FV – Função de variação, A – Amarelos, AR – Ardidos, G – Gessados, M – Marinheiros, PM – Picados e manchados, Q – Quebrados, R – Renda, RE – Rendimento.

Analisando o beneficiamento das cultivares IR 424 RI e a IR 431 CL, conforme a Tabela 6, observou-se que a diferença do beneficiamento ocorreu em função da etapa de descasque (cascas) e dos farelos gerados, uma vez que a cultivar IR 431 CL teve maior percentual de grãos quebrados, porém obteve também o melhor rendimento em grãos inteiros ao final do processo de beneficiamento.

Tabela 6 - Avaliação de grãos de arroz em função da cultivar

Cultivares	Quebrados	Rendimento
IR 424 RI	13,81 A	55,84 A
IR 431 CL	22,66 B	63,88 B

Médias seguidas pelas letras maiúsculas nas colunas diferem entre si a 1% de probabilidade entre cultivares.

Streck et al. (2018b) avaliaram o potencial genético de cultivares de arroz e identificaram diferença para a adaptabilidade, estabilidade e rendimento de produção.

Verificando a Tabela 7, observou-se que os níveis de adubação mais altos influenciaram nos resultados de grãos quebrados e grãos inteiros de arroz, ou seja, o aumento da dosagem de adubo nitrogenada no solo teve melhores resultados quanto à qualidade de grãos inteiros beneficiados, o que pode estar relacionado a formação dos grãos na planta, quanto as propriedades físicas, fazendo com que os grãos obtenha maior resistência e dureza ao dano mecânico causado no tegumento pelas etapas de beneficiamento. O mesmo foi constatado por Silva et al. (2013), que avaliaram o efeito das doses de nitrogênio sobre o rendimento dos grãos de arroz e observaram que a influência do aumento dos níveis de adubação foi positiva para o rendimento de grãos inteiros e negativa para a percentagem de grãos quebrados.

Tabela 7 - Avaliação de grãos de arroz em função dos níveis de adubação

Níveis de adubação	Quebrados	Rendimento
Testemunha	29,56 D	48,43 A
Baixo	20,35 C	58,01 B
Médio	17,86 BC	61,39 BC
Alto	13,63 AB	62,49 BC
Muito alto	9,79 A	68,97 C

Médias seguidas pelas letras maiúsculas nas colunas diferem entre si a 1% de probabilidade entre os níveis de adubação.

Na análise do processo de beneficiamento (Tabela 8), observou-se que os grãos integrais apresentaram alto percentual de grãos marinheiros (grãos com cascas), enquanto que, o beneficiamento via polimento destacou-se negativamente pelo alto percentual de grãos quebrados.

Tabela 8 - Avaliação de grãos de arroz em função do beneficiamento

Análises físicas	Beneficiamento (polido)	Beneficiamento (integral)
Amarelos	0,43 B	0,03 A
Ardidos	0,05 A	0,22 B
Gessados	0,23 A	0,45 B
Marinheiros	0,09 A	7,34 B
Picados e Manchados	0,10 A	0,45 B
Quebrados	24,12 B	12,36 A
Renda	74,79 A	81,41 B
Rendimento	50,66 A	69,05 B

Médias seguidas pelas letras maiúsculas nas linhas diferem entre si a 1% de probabilidade entre as formas de beneficiamento.

Estes resultados são aceitáveis em função da característica dos beneficiamentos, uma vez que, os grãos de arroz polidos passam por um processo de brunimento, onde entram em contato com superfícies abrasivas, buscando-se entre outras coisas, melhorar a aparência dos grãos, com a eliminação de uma camada superficial do grão conhecido como aleurona. Luz et al. (2005) estudaram o rendimento de um sistema de beneficiamento e concluíram que o processo para obtenção do arroz polido aumenta o percentual de grãos quebrados, independente das condições de pré-processamento do arroz em casca.

Para a avaliação de grãos ardidos, picados e manchados, quebrados e rendimento de grãos inteiros, a interação cultivar x beneficiamento foi significativa, enquanto que os níveis de adubação x beneficiamento foram significativos para as avaliações de grãos gessados, grãos quebrados e rendimento de grãos inteiros.

Avaliando-se os tipos de beneficiamentos e as cultivares (Tabela 9 e Figura 3), verificou-se que a cultivar IR 424 RI e os beneficiamentos de grãos integrais tiveram o maior percentual de grãos inteiros e menores percentuais de grãos quebrados. Não houve diferença significativa para grãos ardidos, manchados e picados no beneficiamento com polimento, apenas para o beneficiamento integral, quando o percentual de defeitos em grãos integrais foram maiores. Entre os tipos de beneficiamento, os defeitos de grãos ardidos, manchados e picados tiveram maior percentual em grãos integrais.

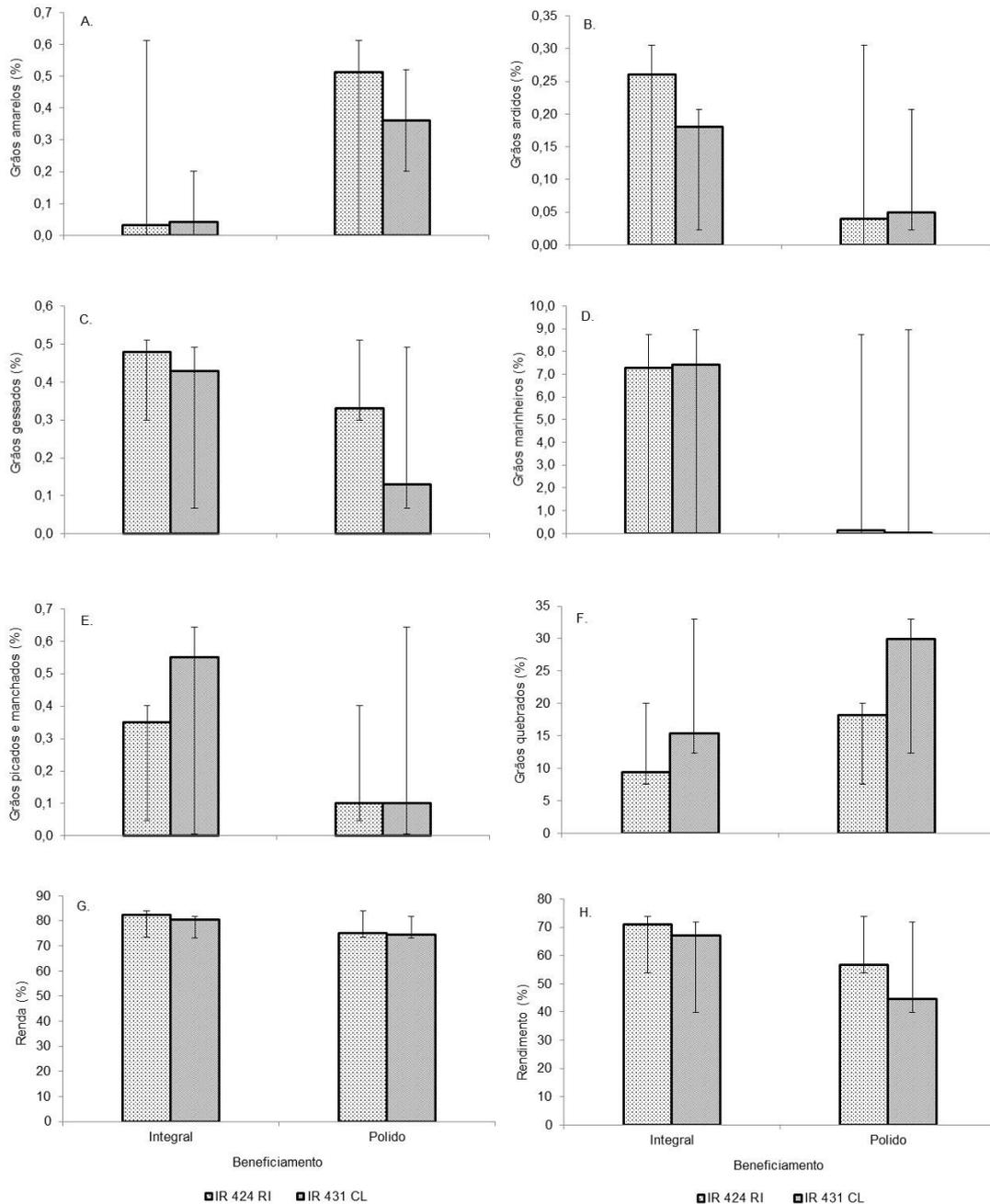
Tabela 9 - Avaliação de grãos de arroz em função da cultivar e do beneficiamento

	IR 431 CL	IR 424 RI
Ardidos		
Polido	0,05 Aa	0,04 Aa
Integral	0,18 Ab	0,26 Bb
Picados e Manchados		
Polido	0,10 Aa	0,10 Aa
Integral	0,55 Bb	0,35 Ab
Quebrados		
Polido	29,98 Bb	18,25 Ab
Integral	15,34 Ba	9,38 Aa
Rendimento		
Polido	44,54 Aa	56,79 Ba
Integral	67,14 Ab	70,97 Ab

Médias seguidas pelas letras maiúsculas nas linhas entre cultivares e minúsculas nas colunas entre as formas de beneficiamento diferem entre si a 5% de probabilidade.

A cultivar influencia no teor de proteína dos grãos, que por sua vez influencia no rendimento dos grãos, ou seja, os grãos de arroz apresentam uma matriz proteica que envolve cada um dos grânulos de amido, e um conjunto de pequenos grânulos formam grânulos de amido composto. Quanto maior for a deposição de amido nos grãos, maior será o número de grânulos compostos presentes, proporcionando maior superfície proteica, influenciando nas propriedades mecânicas do grão, pois as cultivares de arroz com alto conteúdo de proteína bruta são mais resistentes a abrasividade no beneficiamento e tendem a produzir maior rendimento de grãos inteiros (HOSENEY, 1991; SILVA et al., 2013).

Figura 3- Avaliação do beneficiamento de grãos de arroz em função das cultivares



Na Figura 3 verificou-se que arroz polido apresentou maiores índices de grãos amarelos e grãos quebrados, fato que pode ser justificado devido ao processo de brunimento dos grãos, enquanto que, o arroz integral teve maiores porcentagens de grãos ardidos, grãos gessados, grãos marinhos e grãos picados e manchados. Quanto as cultivares, a IR 424 RI obteve maiores percentuais de grãos amarelos,

ardidos e gessados, e na IR 431 CL observou-se maior percentual de grãos picados e manchados e grãos quebrados. O rendimento de grãos inteiros do arroz polido da cultivar IR 431 CL foi de 44,54% e da cultivar IR 424 RI foi de 56,80%, ficando abaixo do rendimento médio de 58%. Enquanto que, o rendimento médio do arroz integral beneficiado da cultivar IR 431 CL foi de 65,02% e da cultivar IR 424 RI foi de 73,08% recomendado para comercialização.

De acordo com os resultados observados na Tabela 10 e Figura 4, o aumento dos níveis de adubação nitrogenada reduziu o percentual de defeitos de grãos de arroz gessados e quebrados, aumentou o rendimento de grãos inteiros, independente do tipo de beneficiamento, enquanto que, entre os beneficiamentos verificaram-se menores percentuais de defeitos e maior percentual de grãos inteiros no beneficiamento integral.

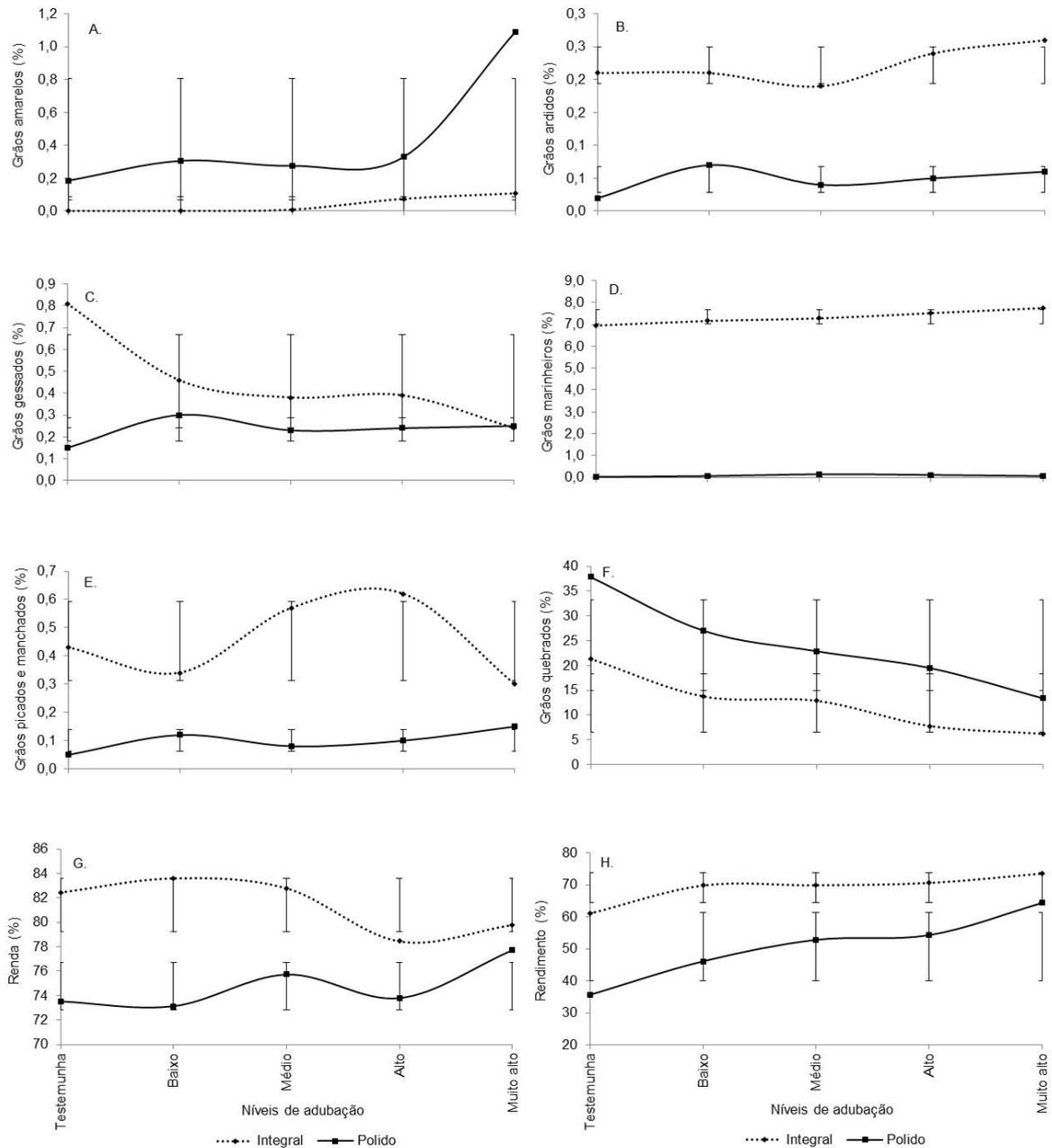
Tabela 10 - Avaliação de grãos de arroz em função dos níveis de adubação e do beneficiamento

	Testemunha	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Gessados					
Polido	0,15 Aa	0,30 Ba	0,23 Ba	0,24 Ba	0,25 Ba
Integral	0,81 Bb	0,46 ABb	0,38 ABb	0,39 ABb	0,24 Aa
Quebrados					
Polido	37,86 Cb	27,00 Bb	22,87 Bb	19,49 ABb	13,37 Ab
Integral	21,26 Ba	13,70 ABa	12,85 ABa	7,78 Aa	6,20 Aa
Rendimento					
Polido	35,67 Aa	46,14 ABa	52,85 Ba	54,31 BCa	64,36 Ca
Integral	61,19 Ab	69,89 ABb	69,93 ABb	70,67 ABb	73,59 Bb

Médias seguidas pelas letras maiúsculas nas linhas entre os níveis de adubação e minúsculas nas colunas entre as formas de beneficiamento diferem entre si a 5% de probabilidade.

O gessamento do grão de arroz tem sido um problema constante com algumas cultivares, ele pode ser causado por danos na colheita, deficiência hídrica, carência ou desequilíbrio nutricional, frio e características genéticas do cultivar e/ou manejo inadequado (CASTRO et al.,1999). No entanto, sugere-se que os maiores alterações para formação de grãos gessados ocorrem pela movimentação de água no interior do grão em função da aplicação de temperaturas elevadas no ar de secagem, promovendo alterações e desorganização da constituição física química dos grãos, refletindo nas operações de beneficiamento e na qualidade final dos grãos polidos.

Figura 4 - Avaliação do beneficiamento de grãos de arroz em função dos níveis de adubação



Estudos realizados com doses de adubação nitrogenada verificaram aumento da produtividade dos grãos e conseqüentemente do rendimento de grãos inteiros (LOPES et al., 2013; SILVA et al., 2013; CARDOSO et al., 2015). Por outro lado, Freitas et al. (2010) observaram que o aumento das doses de nitrogênio provocaram maiores problemas com contaminação por fungos nas panículas e incidência do patógeno nas sementes, em condições de campo, causando aumento do percentual de defeitos nos grãos pós-colheita. O nitrogênio é constituinte de compostos de

aminoácidos que são transformados em proteínas nos grãos. Com a elevação da adubação nitrogenada, Mingotte, Hanashiro e Fornasier, (2012) e Cardoso et al. (2015) observaram um incremento do teor protéico nos grãos. Os resultados obtidos na Tabela 11 indicam que o nível de adubação mais elevado para a cultivar IR 424 RI obtiveram os melhores resultados de rendimento.

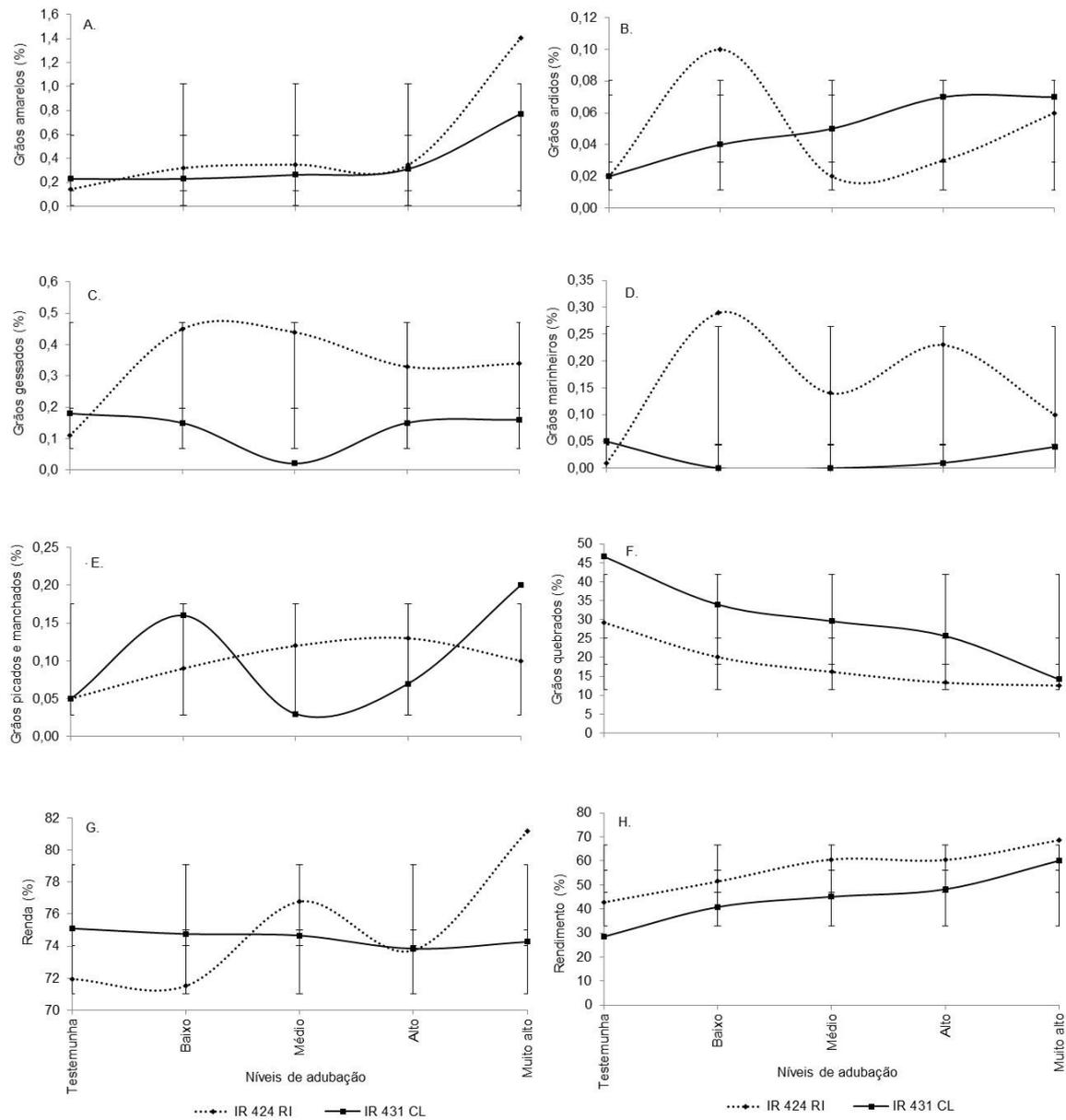
Tabela 11 - Avaliação de grãos de arroz em função dos níveis de adubação e cultivares

	Testemunha	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Quebrados					
IR 431 CL	23,77 Bb	23,62 Bb	23,77 Bb	17,18 Bb	10,65 Aa
IR 424 RI	11,96 Aa	15,08 Aa	11,96 Aa	10,08 Aa	8,92 Aa
Renda					
IR 431 CL	78,84 Aa	79,17 Aa	78,64 Aa	73,45 Aa	77,13 Aa
IR 424 RI	77,14 Aa	77,57 Aa	79,87 Aa	78,79 Ba	80,40 Aa
Rendimento					
IR 431 CL	42,74 Aa	53,54 Aa	60,16 Aa	56,27 Aa	66,48 Aa
IR 424 RI	54,12 Bb	62,49 Bb	62,62 Aa	68,71 Bb	71,47 Ab

Médias seguidas pelas letras maiúsculas nas linhas entre os níveis de adubação e minúsculas nas colunas entre as cultivares diferem entre si a 5% de probabilidade.

Na Figura 5, são apresentados os percentuais de grãos quebrados, renda e rendimento no beneficiamento por polimento, obtido em função do nível de adubação e da cultivar de arroz. Para o beneficiamento polido a cultivar IR 424 RI destacou-se negativamente em comparação com a cultivar IR 431 CL, com mais grãos amarelos, ardidos, gessados, marinheiros e quebrados. Contudo, a cultivar IR 424 RI apresentou resultados satisfatórios de renda e rendimento, onde o rendimento do arroz polido para a cultivar IR 424 RI foi 12,22% maior que o rendimento da cultivar IR 431 CL. A diferença entre cultivares também foi verificada por Teló et al. (2011), que avaliaram os efeitos da umidade de colheita, da aplicação de fungicida e da cultivares de arroz no percentual de grãos quebrados. Quanto aos níveis de adubação, os grãos que não receberam adubação (testemunha) tiveram menores percentuais de grãos ardidos, gessados, marinheiros, picados e manchado e maior percentual de grãos quebrados.

Figura 5 - Avaliação do beneficiamento polido de grãos de arroz em função das cultivares e dos níveis de adubação



Nos resultados obtidos (Tabela 12), observou-se que a cultivar IR 424 RI teve melhor desempenho qualitativos dos grãos nas doses mais altas de nitrogênio ( $150 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e no beneficiamento integral.

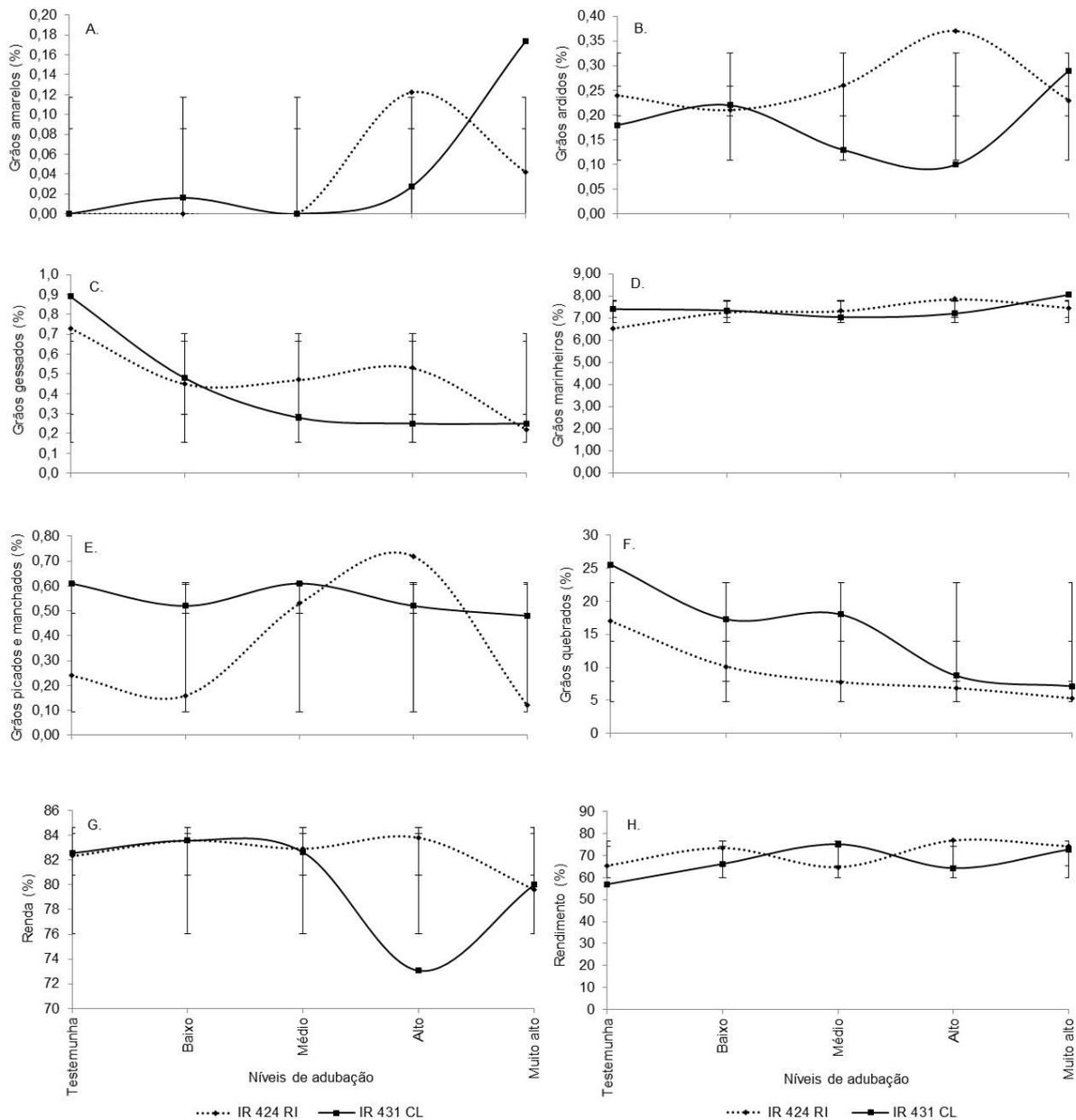
Tabela 12 - Avaliação de grãos de arroz em função dos níveis de adubação, cultivares e beneficiamento

Níveis de adubação	Análises Físicas	Beneficiamento (polido)		Beneficiamento (integral)	
		IR 424 RI	IR 431 CL	IR 424 RI	IR 431 CL
Testemunha		0,01 Aa	0,05 Aa	6,51 Aa	7,40 Aa
Baixo	Marinheiros	0,29 Ca	0,00 Ab	7,25 Aba	7,34 Aa
Médio		0,14 ABa	0,00 Ab	7,31 Aba	7,04 Aa
Alto		0,23 Cb	0,01 Aa	7,46 Aba	8,05 Aa
Muito alto		0,10 ABb	0,04 Aa	7,86 Aa	7,20 Aa
Testemunha		0,05 Aa	0,05 Aa	0,24 ABa	0,61 Ab
Baixo	Picados e Manchados	0,09 Aa	0,16 Cb	0,16 Aa	0,52 Ab
Médio		0,12 Bb	0,03 Aa	0,53 ABa	0,61 Ab
Alto		0,13 Bb	0,07Ba	0,72 Bb	0,52 Aa
Muito alto		0,10 Ba	0,20 Cb	0,12 Aa	0,48 Ab
Testemunha		29,08 Ba	46,63 Cb	16,96 Aa	25,55 Bb
Baixo	Quebrados	20,05 ABa	33,95 BCb	10,11 Aa	17,29 ABb
Médio		16,19 ABa	29,56 Bb	7,73 Aa	17,98 ABb
Alto		13,34 Aa	25,63 ABb	6,82 Aa	8,73 Aa
Muito alto		12,58 Aa	14,16 Aa	5,26 Aa	7,15 Aa
Testemunha		71,96 Aa	75,10 Aa	82,33 Aa	82,57 Aba
Baixo	Renda	71,53 Aa	74,76 Aa	83,61 Aa	83,57 Ba
Médio		76,80 Aa	74,66 Aa	82,94 Aa	82,63 ABa
Alto		73,76 Aa	73,84 Aa	83,83 Ab	73,06 Aa
Muito alto		81,20 Ab	74,27 Aa	79,59 Aa	79,99 ABa
Testemunha		42,87 Ab	28,47 Aa	65,36 Ab	57,01 Aa
Baixo	Rendimento	51,47 ABb	40,81 Aba	73,50 Ab	66,27 ABa
Médio		60,41 BCb	48,21 BCa	64,64 Aa	75,21 Bb
Alto		60,61 BCb	45,10 BCa	74,33 Aa	72,84 Ba
Muito alto		68,61 Cb	60,11 Ca	77,00 Ab	64,33 ABa

Médias seguidas pelas letras maiúsculas nas colunas entre os níveis de adubação e minúsculas nas linhas entre as cultivares para cada forma de beneficiamento diferem entre si a 5% de probabilidade.

Para o beneficiamento integral, na Figura 6, observou-se que os maiores teores de adubação resultaram em menor número de grãos gessados e grãos quebrados. A cultivar IR 424 RI teve maior percentual de grãos gessados e marinheiros, porém, obteve maior rendimento de grãos inteiros. A cultivar IR 431 CL, destacou-se negativamente por alcançar maior percentual de grãos amarelos, picados e manchados e quebrados.

Figura 6 - Avaliação do beneficiamento integral de grãos de arroz em função das cultivares e dos níveis de adubação



Na Tabela 13, observou-se que a qualidade do arroz na classificação física final após beneficiamento, foi enquadrada entre os Tipos 2 a 5. Embora a renda e rendimento dos grãos tenham sido superiores ao mínimo exigido para comercialização, o alto índice de grãos com defeitos de ardidos, picados e manchados e marinheiros, não atenderam as exigências estabelecidas nas normas do MAPA de classificação física e comercialização (BRASIL, 2019).

Tabela 13 - Classificação física de grãos de arroz de diferentes cultivares (IR 431 CL e IR 424 RI) e tipos de beneficiamento (polido e integral)

Níveis de adubação	Beneficiamento (polido)		Beneficiamento (integral)	
	IR 431 CL	IR 424 RI	IR 431 CL	IR 424 RI
Testemunha	Ap	Tipo 4	Ap	Tipo 5
Baixo	Tipo 4	Tipo 3	Tipo 5	Tipo 4
Médio	Tipo 4	Tipo 3	Tipo 5	Ap
Alto	Tipo 4	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 3
Muito Alto	Tipo 2	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 5

\*Ap - Abaixo do padrão de comercialização.

Houve um alto percentual de grãos marinheiros, no entanto, não foram considerados na classificação física do arroz integral, uma vez que, esse defeito depende do sistema de beneficiamento, não é uma característica do grão, por isto, na indústria beneficiadora, os grãos marinheiros (com casca) são removidos nas mesas densimétricas pela diferença de massa específica aparente e destinados ao reprocessamento até obterem os padrões adequados de descasques.

Os resultados favoráveis de rendimento de grãos inteiros e qualidade dos grãos de arroz refletiram-se positivamente em maiores lucros, conforme a análise econômica simplificada apresentada na Tabela 14.

Tabela 14 - Análise econômica simplificada da produção pós-colheita do arroz beneficiado

	Níveis de adubação (kg ha <sup>-1</sup> )	Custo (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Rendimento (%)	Total (R\$)	Lucro (R\$)
IR 424 RI - Polido	Testemunha	0	42,87	2873,221	2873,221
	Baixo	117,88	51,47	3449,607	3331,727
	Médio	152,47	60,61	4062,186	3909,716
	Alto	187,06	60,41	4048,782	3861,722
	Muito Alto	221,65	68,61	4598,360	4376,710
IR 424 RI - Integral	Testemunha	0	65,36	4380,539	4380,539
	Baixo	117,88	73,50	4926,096	4808,216
	Médio	152,47	64,64	4332,283	4179,813
	Alto	187,06	77,00	5160,672	4973,612
	Muito Alto	221,65	74,33	4981,724	4760,074
IR 431 CL - Polido	Testemunha	0	28,47	1908,108	1908,108
	Baixo	117,88	40,81	2735,156	2617,276
	Médio	152,47	45,10	3022,679	2870,209
	Alto	187,06	48,21	3231,117	3044,057
	Muito Alto	221,65	60,11	4028,675	3807,025
IR 431 CL - Integral	Testemunha	0	57,01	3820,908	3820,908
	Baixo	117,88	66,27	4441,529	4323,649
	Médio	152,47	75,21	5040,703	4888,233
	Alto	187,06	64,33	4311,507	4124,447
	Muito Alto	221,65	72,84	4881,861	4660,211

No arroz beneficiado polido de ambas as cultivares, foi verificado o maior custo de produção e o maior lucro no nível de adubação de 150 Kg ha<sup>-1</sup>, “Muito Alto”. De acordo com a Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (2018), o uso de cultivares de alto potencial produtivo, com condições ambientais favoráveis, proporcionam uma resposta muito alta à adubação. Nesses casos, as doses dos fertilizantes podem ser incrementadas, pois apresentam bons retornos econômicos. Para o arroz beneficiado integral da cultivar IR 424 RI, o maior lucro foi obtido com o nível de adubação “Alto” e para a cultivar IR 431 CL, o nível “Médio” de adubação foi satisfatório para alcançar o melhor resultado econômico.

## **5 Conclusões**

Nas condições em que esse experimento foi realizado, a cultivar IR 424 RI teve maior percentual de defeitos, em grãos amarelos, ardidos e gessados, e na cultivar IR 431 CL o maior percentual de grãos quebrados, picados e manchados o que influenciou na tipificação física de qualidade do arroz beneficiado.

O manejo do sistema de produção, com níveis de adubação “Alto” para a cultivar IR 424 RI, alcançaram-se os melhores resultados técnico-econômica quanto aos rendimentos de grãos inteiros integrais, e níveis de adubação “Muito Alto”, independente da cultivar, para o beneficiamento de grãos polidos.

## **6 Considerações Finais**

Propõe-se avançar no desenvolvimento deste trabalho, realizando avaliações de proteína bruta, abrasividade, dureza nos grãos para correlacionar e comprovar os resultados obtidos de rendimento de grãos inteiros, para as cultivares, níveis mais elevados de adubação nitrogenada e formas de beneficiamento integral e polido.

## 7 Referências Bibliográficas

AGUIAR, R. W. S. et al. Efeito do dióxido do carbono, temperatura e armazenamento sobre sementes de soja e micoflora associada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 554-560, 2012.

ALENCAR, E. R. et al. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 5, p. 606–613, 2009.

ARAÚJO, W. M. C. et al. **Alquimia dos alimentos**. São Paulo: SENAC, 2007. 557p.

BIHAIN, A. L. J. **Modelagem matemática da influência da umidade do ar, sobre a dinâmica de secagem de grãos de soja em camada fina**. 2011. 138f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) - Universidade Regional do Noroeste do estado do RS, Ijuí, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 6 de 16 de fevereiro de 2009. **Regulamento Técnico do Arroz**. Brasília, DF, 11 fev. 2019. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1687046295>>. Acesso em: 11 fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Proteção de Cultivares no Brasil**. Brasília, 2011. p. 206.

BUENO, L. G. et al. Adaptabilidade e estabilidade de acessos de uma coleção nuclear de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 2, p. 216-226, 2012.

CAMPELLO JUNIOR, J.O. **Avaliação da capacidade de extração de água do solo pelo arroz de sequeiro (Oryza sativa L.) sob diferentes doses de nitrogênio**. 1985. 127p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; MARCHEZAN, E. Efeito de práticas de manejo sobre o rendimento de grãos e a qualidade industrial dos grãos em arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 375-379, 1997.

CAPURRO, M. C. et al. **Efecto del momento de retiro del agua y cosecha en las variedades Parao y El Paso 144**. In: INIA, Treinta y Tres. Arroz - Resultados Experimentales 2011-12. Montevideo, Cap. 2, p. 11-24. 2012.

CARDOSO, E. A. et al. Fertilização Nitrogenada na absorção de nutrientes e rendimento de grãos em arroz irrigado. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas, v. 1, n. 1, p. 39-49, 2015.

CASTRO, M. A. et al. **Qualidade de grãos de arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30 p. Disponível em:

<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/208032>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

CAVALLERI, A.; MENDONÇA JR, M. S.; RODRIGUES, E. N. L. Thrips species (Thysanoptera, Terebrantia) inhabiting irrigated rice and surrounding habitats in Cachoeirinha, state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 54, n. 3, p. 501-504, 2010.

CONAB. Campanha Nacional de Abastecimento. **Levantamento de safras**. v. 6, n. 5 Disponível em <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 25 Jan. 2019.

CORADI, P. C.; SOUZA, A. E. M. de; BORGES, M. C. R. Z. Yield and acidity indices of sunflower and soybean oils in function of grain drying and storage. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 39, n. 2, p. 255-266, 2017.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000.

ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M.; SCHIAVON, R. A. **Qualidade de Arroz na Pós-Colheita: Ciência, Tecnologia e Normas**. 1. ed. Pelotas: Santa Cruz, 2012. v.1. 906p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 3ª ed. 2013. 353 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivar**, Brasília. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fojvokoc02wyiv80bhgp5povqj3b.html>>. Acesso em: 26 mar. 2019.

FAGERIA, N. K.; SLATON, N. A.; BALIGAR, V. C. Nutrient management for improving low land rice productivity and sustainability. **Advances in Agronomy**, v. 80, n. 1, p. 63-152, 2003.

FERREIRA, P. A. A. Efficient nitrogen-fixing Rhizobium strains isolated from amazonian soils are highly tolerant to acidity and aluminium. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 28, n. 5, p. 1947-1959, 2012.

FREITAS, J. G. et al. Adubação nitrogenada e incidência de brusone em arroz de sequeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 173-179, 2010

GOMES, T. R. et al. Efeito da inclusão de farelo de arroz integral em rações para leitões de 21 a 42 dias de idade. **Archivos de zootecnia**, Córdoba, v. 61, n. 233, p. 130, 2012.

HERNANDES, A. et al. Doses, fontes e época de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 307-312, 2010.

HOSENEY, R.C. **Principios de ciencia y tecnologia de los cereals**. Zaragoza: Acribia, 1991. 321 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em <<http://sidra.ibge.gov.br/home/lspa>>. Acesso em: 13 fev. 2019.

IRGA. Instituto Rio Gransense do Arroz. **Custo de Produção Médio Ponderado Arroz Irrigado Rio Grande do Sul**.2018. Disponível em: <<http://stirga2018-admin.hml.rs.gov.br/upload/arquivos/201805/18160831-custo-1-20180115091236custo-2017-18.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2019.

LONDERO, G. P. et al. Qualidade industrial de grãos de arroz decorrente da supressão da irrigação e umidade de colheita. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 3, p. 587-601, 2015.

LOPES, R. A. et al. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em arroz de terras altas cultivado em sistema de semeadura direta. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 79-87, 2013.

LUZ, C. A. S. et al. Relações granulométricas no processo de brunimento de arroz. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 214-221, 2005

MARCHESAN, E. et al. Agronomic performance of rice to the use of urease inhibitor in two cropping systems. **Revista Ciência e Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 594-603, 2013.

MARCHEZAN, E.; GODOY, O. P.; FILHO, J. M. Relações entre época de semeadura, de colheita e rendimento de grãos inteiros de cultivares de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 7, p. 843-848, 1993.

MARUMOTO, T. Microbial nitrogen fixation and its availability to rice plants as revealed with the use of <sup>15</sup>N in Japan. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Yatabe, v. 20, n. 2, p. 108-114, 1986.

MENEZES, N. L. et al. Temperaturas de secagem na integridade física, qualidade fisiológica e composição química de sementes de arroz. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 430-436, 2012.

MINGOTTE, F. L. C.; HANASHIRO, R. K.; FORNASIERIFILHO, D. Características físico-químicas do grão de cultivares de arroz em função da adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 2605-2618, 2012.

MOURA NETO, F. P. et al. Contribuição da pesquisa de melhoramento genético para elevação da produtividade da lavoura arrozeira do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2011, Balneário

Camboriú/SC. **Anais: Racionalizando recursos e ampliando oportunidades**. Itajaí: Epagri, 2011. v. 1. p. 248-251.

PARK, C. E. et al. Changes in physicochemical characteristics of rice during storage at different temperatures. **Journal of Stored Products Research**, v. 48, p. 25-29, 2012.

PORTELLA, J. A.; EICHELBERGER, L. **Secagem de grãos**. Passo Fundo: Embrapa, 2001. 192 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/820442>>. Acesso em: 21 fev. 2019.

QUIRINO, J. R. et al. Resfriamento artificial na conservação da qualidade comercial de grãos de milho armazenados. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 4, p. 378-386, 2013.

REGITANO NETO, A. et al. Comportamento de genótipos de arroz de terras altas no estado de São Paulo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3 p. 512-519, 2013.

SILVA, L. P. da et al., Adubação nitrogenada sobre rendimento industrial e composição dos grãos de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 6, p. 1128-1133, 2013.

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. 2018. 205 p.

SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. In: XXXI REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, Bento Gonçalves. 2016. 199 p.

STRECK, E. A. **Contribuição Genética do Melhoramento de Arroz Irrigado de Terras Baixas para o Rio Grande do Sul**. 2017. 148 f. Tese (Doutorado em Ciência) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

STRECK, E. A. et al. Adaptability and stability of flood-irrigated rice cultivars released to the subtropical region of Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 53, n. 10, p. 1140-1149, 2018. (b)

STRECK, E. A. et al. Genetic progress of grain quality of flooded-irrigated rice cultivars in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 53, n. 4, p. 453-463, 2018. (a)

TELÓ, G. M. et al. Qualidade de grãos de arroz irrigado colhidos com diferentes graus de umidade em função da aplicação de fungicida. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 960-966, 2011.

VIEIRA, N. R. A.; CARVALHO, J. L. V. Qualidade Tecnológica. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. cap. 21, p. 582-604.

ZIEGLER, V. et al. Efeitos da temperatura de armazenamento de grãos de arroz integral de pericarpo pardo, preto e vermelho sobre as propriedades físico-químicas e de pasta. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, e2016051, 2017.