

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

**EFEITO DA TEMPERATURA DO AR E DA MASSA DE  
GRÃOS NA SEGAGEM DE ARROZ IRRIGADO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**André Guilherme Ebling Trivisiol**

**Itaqui, RS, Brasil  
2015**

**André Guilherme Ebling Trivisiol**

**EFEITO DA TEMPERATURA DO AR E DA MASSA DE GRÃOS NA  
SEGAGEM DE ARROZ IRRIGADO**

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 **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Prof. Dr. Leomar Hackbart da Silva

**Itaqui, RS, Brasil  
2015**

T841e Trivisiol, André Guilherme Ebling  
EFEITO DA TEMPERATURA DO AR E DA MASSA DE GRÃOS NA  
SECAGEM DE ARROZ IRRIGADO / André Guilherme Ebling Trivisiol.  
37 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal  
do Pampa, AGRONOMIA, 2015.

"Orientação: Leomar Hackbart da Silva".

1. Secagem. 2. Beneficiamento. 3. Qualidade de grãos. 4.  
Rendimento de grãos inteiros. I. Título.

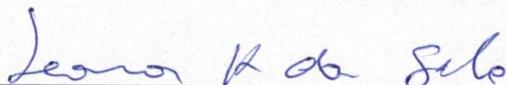
**ANDRÉ GUILHERME EBLING TRIVISOL**

**EFEITO DA TEMPERATURA DO AR E DA MASSA DE GRÃOS NA  
SEGAGEM DE ARROZ IRRIGADO**

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 **Engenheiro Agrônomo**.

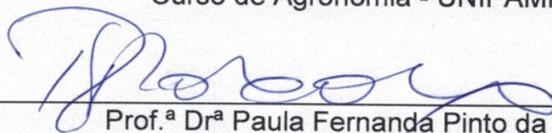
Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 11 de Dezembro de 2015.

Banca examinadora:



---

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



---

Prof.ª Dr.ª Paula Fernanda Pinto da Costa  
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

---

Prof.ª Dr.ª Elizete Beatriz Radmann  
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Adelque Iraja Trivisiol e Gelci Margarida Ebling Trivisiol, maiores incentivadores e fontes inesgotáveis de apoio, amor e compreensão que possibilitaram a realização deste sonho, ao meu irmão Gustavo Henrique Ebling Trivisiol pelo apoio e sugestões nas horas difíceis.

Dedico a minha filha Isabella pela inspiração para alcançar os objetivos e a todos que de alguma forma contribuíram para minha formação profissional.

## **AGRADECIMENTO**

Ao professor Dr. Leomar Hackbart da Silva pela orientação e pelo apoio durante o desenvolvimento do trabalho.

Aos demais professores, minha gratidão a todos que estão contribuindo nesta longa jornada para minha formação profissional.

Aos amigos no auxílio para realização deste trabalho e ao apoio.

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

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## EPÍGRAFE

As grandes ideias surgem da observação  
dos pequenos detalhes.

Augusto Cury

## RESUMO

### EFEITO DA TEMPERATURA DO AR E DA MASSA DE GRÃOS NA SECAGEM DE ARROZ IRRIGADO

Autor: André Guilherme Ebling Trivisiol

Orientador: Leomar Hackbart da Silva

Local e data: Itaqui, 11 de Dezembro de 2015.

A secagem de grãos é uma das etapas do pré-processamento dos produtos agrícolas que tem por finalidade retirar parte da água neles contida, secagem é um dos fatores mais importantes para ter uma boa qualidade de grãos no beneficiamento são a umidade e a temperatura dos mesmos. O presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da temperatura do ar e da massa de grão na secagem estacionária e do período de armazenagem no desempenho industrial do arroz. Foram utilizados grãos de arroz (*Oryza sativa L.*) da classe longo fino, cultivar IRGA 424. Os grãos de arroz foram produzidos em propriedade situada no município de Itaqui na região da Fronteira Oeste do RS, safra 2014/2015, colhidos com auxílio de colhedora automotriz com o teor de umidade aproximado de 18%. Foi utilizado secador de amostras do tipo de gavetas, onde os grãos foram submetidos à secagem pelo método de secagem estacionária. Nestas secagens foram utilizadas temperaturas da massa de grãos de 30°C, 34°C, 38°C, 42°C e 46°C, assim obtendo a umidade dos grãos desejada de 11,5%, umidade adequada comercialmente para o beneficiamento do produto e obter melhor rendimento de grãos inteiros. Para o processo de rendimento de grãos foi utilizado engenho de provas, sendo analisado em três repetições de 100g por temperatura estudada. Avaliou-se o percentual de grãos inteiros e quebrados. Os resultados demonstram que a secagem na faixa de 30°C teve período de secagem de 18 horas tendo apresentado o período mais longo que as demais temperaturas e elevado o custo de secagem em torno de R\$1.974,24, sendo assim o custo de 157% mais que a secagem na temperatura de 38°C. A temperatura 46°C teve o período de secagem mais curto, que as demais, de apenas 4 horas e apresentou a média do rendimento de grãos inteiros inferiores, em torno de 60,64%, sendo assim o rendimento de grãos inteiros de 4,7% menor que a

temperatura de 38°C. A temperatura 38°C foi que apresentou período de secagem de 7 horas com gastos de secagem dos grãos de R\$767,76 e com média do rendimento de grãos em torno de 63,65% de grãos inteiros, que para o beneficiamento apresentaram ótimos resultados de rendimento para a indústria.

Palavras-chave: *Oryza sativa L.*, secagem, beneficiamento, qualidade de grãos, rendimento de grãos inteiros.

## **ABSTRACT**

### **EFFECT OF AIR TEMPERATURE AND MASS IN GRAIN RICE DRYING IRRIGATED**

Author: André Guilherme Ebling Trivisiol

Advisor: Leomar Hackbart da Silva

Data: Itaqui, December 11, 2015.

The drying grain is one of the stages of pre-processing of agricultural products is intended to remove part of the water contained in them, so it is one of the most important factors to have a good quality beans in processing are humidity and temperature thereof . This study aim to evaluate the effect of air temperature and grain mass on the stationary drying and storage period for rice industrial performance. Rice grains were used (*Oryza sativa* L.) of fine long class, IRGA 424, which were produced in property located in the municipality of Itaqui in the West Frontier region of RS, 2014/2015 crop, harvested with the help of combine harvester with the approximate moisture content of 18%. It was used dryer type drawers samples, where the beans were dried by stationary drying method. In these drying temperatures were utilized grain mass 30°C, 34°C, 38°C, 42°C and 46°C, thus obtaining the desired grain moisture of 11.5%, commercially adequate moisture for the beneficiation product and get better yield of whole grains. To the process of grain yield was used ingenuity of evidence being analyzed three repetitions of 100g per studied temperature, being evaluated the percentage of whole and broken grains. The results show that drying using the 30°C range was 18 hours drying period and submitted longer than the other and elevated temperatures the drying cost around US \$ 1,974.24, thus the cost 157% more than drying at 38°C, the temperature of 46°C had a shorter drying time than the others of 4 hours and showed the average yield of less than whole grains, around 60,64%, therefore the whole grain yield by 4.7% lower than 38°C. Regarding the temperature was 38°C showed that drying time of 7 hours with drying spent grain from R \$ 767.76 and the average grain yield around 63,65% of whole grains, which for the processing presents great yield results for the industry.

Keywords: *Oryza sativa* L., drying, processing, grain quality, yield of whole grains.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perda de umidade no período de secagem relativo às temperaturas empregadas na secagem dos grãos .....	25
Figura 2 - Umidade dos grãos removida em pontos percentuais por hora de secagem, perda de umidade em relação das temperaturas utilizadas.....	26
Figura 3 - Comparação dos valores obtidos nas análises de rendimento de grãos inteiros em relação ao período de armazenamento.....	30
Figura 4 - Comparação dos valores obtidos nas análises de rendimento de grãos quebrados em relação ao período de armazenamento.....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Equação de linha de tendência e coeficiente de regressão ( $R^2$ ) das curvas de secagem das amostras de arroz em diferentes temperaturas .....	25
Tabela 2 - Equação de linha de tendência e coeficiente de regressão ( $R^2$ ) das curvas de secagem das amostras de arroz em diferentes temperaturas .....	27
Tabela 3 - Relação de temperatura no rendimento de grãos inteiros .....	29
Tabela 4 - Relação de temperatura no rendimento de grãos quebrados .....	29
Tabela 5 - Comparação do preço do produto (R\$/t) pelo rendimento em grãos inteiros (%) com o custo horário para secagem dos grãos nas diferentes temperaturas empregadas .....	31
Tabela 6 - Comparação do rendimento nas temperaturas em dias após secagem ...	36
Tabela 7 - Relação de dias em grãos inteiros.....	37
Tabela 8 - Relação de dias em grãos quebrados.....	37

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	16
2.1 Arroz Irrigado .....	16
2.2 Secagem do arroz irrigado .....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Material .....	19
3.2 Secagem estacionária dos grãos de arroz .....	19
3.3 Avaliação da qualidade industrial do arroz .....	20
3.3.1 Determinação do teor de umidade dos grãos .....	20
3.3.2 Rendimento industrial do arroz.....	20
3.3.3 Avaliação rendimento durante o armazenamento dos grãos .....	20
3.4 Análise do consumo de combustível e de energia .....	21
3.5 Análise estatística .....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
4.1 Efeito das condições de secagem no rendimento do arroz .....	24
4.2 Rendimentos Industriais do arroz.....	27
4.3 Avaliação do consumo e eficiência na secagem .....	31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS.....	33
ANEXOS .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil com uma produção nacional de arroz (*Oryza sativa L.*) por volta de doze milhões de toneladas por safra, é um dos dez maiores produtores mundiais e o maior da América do Sul, sendo que, na região Sul concentra-se mais de 78,7% da produção nacional (IBGE, 2015). Assim, mais de 73% da produção proveniente de arroz irrigados. O Estado do Rio Grande do Sul contribui com 68,5% desse total, ocupando uma área aproximada de 1.120.411 hectares (IRGA, 2015).

O arroz é um produto sazonal e de consumo constante, a conservação e armazenagem do produto torna-se indispensável (NESS, 1998).

Os aspectos ligados à qualidade dos grãos de arroz são mais amplos e complexos que aqueles considerados em outros cereais. O arroz é consumido principalmente na forma de grãos inteiros, assim descascados e polidos.

Levando-se em conta a importância da cultura do arroz em âmbito nacional, é fundamental que o produtor rural possa utilizar tecnologias que lhe permitam ter ganho na cadeia produtiva e agregar valores ao produto final no mercado. A colheita do arroz irrigado deve ser realizada quando os grãos apresentam teor de água entre 19% e 24% de umidade, para assegurar maior quantidade e melhor qualidade do produto, particularmente o rendimento de grãos inteiros (VILLELA e PESKE, 1998). Devido à alta umidade do grão no momento da colheita, o arroz deve sofrer secagem o mais rápido possível (VALLE, 1978). Para reduzir, em escala comercial a umidade do arroz, utiliza-se secagem artificial, dispondo-se para tal finalidade, de vários tipos de secadores (PESKE e AGUIRRE, 1986).

Para secagem do arroz em casca são utilizados secadores estacionários, secadores intermitentes, secadores contínuos. Ambos os secadores apresentam a necessidade de instalações com grande capacidade de secagem, o que gera um alto custo na operação de secagem.

É importante uma adequada sincronia entre o fluxo de colheita e a capacidade operacional de secagem, para minimizar as perdas quantitativas e qualitativas na lavoura. No início da colheita do arroz, quando o grão apresenta alta umidade, é necessário adequar o processo de secagem, para que o arroz colhido não sofra perda de qualidade, pelo retardamento até a secagem. Para a adequada operacionalidade desse fluxo, há necessidade que a estrutura de secagem seja bem

dimensionada, tendo em vista, o alto investimento das instalações de secagem e a sua baixa taxa de utilização durante o ano, não chegando há trabalhar mais que três meses por ano. O fluxo de ar é um dos fatores responsáveis pelo aumento da velocidade de secagem, juntamente com o tempo de exposição do arroz ao ar aquecido, teor de água no grão e temperatura do ar de secagem (LIMA, 2002).

### **Objetivo Geral**

Avaliar o efeito da temperatura do ar e da massa de grão na secagem estacionária e do período de armazenagem no desempenho industrial do arroz.

### **Objetivo Especifico**

Avaliar o efeito da temperatura do ar utilizado para secagem dos grãos de arroz irrigado.

Determinar o efeito da temperatura da massa de grãos da secagem no rendimento de grãos.

Avaliar o período de armazenamento no rendimento industrial dos grãos de arroz irrigado.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Arroz Irrigado

O Arroz (*Oryza sativa L.*) teve origem no sudoeste da Ásia, sendo as regiões de Bengala, Assam e Mianmar, na Índia, referidas como centros de origem dessa espécie. Da tripo *Oryzae*, o mais importante é o gênero *Oryza* que engloba cerca de 23 espécies. *Oryza sativa L.* é considerada polifilética, resultante do cruzamento espontâneo de formas variadas (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2004).

O arroz foi provavelmente, o primeiro alimento e a primeira planta cultivada na Ásia, sendo posteriormente introduzido na Europa, na África e nas Américas. O Brasil é apontado como o primeiro país do continente americano a cultivar este cereal, iniciado pelos índios tupis. Entretanto, a prática da orizicultura no Brasil, de forma racional e organizada, aconteceu em meados do século XVIII (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2004).

O arroz é o alimento básico para 17 países da Ásia e do Pacífico, 8 da África, 7 da América Latina e do Caribe e 1 do Oriente Médio, fornecendo 27% da dieta calórica do mundo e 20% da proteína. Além disso, estima-se que mais de um bilhão de lares na Ásia, na África, na América Latina e no Caribe dependem da atividade arrozeira como fonte alimentar, de emprego e renda (FAO, 2004).

Os constituintes do arroz são: água, amido, lipídios, proteína, fibras, sais minerais e vitaminas (SCHIRMER, 2003). Sua composição química é vantajosa sob vários aspectos, conferindo a este cereal uma enorme versatilidade para desenvolvimento de produtos alimentícios. O arroz e seus produtos derivados além de suprir o organismo com nutrientes e calorias, apresentam bons benefícios à saúde (MACEDO, 2003).

O Brasil registra grandes avanços na colheita do arroz com o aumento da área plantada e também da produtividade do grão. Entre as regiões do Brasil, o Rio Grande do Sul se destaca, contribuindo com cerca de 52% de toda a produção nacional deste cereal, ou 24% do total produzido na América Latina, o que corresponde a 1% de toda a Produção mundial (CONAB, 2015).

O Rio Grande do Sul tem uma agricultura diversificada devido aos tipos de solos, relevo e clima. A lavoura de arroz irrigado na metade sul do estado é a que

apresenta maior expressão econômica representado por área em torno de 1.112.046ha cultivados anualmente (IRGA, 2015).

## **2.2 Secagem do arroz irrigado**

Existem diversas formas de secagem do arroz irrigado, mas as mais usuais a natural e as artificiais sendo em silos aerados e em secadores mecânicos (GROFF, 2003).

A secagem constitui uma das principais operações no sentido de se obter um pouco de boas características do grão e deve ser realizada em menor tempo possível após a colheita dos grãos. Esse procedimento tem como finalidade reduzir o teor de umidade do produto até um nível adequado a sua estocagem por um período elevado (PUZZI, 2000).

Conforme Athié et al. (1998), os parâmetros que influenciam a taxa de secagem e a eficiência do processo são: a temperatura e umidade relativa do ambiente, temperatura e fluxo do ar de secagem e o grau de umidade inicial e final do produto. Estes parâmetros influem no sistema de secagem de uma forma conjunta.

A umidade de colheita dos grãos quase sempre é maior do que a necessária para o armazenamento, o que torna a secagem uma operação praticamente obrigatória (BOEMEKE et al., 2001).

O emprego de calor excessivo, o uso de ar muito quente ou com alta umidade, a alternância de ar quente e frio, assim como o uso inadequado das vazões de ar, durante o processo de secagem, podem ocasionar danos físicos, químicos e bioquímicos nos grãos de arroz (BROOKER apud ELIAS, 2000).

A secagem intermitente é o método artificial para a secagem de grãos de arroz no Rio Grande do Sul. Caracteriza-se pela passagem descontínua do ar aquecido pelas camadas de grão que recirculam no secador, permitindo que a transferência de água do centro para a periferia do grão se processe. Como há recirculação dos grãos no secador e o contato ar-grão são descontínuos, (MILMAN et al., 2001).

O método de secagem estacionária é caracterizado pela passagem do ar aquecido pela massa de grãos, sem a movimentação da mesma. Neste tipo de secagem são utilizadas temperaturas de aproximadamente 30°C para não ocorrer

dano térmico ou secagem muito drástica dos grãos, assim obtendo os grãos nas umidades finais desejadas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Material

Foram utilizadas amostras de grãos de arroz (*Oryza sativa L.*) da classe longo fino, cultivar IRGA 424, as mesmas foram produzidas em propriedade situada no município de Itaqui na região da fronteira oeste do estado do Rio Grande do Sul, representada na safra 2014/2015, colhidos com auxílio de mecanização agrícola por colhedora automotriz com o teor de umidade aproximado de 18%.

O experimento foi conduzido no Laboratório de Processamento de Alimentos estabelecido no campus Itaqui da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), situada no município de Itaqui no estado do Rio Grande do Sul.

#### 3.2 Secagem estacionária dos grãos de arroz

Foi utilizado secador de amostras, onde os grãos foram submetidos à secagem pelo método de secagem estacionária. Nestas secagens foram utilizadas temperaturas da massa de grãos de 30°C, 34°C, 38°C, 42°C e 46°C, assim obtendo a umidade dos grãos desejada de 11,5%, adequada para o beneficiamento e ter o melhor rendimento de grãos inteiros. As gavetas do secador foram pesadas vazias e depois acrescentadas 300 gramas de arroz em cada. Foram utilizadas 15 gavetas do secador de amostras assim totalizando 4.500 gramas de arroz por temperatura. As gavetas foram pesadas de hora em hora para ter o controle da redução da umidade dos grãos. Durante o período de secagem conforme o peso e assim chegar à umidade desejada de 11,5% ao final do processo, determinada pela equação (1).

$$P_f = \frac{(100 - U_i) \times P_i}{(100 - U_f)} \quad (1)$$

Onde:

P<sub>i</sub> = peso inicial do produto úmido (Kg);

P<sub>f</sub> = peso final do produto seco (Kg);

U<sub>i</sub> = teor de umidade inicial (%);

U<sub>f</sub> = teor de umidade final desejada (%).

### **3.3 Avaliação da qualidade industrial do arroz**

#### **3.3.1 Determinação do teor de umidade dos grãos**

O teor de umidade das amostras de arroz, logo após a colheita e submetidas as diferentes temperaturas de secagem e foi determinado utilizando-se o aparelho medidor de umidade eletrônico da marca DOLLE, modelo G600, realiza a medida em aproximadamente 10 segundos, fornecendo resultados precisos e confiáveis de percentual de umidade dos grãos.

#### **3.3.2 Rendimento industrial do arroz**

Para o processo de rendimento de grãos foi utilizado engenho de provas de rendimento, o peso das amostras para essa determinação foi de 100 gramas de grãos, em três repetições (Tabela 6). Nesta etapa, o arroz foi descascado com auxílio de dois roletes de borracha, que giram no mesmo sentido, em velocidades diferentes, retirando o grão de arroz do interior da casca por um movimento de torção, após são brunidos (polidos). O arroz descascado, integral, ficou por aproximadamente 60 segundos, contendo o farelo que é retirado por brunidores, máquina compostas por pedra abrasiva que retiram o farelo de arroz e separam os grãos de arroz branco. É classificado no “trieur”, nessa próxima etapa, o arroz branco passa pela máquina que separam os grãos inteiros dos quebrados de diferentes tamanhos,  $\frac{3}{4}$  e  $\frac{1}{2}$  de grãos. Foram pesados os grãos de cada amostra feita após o descascamento, após polimento, após a classificação. A quantidade de grãos quebrados é um dos indicativos do tipo do arroz, sendo o Tipo 1, grãos altamente selecionados, apresentando até 7,5% no máximo de grãos quebrados, e o Tipo 2, grãos selecionados, apresentando até 15% de grãos quebrado, segundo a instrução normativa Nº 2 (BRASIL, 2012).

#### **3.3.3 Avaliação rendimento durante o armazenamento dos grãos**

As mostras de arroz depois de submetidas aos tratamentos de secagem foram armazenadas em sacos de papelão, sendo realizada análise de rendimento de grãos, em períodos de 1, 10, 20, 30 e 40 dias após a secagem. Utilizando o engenho de prova de rendimento, assim, ter o peso da amostra sem casca, após colocando-o no brunidor pelo tempo de 60 segundos, pesando as amostras com

grãos polidos, logo após passando no classificador e pesando as amostras de grãos para se obter o rendimento de grãos inteiros e quebrados de arroz.

### 3.4 Análise do consumo de combustível e de energia

Com a quantidade de água removida por hora na secagem do arroz irrigado com teor de umidade inicial de 18%, ao fim do processo com teor de umidade de 11,5%. A quantidade de produto úmido no início do processo de secagem, os 25.000Kg de produto que entram no sistema inicialmente com teor de umidade de 18% no final do processo de secagem saíram 23.163,84Kg com teor de umidade de 11,5%, sendo 1.836,16Kg de água removidos dos grãos de arroz, determinada pela expressão (1).

O consumo de energia, em um secador com capacidade nominal de secagem de 25 toneladas por hora de produto, para remoção da diferença de 1.836,16Kg de água contida nos grãos de arroz que foram submetidos à secagem apresentando o consumo de energia do secado de 8.359.820kJ/kg, é dado pela equação (2). O consumo específico de combustível em secadores que utilizam altas temperaturas é de 4.220KJ/Kg de água. Assim com capacidade de remoção de água contida nos grãos de 1,220t/h, quantidade estipulada pela equação (3). Sendo utilizado como combustível para aquecer o ar de secagem a lenha (eucalipto) que apresenta o poder calorífico de 8.958 kJ/Kg, sendo utilizados 668,8Kg/h que é apresentado na equação (4). Estimando o custo horário do combustível utilizado pelo secador, em R\$96,97, expresso na equação (5), sendo o valor da tonelada do combustível encontrado na região da Fronteira Oeste de R\$145,00.

$$q = C_{ns} \cdot \left( \frac{U_i - U_f}{100 - U_i} \right) \quad (2)$$

Onde:

q = quantidade de água removida, (t/h);

Cns = capacidade nominal de secagem, (t/h);

U<sub>i</sub> = teor de umidade inicial, (%);

U<sub>f</sub> = teor de umidade final, (%).

$$C_e = C_{ec} \cdot q \quad (3)$$

Onde:

$C_e$  = consumo de energia do secador, (kJ/h);

$C_{ec}$  = consumo específico de combustível, (kJ/kg de água);

$q$  = quantidade de água removida, (t/h).

$$C_l = \frac{C_e}{P_c} \quad (4)$$

Onde:

$C_l$  = consumo de lenha, (kg/h);

$P_{ci}$  = poder calorífico inferior do combustível, (kJ/kg);

$C_e$  = consumo de energia do secador, (kJ/h).

$$C_{le} = \frac{P_l \cdot C_l}{1000} \quad (5)$$

Onde:

$C_{le}$  = custo da lenha, (R\$/h);

$P_l$  = preço da lenha, (R\$/t);

$C_l$  = consumo horário de lenha do secador, (kg/h).

Os custos com o consumo de energia elétrica, que é consumida pelos motores usados para a movimentação dos grãos durante o processo de secagem, foi obtido a partir da potência demandada pelo sistema, chegando a utilizar 36 cv e com o preço unitário de R\$ 0,48035 por KW/h cobrado pelas distribuidoras de energia da região, estimado valor de custo aproximado de R\$12,71 por hora trabalhada, expressa na equação (6).

$$C_{el} = P_m \cdot 0,7355 \cdot P_{kWh} \quad (6)$$

Onde:

$C_{el}$  = custo da energia elétrica, (R\$/h);

$P_m$  = potência demandada pelo sistema de transporte do produto e pelo sistema de movimentação de ar, (cv);

$P_{kWh}$  = preço do kW/h, (R\$);

Fator de conversão: 1cv = 0,7355 kW.

Assim temos o custo horário de combustível de R\$96,97 e de energia de R\$12,71, totalizando o valor de R\$109,68 por hora de funcionamento do sistema de secagem.

### **3.5 Análise estatística**

O programa Microsoft Excel 2010 foi utilizado para determinar os efeitos das variáveis independentes, calcular os modelos das linhas de tendências, os coeficientes de regressão ( $R^2$ ) e construir os gráficos, com nível de significância de 5%. Enquanto que o programa estatístico Statistica 5.0 (Statsoft, USA) foi utilizado para fazer a análise de variância (ANOVA). Aplicando o teste de Tukey, para determinar as diferenças entre os tratamentos de secagem e os efeitos da estocagem para o rendimento de grãos (nível de significância  $p \leq 0,05$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Efeito das condições de secagem no rendimento do arroz

A secagem é uma das etapas do pré-processamento dos produtos agrícolas que tem por finalidade retirar parte da água neles contida. É definida como um processo simultâneo de transferência de calor e massa (umidade) entre o produto e o ar de secagem. A remoção da umidade deve ser feita em um nível tal que o produto fique em equilíbrio com o ar do ambiente onde será armazenado e deve ser feita de modo a preservar a aparência, as qualidades nutritivas, no caso de grãos (SILVA, 1995).

Na produção de grãos, a secagem pode apresentar até 60% do custo de produção de arroz. As operações de secagem, quando conduzidas corretamente e com equipamentos eficientes, contribuem satisfatoriamente com a redução dos gastos e custos operacionais de produção dos grãos de arroz.

Na Figura 1 e Tabela 1 está apresentada a perda de umidade das amostras de arroz submetidas à secagem estacionária em diferentes temperaturas. Observa-se que houve uma maior perda de umidade, quando se utilizou temperatura de secagem de 46°C. Pela alta temperatura ocorreu aquecimento rápido da massa de grãos e a migração da umidade interna para a extremidade do grão, queda brusca na porcentagem de umidade em relação à temperatura de 30°C que tem longo período de secagem para atingir a umidade adequada para beneficiamento, em torno de 12%, onde a massa de grãos teve o aquecimento mais lento e prolongou seu período de secagem, que atingiu 18 horas, tendo uma linha na redução do percentual de umidade do grão (Figura 1).

As linhas de tendências e os coeficientes de regressão obtidos dos dados experimentais da variação do teor de umidade durante a secagem dos grãos submetida às diferentes temperaturas de secagem estão apresentados na Tabela 1. A adequação das linhas de tendência pode ser verificada pelos coeficientes de regressão ( $R^2$ ) acima de 99%, o que indica um excelente ajuste dos modelos aos dados experimentais.

Figura 1 - Perda de umidade no período de secagem relativo às temperaturas empregadas na secagem dos grãos

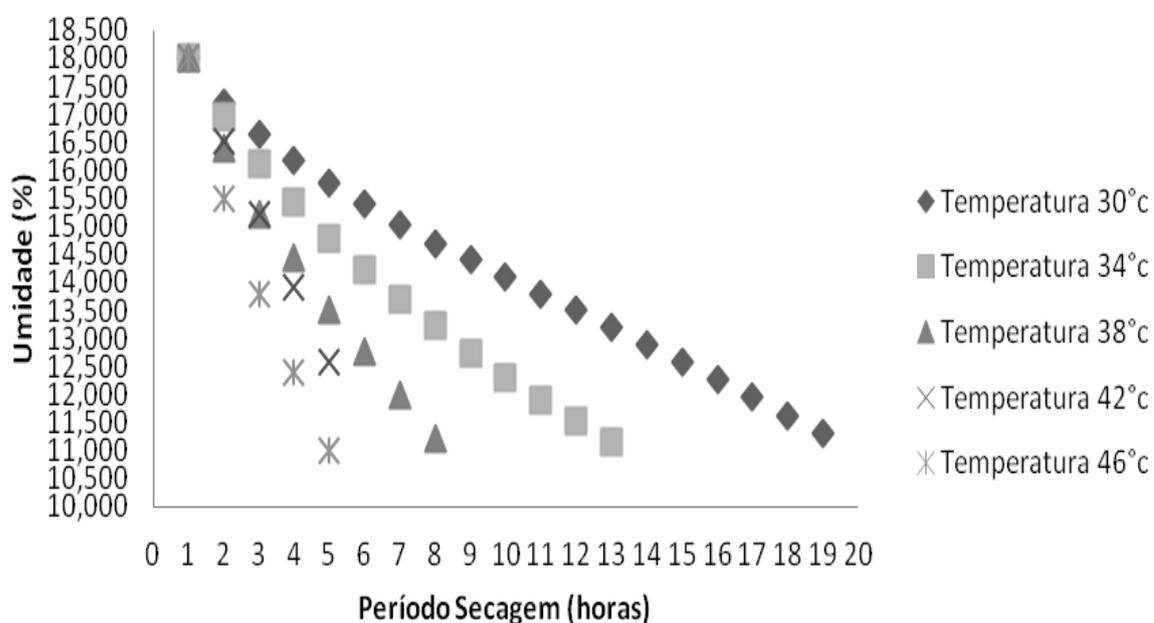
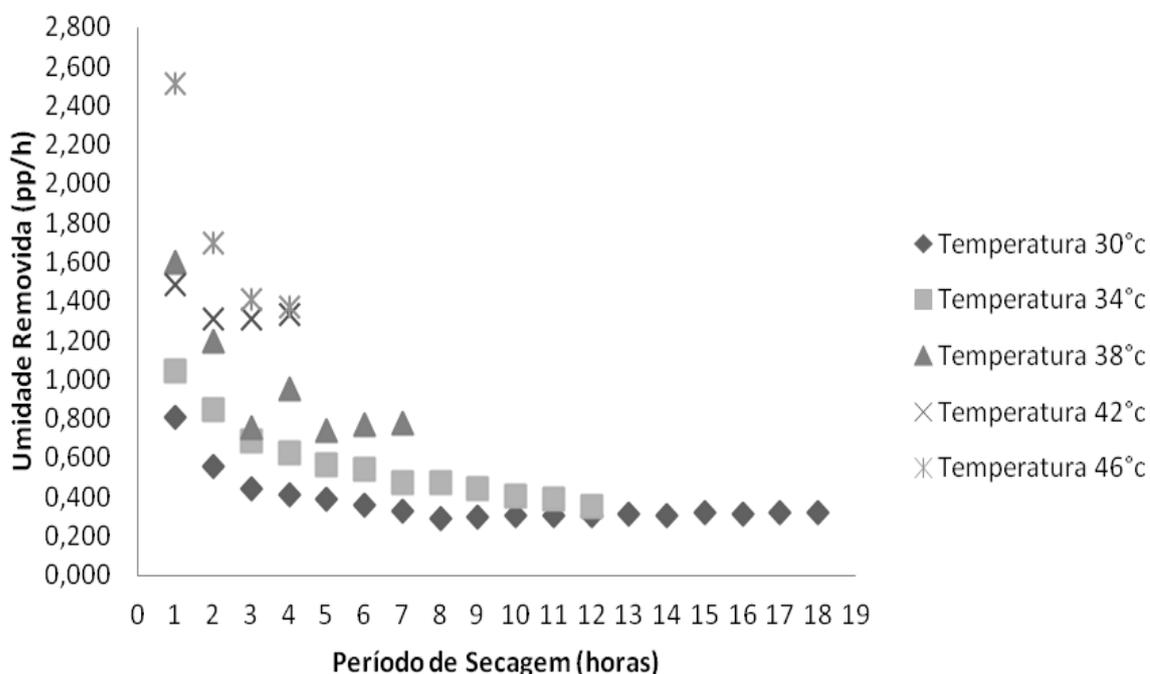


Tabela 1 - Equação de linha de tendência e coeficiente de regressão ( $R^2$ ) das curvas de secagem das amostras de arroz em diferentes temperaturas

Temperaturas	Equações	$R^2$
30°C	$y = 0,0062x^2 - 0,4662x + 18,1$	0,9955
34°C	$y = 0,0241x^2 - 0,8832x + 18,674$	0,9983
38°C	$y = 0,0552x^2 - 1,4229x + 19,187$	0,9961
42°C	$y = 0,0218x^2 - 1,4776x + 19,434$	0,9998
46°C	$y = 0,1843x^2 - 2,8139x + 20,549$	0,998

Na Figura 2 está apresentada a variação dos pontos percentuais removidos por hora no período de secagem nas diferentes temperaturas da massa de grãos estudadas na secagem. Observa-se que a velocidade na redução dos pontos percentuais de umidade apresenta relação com a temperatura empregada para secagem, ou seja, a utilização de temperaturas na faixa de 42°C a 46°C ocorre à retirada da umidade superficial do grão e tendo migração da umidade interna do grão para extremidades rapidamente, assim ocasionam fissuras ou/e trincas no grão reduzindo o percentual de rendimento, também mais sensível à temperatura, requerendo relações tempo e temperatura adequadas (USTRA, 2005).

Figura 2 - Umidade dos grãos removida em pontos percentuais por hora de secagem, perda de umidade em relação das temperaturas utilizadas



É possível verificar também na Figura 3, que a redução dos pontos percentuais de umidade é maior nas primeiras 3 (três) horas de secagem independente da temperatura utilizada, no entanto, após esse período ocorre uma uniformização na redução da umidade proporcional a temperatura utilizada na secagem. Provenientes dos tratamentos apresentaram diminuição no teor de umidade médio (PASQUALLI, 2005).

Estudos demonstram que para a secagem do arroz a remoção 1 (um) ponto percentuais por hora promove uma secagem mais uniforme com redução de fissuras e trincas que possibilitam maior rendimento de grãos inteiros (IRGA, 2015)

As linhas de tendências e os coeficientes de regressão obtidos dos dados experimentais da variação dos percentuais de umidade removidos por hora de secagem dos grãos submetida às diferentes temperaturas de secagem estão apresentados na Tabela 2. A adequação das linhas de tendência pode ser verificada pelos coeficientes de regressão ( $R^2$ ) que variou na faixa de 82% a 99%, o que indica um bom ajuste dos modelos aos dados experimentais.

Tabela 2 - Equação de linha de tendência e coeficiente de regressão ( $R^2$ ) das curvas de secagem das amostras de arroz em diferentes temperaturas

Temperaturas	Equações	$R^2$
30°C	$y = 0,0032x^2 - 0,0763x + 0,7268$	0,8258
34°C	$y = 0,0062x^2 - 0,1337x + 1,0997$	0,961
38°C	$y = 0,0426x^2 - 0,4601x + 1,9579$	0,883
42°C	$y = 0,05x^2 - 0,2958x + 1,7212$	0,9463
46°C	$y = 0,193x^2 - 1,3375x + 3,6426$	0,9959

Na Figura 2 e Tabela 2, podem-se observar as curvas de perda de umidade em relação às temperaturas utilizadas. A temperatura 30°C que apresenta uma curva mais linear ao longo do período de secagem, com média de remoção de água de 0,37pp/h. Com referência a temperatura de 46°C que apresenta uma curva mais descendente com o percentual de perda da umidade mais alto e rápido que as demais temperaturas chegando a 2,5pp/h na primeira hora de secagem e passando para 1,4pp/h no final da secagem, em média 1,75pp/h.

É importante uma secagem rápida, entretanto deve-se respeitar o princípio físico segundo o qual a umidade do interior do grão necessita migrar para a periferia e ser transportada pelo ar para fora do ambiente de secagem. Caso ocorra uma secagem muito rápida, em que a periferia do grão tenha uma umidade muito diferente de seu interior, haverá danos internos (fissuras dos grãos de arroz). Assim, recomenda-se que a velocidade de secagem seja, no máximo, de 1,8 a 2 pp/h, pois em arroz, acima de 2pp/h, ocasiona baixo rendimento de grãos inteiros. Luz e Peske (1998) verificaram que a velocidade de secagem é praticamente constante de 1,8 pontos percentuais por hora e que a percentagem de grãos com fissuras aumenta de forma acentuada na faixa de teor de água de 18 a 12%. Quando se deseja assegurar alta qualidade do arroz, seja para uso como semente ou no beneficiamento industrial para fins alimentícios (SOSBAI, 2007).

#### 4.2 Rendimentos Industriais do arroz

Os Preços Mínimos de Garantia do Arroz são aprovados em cada safra pelo Conselho Monetário Nacional. Na safra 2014/15, para o Estado do Rio Grande do Sul, o preço médio básico do arroz Longo Fino com 62% de grãos inteiros e 6% de

quebrados foi deferido em R\$41,62 por saca de 50 kg, para a Região Fronteira Oeste o preço ficou em R\$40,28 por saca de 50 kg, para o produto com 55% de grãos inteiros e 13% de quebrados foi de R\$39,16 por saca de 50 Kg (IRGA, 2015).

A totalidade de grãos inteiros e quebrados após a eliminação da casca e do farelo é referido como “renda do benefício”, é expresso em percentagem em relação ao produto bruto. Após o polimento, tem à separação entre as porções de grãos quebrados e inteiros, sendo considerado como inteiro o grão descascado e polido que mesmo quebrado apresente comprimento igual ou superior a três quartas partes do comprimento mínimo da classe a que pertence. A fração de grãos inteiros é referida como “rendimento do grão”.

O rendimento do grão é expresso como a porcentagem de grãos inteiros em relação ao produto bruto (em casca), e serve de base para a valorização comercial do arroz. Os fragmentos de grão têm valor comercial geralmente 1/5 em relação aos grãos inteiros. O grão de arroz quebra no beneficiamento devido a várias razões, algumas inerentes ao próprio grão e outras ao manejo dos equipamentos e manuseio do produto. A principal delas consiste no fato de os grãos já saírem do campo com rachaduras e conseqüentemente partir-se durante o descascamento e o polimento (CASTRO, 1999).

Na Tabela 3 pode-se observar o rendimento de grãos inteiros em função das condições de secagem. Observa-se que a utilização, temperatura de secagem do ar acima de 38°C, de modo geral, promoveu uma redução do rendimento de grãos inteiros, de até 3,48% em 24 horas após a secagem. Sendo que essa redução tende a diminuir após o período de temperagem (estocagem) do arroz chegando de 2,68% após 40 dias de armazenamento.

O manejo inadequado da temperatura de secagem provoca uma redução no rendimento dos grãos utilizado comercialmente. É mais relevante à aparência dos grãos beneficiados, como é comumente referida pelo cerealista, a “massa” dos grãos polidos (CASTRO, 1999).

Tabela 3 - Relação de temperatura no rendimento de grãos inteiros

T °C	D1	D10	D20	D30	D40
T30	62,68 ±0,15 a	63,60 ±0,39 a	64,44 ±0,51 a	63,58 ±0,40 ab	63,94 ±0,42 ab
T34	63,90 ±0,58 a	62,98 ±0,31 a	63,84 ±0,29 ab	64,03 ±0,40 a	64,27 ±0,31 a
T38	63,46 ±0,32 a	62,81 ±0,22 a	64,25 ±0,31 a	63,80 ±0,43 a	63,91 ±0,37 ab
T42	62,82 ±0,69 a	61,97 ±0,02 b	62,80 ±0,42 b	62,52 ±0,18 b	63,10 ±0,25 b
T46	59,98 ±0,62 b	59,44 ±0,39 b	61,49 ±0,20 c	61,52 ±0,26 c	61,23 ±0,19 c

\*Média de três repetições ± desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna na diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

A relação das temperaturas empregadas na secagem do arroz apresentou variação no rendimento de grãos, com variações consideráveis entre as temperaturas utilizadas ressaltando a utilização de 46°C, apresentou os menores valores de grãos inteiros, sendo assim tendo um baixo valor de aproveitamento no comércio para beneficiamento com alta quantidade de grãos quebrados (Tabela 4).

Tabela 4 - Relação de temperatura no rendimento de grãos quebrados

T °C	D1	D10	D20	D30	D40
T30	4,76 ±0,25 bc	4,74 ±0,12 c	4,79 ±0,19 c	5,14 ±0,37 c	4,87 ±0,16 c
T34	4,33 ±0,63 c	5,20 ±0,19 c	5,21 ±0,44 ab	4,92 ±0,25 c	4,73 ±0,20 c
T38	4,87 ±0,29 bc	5,47 ±0,41 c	4,87 ±0,18 c	4,96 ±0,17 c	5,19 ±0,12 c
T42	6,16 ±0,12 b	6,30 ±0,19 b	6,15 ±0,35 b	6,16 ±0,05 b	5,87 ±0,09 b
T46	8,11 ±0,60 a	8,88 ±0,15 a	7,60 ±0,19 a	7,66 ±0,37 a	7,01 ±0,18 a

\*Média de três repetições ± desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna na diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Na Figura 3 e 4, estão apresentados em relação ao período de armazenagem do arroz, observa-se que temperaturas da massa de grãos da secagem de 30°C a 38°C não houve variação significativa da porcentagem de grãos inteiros em comparação de 24 horas até 40 dias de armazenagem. Mesmo com o período de secagem, a evaporação torna-se mais demorada e conseqüentemente menos eficiente (USTRA, 2005). No entanto houve efeito da secagem quando se utilizam 46°C, rendimento de 59,98% para 61,52% de grãos inteiros após 40 dias de armazenagem, este comportamento também foi observado nos grãos quebrados (Tabela 7 e 8).

Figura 3 - Comparação dos valores obtidos nas análises de rendimento de grãos inteiros em relação ao período de armazenamento

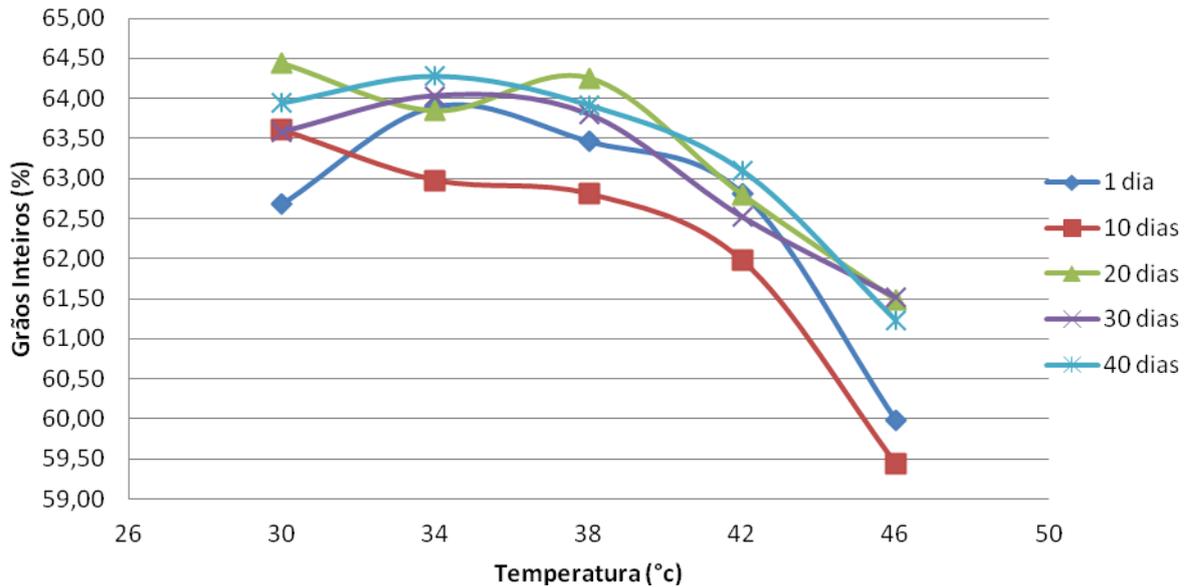
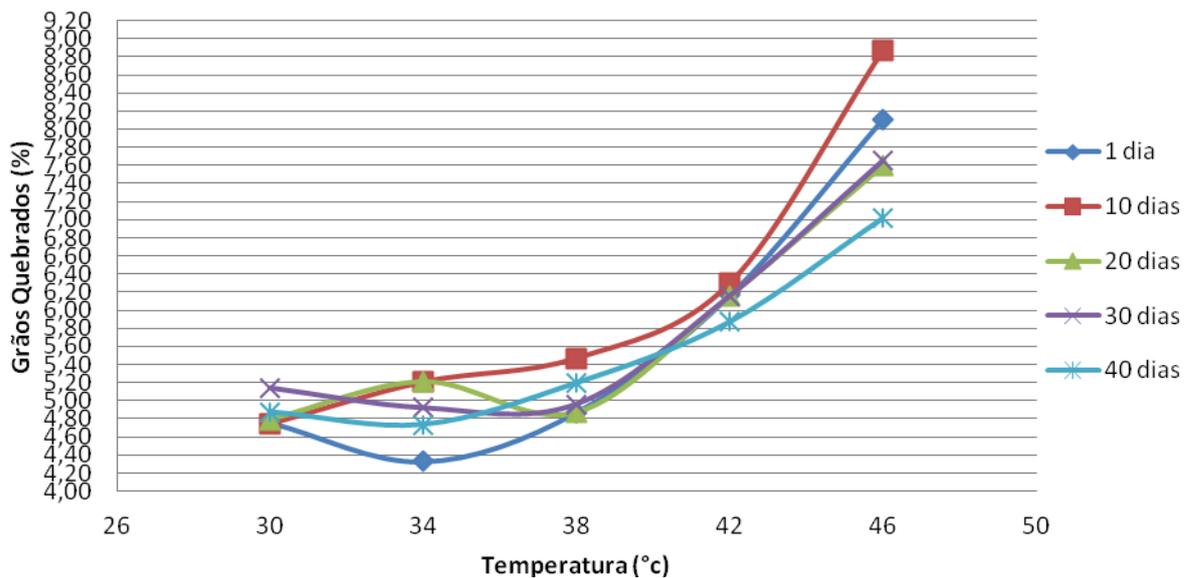


Figura 4 - Comparação dos valores obtidos nas análises de rendimento de grãos quebrados em relação ao período de armazenamento



No período de armazenamento não apresentou diferenciação entre os tempos de estocagem dos grãos para a mudança de rendimento dos grãos, pelas temperaturas utilizadas na secagem. Assim no período de armazenagem não modifica o rendimento dos grãos no período que foram feitas as amostras.

### 4.3 Avaliação do consumo e eficiência na secagem

Eficiência energética é a razão entre a energia requerida para evaporar a água do produto e a quantidade de energia fornecida ao processo de secagem. A quantidade de energia fornecida inclui a energia para aquecimento do ar, além da potência elétrica utilizada no sistema (SILVA, 1991).

Definido consumo específico de energia (CEE) como a quantidade de energia por unidade de massa necessária a remoção da água nos grãos. No caso dos secadores, estas energias provem do combustível para o aquecimento do ar de secagem e energia elétrica para o acionamento dos motores dos ventiladores e dos transportadores de grãos (WEBER, 2001).

Considerando os custos de combustível e energia elétrica em um equipamento de secagem, secador do tipo estacionário de fluxo cruzado sem reaproveitamento de ar de exaustão (WEBER, 2001).

Na Tabela 5, este apresentado o período de secagem, o rendimento dos grãos após armazenagem, o consumo de energia e lenha por quilo de produto seco em diferentes temperaturas submetidas no experimento. Observou-se que o aumento da temperatura do ar de secagem de 30°C para 42°C promoveu uma redução de 4,5 vezes período de secagem, assim, não influenciando no rendimento dos grãos inteiros e quebrados.

Tabela 5 - Comparação do preço do produto (R\$/t) pelo rendimento em grãos inteiros (%) com o custo horário para secagem dos grãos nas diferentes temperaturas empregadas

Temperatura (°C)	Período secagem (h)	Grãos Inteiros (%)		Custo Energético (R\$)	Preço Produto (R\$/t)
T30	18	62,68	a	1974,24	566,10
T34	12	63,90	a	1316,16	597,80
T38	07	63,46	a	767,76	597,80
T42	04	62,82	a	438,72	566,10
T46	04	59,98	b	438,72	545,00

\*Período de secagem – tempo necessário para reduzir a umidade dos grãos de 18% para 11,5% nas diferentes temperaturas; grãos inteiros – percentual de grãos inteiros obtidos 1 dias após secagem; custo energético calculado a partir dos gastos com combustível e energia elétrica, sendo considerado R\$109,68 por hora de secagem; preço produto- considerando o preço mínimo para arroz classe longo fino e o limite de grão inteiros: de 57 a 59% (R\$545,00); de 60 a 62% (R\$566,10) e acima de 63% (R\$597,80).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na secagem com a utilização de diferentes temperaturas, assim a temperatura de 30°C teve período de secagem de 18 horas tendo apresentado o período mais longo que as demais temperaturas e elevado o custo de secagem em torno de R\$1.974,24, sendo assim o custo de 157% mais que a temperatura de 38°C.

A temperatura de 46°C que teve o período de secagem mais curto que as demais, de 4 horas e apresentou a media do rendimento de grãos inteiros inferiores, em torno de 60,64%, sendo assim o rendimento de grãos inteiros de 4,7% menos que a temperatura de 38°C.

Em relação à temperatura de 38°C foi que apresentou período de secagem de 7 horas com gastos de secagem dos grãos de R\$767,76 e com media do rendimento de grãos em torno de 63,65% de grãos inteiros, que para o beneficiamento apresentaram ótimos resultados de rendimentos de grãos para a indústria.

Considerando os custos energéticos que oscilam em diferentes períodos deve-se incluir na decisão sobre os parâmetros empregados na secagem, um balanço entre os ganhos com o aumento do rendimento de grãos inteiros e os gastos com a secagem.

Neste estudo este balanço evidenciou que a diferença entre a remuneração recebida entre uma menor faixa de rendimento de grãos inteiros (59,98% de grãos inteiros) e a maior faixa de 63,46% de grãos inteiros é de aproximadamente R\$53,00. Enquanto que a diferença de custo na secagem foi de R\$ 329,04, ou seja, o ganho no aumento do rendimento não foi suficiente para cobrir o custo com a secagem.

## REFERÊNCIAS

ATHIÉ, I. et al. **Conservação de grãos**. Campinas: Fundação Cargill, 1998. 236p.

BOEMEKE, L. R. S. et al. Manejo térmico e consumo de energia na secagem intermitente de grãos de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2., 2001, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre, 2001. 711-714p.

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

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_12\\_11\\_11\\_02\\_58\\_boletim\\_graos\\_dezembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_12_11_11_02_58_boletim_graos_dezembro_2015.pdf)>. Acesso em: 4 dez 2015.

ELIAS, M. C. **Pós-colheita de arroz: secagem, armazenamento e qualidade**. Pelotas - RS. Editora Universitária UFPel. 2007. 437p

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap18.htm>>. Acesso em: 27 nov. 2015.

GROFF, R. A **secagem convencional do arroz**. In: I simpósio sul-brasileiro de qualidade do arroz. Abrapos, Anais, 2003. 263-273p.

GROFF, R. Secagem convencional do arroz. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE QUALIDADE DO ARROZ, 2003, Pelotas. **Anais**. Pelotas, 2003. 263-274p.

Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE). Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201511\\_5.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201511_5.shtm)>. Acesso em: 25 nov 2015.

Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA). Disponível em: <[http://www.irga.rs.gov.br/upload/20151127153723precos\\_unica\\_pagina\\_quarta\\_semana\\_novembro\\_15.pdf](http://www.irga.rs.gov.br/upload/20151127153723precos_unica_pagina_quarta_semana_novembro_15.pdf)>. Acesso em: 30 nov 2015.

LIMA, D. ; VILLELA, F. A. ; PESKE, S. T. ; SILVA FILHO, P. M. Comportamento da secagem de sementes de arroz. **Informativo ABRATES**. Londrina, v.12, n.2, p. 35-43, 2002.

LUZ, C.A.S ; PESKE,S.T. Secagem de sementes de arroz em secador intermitente lento. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, n.10, v.2, p.103-114.1998.

MACEDO, V. R. M. et al. Nutrientes nas águas da bacia hidrográfica do rio vacacaí-mirim durante o período de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3, 2003, Camboriú, 2003. 218-220p.

MILMAN, M. J. et al. Avaliação do desempenho industrial do arroz secado num secador intermitente variando as relações de intermitência e a temperatura do ar de secagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2, 2001, Porto Alegre. **Anuais**. Porto Alegre, 2001. 651-653p.

MILMAN, M. J. **Manejo da relação de intermitência e da temperatura do ar na secagem industrial do arroz**. Dissertação de mestrado. UFPEL - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, DCTA. UFPEl, 2001.

NESS, A. R. R. **Qualidade do arroz em casca, seco e armazenado em silos metálicos com aeração controlada**, 1998, 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Fundação Universidade Federal do Rio Grande – Rio Grande.

PASQUALLI, L. L. Qualidade de sementes de arroz irrigado submetidas a diferentes temperaturas na secagem estacionaria – Santa Maria, 2005.

PESKE. S.T. ; AGUIRRE. R. **Manual para operadores de unidade beneficio de semillas** (U B S). Cali: CIAT, 1986. 117p.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000. 666p.

RIGOTTO, G. **Arroz: alimentando a prosperidade do Rio Grande do Sul**. In: ANUÁRIO Brasileiro do Arroz. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2004. 4-4p.

SCHIRMER, M. A. Análise de umidade: equalização de medidas de umidade de empresas e produtores da região sul – RS, In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE QUALIDADE DO ARROZ, 2003, Pelotas. **Anuais**. Pelotas, 2003. 45-56p.

SILVA, J. S., **Estudo dos Métodos de Secagem** In: Pré-processamento de Produtos Agrícolas, Juiz de Fora, Instituto Maria, 1995. 509p.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado; recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas, RS, 2007. 159p.

USTRA, L. A. R. Secagem de grãos de arroz em leito fluidizado / Luiz Alberto Ramos Ustra; orientador Moacir Cardoso Elias; coorientador Wolmer Brod Peres - Pelotas, 2005.-95f.; il. – Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2005.

VALLE, J. C. G. **Efeitos do retardamento da secagem de arroz Bluebelle (Oryza sativa L.) sobre sua qualidade fisiológica**. 1978. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

VILLELA, F. A.; PESKE, S. T. Secagem e beneficiamento de sementes de arroz In: PESKE, S. T.; NEDEL, J. L.; BARROS, A. C. S. A. **Produção de arroz irrigado**. Pelotas: UFPel, 1998. 431-468p.

WEBER, E. A. Armazenagem Agrícola (2ª Edição). Guaíba: Editora Agropecuaria Ltda, 2001.

## ANEXOS

Tabela 6 - Comparação do rendimento nas temperaturas em dias após secagem

	Int (g)	Queb (g)								
Temp	T30		T34		T38		T42		T46	
(°c)										
Dias										
D1	62,70	4,95	63,48	4,76	63,55	5,02	61,86	6,27	60,75	8,41
D1	62,85	4,40	63,49	4,78	63,81	4,46	63,43	6,00	59,22	8,65
D1	62,48	4,93	64,72	3,44	63,03	5,13	63,16	6,22	59,96	7,28
D10	63,20	4,64	63,22	5,25	62,99	5,00	61,94	6,04	59,96	8,66
D10	64,13	4,66	62,54	5,41	62,94	5,41	62,00	6,35	59,34	9,01
D10	63,48	4,91	63,17	4,95	62,49	5,99	61,98	6,50	59,02	8,96
D20	63,73	4,89	63,85	4,87	64,29	5,12	62,48	6,65	61,37	7,57
D20	64,93	4,53	64,20	4,92	63,86	4,78	63,39	5,94	61,77	7,38
D20	64,65	4,95	63,48	5,83	64,61	4,70	62,53	5,87	61,33	7,84
D30	64,14	4,62	64,08	4,88	64,35	4,74	62,27	6,09	61,15	8,16
D30	63,30	5,42	63,52	5,24	63,31	4,99	62,60	6,17	61,68	7,54
D30	63,30	5,38	64,49	4,64	63,74	5,15	62,69	6,22	61,73	7,28
D40	64,52	4,65	63,91	5,02	64,40	5,02	63,44	5,93	61,49	6,91
D40	63,57	5,01	64,67	4,57	63,49	5,28	63,00	5,93	61,15	6,86
D40	63,73	4,96	64,24	4,61	63,85	5,28	62,85	5,74	61,05	7,27

Tabela 7 - Relação de dias em grãos inteiros

Dias	T30	T34	T38	T42	T46
D1	62,68 ±0,15 b	63,90 ±0,58 a	63,46 ±0,32 b	62,82 ±0,69 a	59,98 ±0,62 b
D10	63,60 ±0,39 b	62,98 ±0,31 a	62,81 ±0,22 b	61,97 ±0,02 a	59,44 ±0,39 b
D20	64,44 ±0,51 a	63,84 ±0,29 a	64,25 ±0,31 a	62,80 ±0,42 a	61,49 ±0,20 a
D30	63,58 ±0,40 b	64,03 ±0,40 a	63,80 ±0,43 b	62,52 ±0,18 a	61,52 ±0,26 a
D40	63,94 ±0,42 b	64,27 ±0,31 a	63,91 ±0,37 b	63,10 ±0,25 a	61,23 ±0,19 a

\*Média de três repetições ± desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna na diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Tabela 8 - Relação de dias em grãos quebrados

Dias	T30	T34	T38	T42	T46
D1	4,76 ±0,25 a	4,33 ±0,63 a	4,87 ±0,29 a	6,16 ±0,12 a	8,11 ±0,60 ab
D10	4,74 ±0,12 a	5,20 ±0,19 a	5,47 ±0,41 a	6,30 ±0,19 a	8,88 ±0,15 a
D20	4,79 ±0,19 a	5,21 ±0,44 a	4,87 ±0,18 a	6,15 ±0,35 a	7,60 ±0,19 b
D30	5,14 ±0,37 a	4,92 ±0,25 a	4,96 ±0,17 a	6,16 ±0,05 a	7,66 ±0,37 b
D40	4,87 ±0,16 a	4,73 ±0,20 a	5,19 ±0,12 a	5,87 ±0,09 a	7,01 ±0,18 b

\*Média de três repetições ± desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna na diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).