

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
CAMPUS DOM PEDRITO  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO**

**JOSEMAR LUÍS AMADORI LOURENSI**

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO PROCESSO DE SECAGEM DE ARROZ  
EM CASCA COM BAIXAS TEMPERATURAS**

**Dom Pedrito- RS  
2014**

JOSEMAR LUÍS AMADORI LOURENSI

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO PROCESSO DE SECAGEM DE ARROZ  
EM CASCA COM BAIXAS TEMPERATURAS**

Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Tecnologia em Agronegócio da Universidade Federal do Pampa Campus Dom Pedrito, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agronegócio.

Orientador: Professor Dr. Nelson Ruben de Mello Balverde

**Dom Pedrito– RS  
2014**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

L83i Lourensi, Josemar Luís Amadori  
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO PROCESSO DE SECAGEM DE ARROZ EM  
CASCA COM BAIXAS TEMPERATURAS / Josemar Luís Amadori Lourensi.  
46 p.  
  
Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade  
Federal do Pampa, CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO,  
2014.  
"Orientação: Prof. Dr. Nelson Ruben de Mello Balverde".  
  
1. armazenagem; custos operacionais; secagem; tecnologias.  
I. Título.

JOSEMAR LUÍS AMADORI LOURENSI

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO PROCESSO DE SECAGEM DE ARROZ  
EM CASCA COM BAIXAS TEMPERATURAS**

Trabalho de Conclusão de Curso Superior de  
Tecnologia em Agronegócio da Universidade  
Federal do Pampa Campus Dom Pedrito, como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Tecnólogo em Agronegócio.

Defendido e aprovado em: 12/08/2014

Banca examinadora:



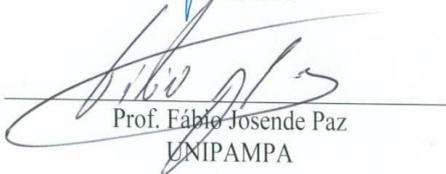
Prof. Dr. Nelson Ruben de Mello Balverde

Orientador  
UNIPAMPA



Prof. Dr. Cleiton Stigger Perleberg

UNIPAMPA



Prof. Fábio Josende Paz

UNIPAMPA

Dedico este trabalho a minha família, esposa e filhos pelo apoio incondicional em todos os momentos que estive ausente.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, força sem a qual nada seria possível.

Aos professores, Nelson Ruben de Mello Balverde, Fabio Josende Paz e Cleiton Stigger Perleberg, que através da convivência tornaram-se exemplo e amigos, indo muito além da missão de educar.

Aos colegas pelas experiências compartilhadas durante este tempo em que buscamos nossos ideais, mesmo por caminhos diferentes.

Aos diretores e funcionários da empresa Coradini Alimentos Ltda., pela oportunidade e contribuição com informações indispensáveis e valiosas para a execução deste trabalho.

Aos amigos Marcelo Cunha e Rui Pontes, que contribuíram com sua experiência na coleta de dados e organização deste trabalho.

A minha família por aceitar minha ausência em vários momentos e me incentivar na realização de um sonho.

## RESUMO

Em busca de manter a qualidade e conservação dos grãos colhidos os produtores rurais e os proprietários de indústrias beneficiadoras vão à busca de novas tecnologias que favoreçam a manutenção de sua produção agrícola, tanto na secagem como na conservação e a redução do tempo que o produto fica na empresa. O objetivo do presente trabalho é demonstrar através de um comparativo os benefícios e custos operacionais da secagem com ar corrigido em baixas temperaturas e controle da umidade relativa em silos ou armazéns. Os dados foram coletados na empresa Coradini Alimentos Ltda., situada na BR 293 km 250,2 em Dom Pedrito – RS, onde o autor acompanhou o processo de instalação de novas técnicas de secagem e armazenagem de grãos que visa à manutenção e conservação da qualidade do produto recebido em sua unidade. O processo operacional e da instalação dos equipamentos necessários a este fim, que seguidos da automação das turbinas, instalação de exaustores e espalhadores elétricos de grãos, propiciará ganhos no momento da comercialização. Nota-se que o consumo do sistema a gás é 27,07% maior que no sistema convencional, mas em relação ao tempo de permanência que o produto fica na unidade o sistema a gás é bem menor se comparado ao outro. Frente a isso, este custo pode variar de acordo com o tempo de secagem conforme comentado durante o desenvolvimento do trabalho. Comparados os dois sistemas e levado em conta as devidas proporções de tempo, o custo total de energia por saco de 50 kg no sistema convencional é de R\$ 0,6456 e no sistema automatizado é de R\$ 0,4960 e o consumo de gás é de R\$ 0,3994. Conclui-se desta forma que este novo processo surge como opção para distribuir este fluxo de recebimento por se tratar de silos secadores com ar aquecido por gás liquefeito de petróleo (GLP), diferente do convencional este pode receber grãos com umidades mais altas porque seca com ar natural somente com a umidade corrigida fazendo com que os grãos atinjam a umidade ideal desejada em menos tempo sem que corra risco de perder as qualidades físicas do produto, o que pode ocorrer no sistema de secagem convencional com ar natural onde a umidade deve ser controlada obedecendo ao equilíbrio higroscópico dos grãos para que não haja deterioração ou perda na sua qualidade.

Palavras-chave: armazenagem; custos operacionais; secagem; tecnologias.

## ABSTRACT

In order to keep the quality and conservation of the harvested grains , the farmers and the owners of beneficiary industries search of new technologies that favor the maintenance of their agricultural production , either in the drying or in the conservation and the reduction of the time that the product stays in the company. The purpose of this work is demonstrate through a comparative the benefits and the operating costs of the drying with fixed air at low temperatures and control of the relative humidity in silos or warehouses. The collected data in the company Coradini Alimentos Ltda., located on Br 293 Km 250,2 in Dom Pedrito -RS, where the author accompanied the installation process of new drying techniques and grain storage that aims the maintenance and conservation of the product quality received in its unit. The operational process and of the installation of the necessary equipment for this purpose, that was followed by the automation of the turbines , installation of the hoods and the electric spreaders of grains , will provide gains at the time of commercialization. We note that the energy consumption of the gas system is 27,07% higher then the conventional system, but in relation to the permanence time that the product stays in the unity , the gas system is so much lower compared to the other. In front of this, this cost may vary with the time of the drying as mentioned during the development of this work. Comparing the two systems and considering the proper proportions of time , the total cost of the energy per 50Kg bag in the conventional system is R\$0,6456 and in the automated system is R\$0,4960 and the gas consumption is R\$0,3994. Thus we concluded that this new process appears as option to distribute this flow of receiving because they are dryers silos with heated air by liquefied petroleum gas, unlike conventional this one can get grain with high moisture because dries with natural air only with the fixed moisture , causing the grains to achieve the desired moisture in less time without run the risk of losing the physical qualities of the product, which may occur in the conventional drying system with natural air, where the moisture must be controlled , obeying the hygroscopic balance of the grains so there is deterioration or loss in the quality.

Key-words: storage; operation costs; drying; technologies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de aeração de grãos. ....	25
Figura 2 - Diagrama de conservação de grãos.....	26
Figura 3 - Perigo na movimentação de grãos .....	28
Figura 4 – Exaustor eólico.....	31
Figura 5 – Espalhador eletrônico de grãos .....	32
Figura 6 – Tanques de armazenamento do gás GLP .....	33
Figura 7 – Medidor de gás.....	34
Figura 8 – Sistema de turbina com queimador .....	34
Figura 9 – Pontos de coleta de grãos para teste .....	35

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1– Custos por silo de 25.000 sacos .....	37
Tabela 2 – Itens opcionais do sistema de secagem com ar aquecido com gás (GLP).....	38

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CIPA –Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

EPI –Equipamento de Proteção Individual

FAO –*Food and Agriculture Organization*

GLP –Gás liquefeito de petróleo

MAPA –Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1 Objetivos</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2 Justificativa</b> .....	<b>14</b>
<b>1.3 Metodologia</b> .....	<b>14</b>
<b>1.3.1 Quanto aos Procedimentos</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3.2 Coleta de Dados</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3.3 Análise de Dados</b> .....	<b>16</b>
<b>1.4 Estruturação da Pesquisa</b> .....	<b>17</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1 Importância da cultura do arroz para o município de Dom Pedrito</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2 Importância do arroz para alimentação humana</b> .....	<b>18</b>
<b>2.3 Armazenamento de Grãos no Brasil</b> .....	<b>19</b>
<b>2.4 Tipos de secagens de arroz</b> .....	<b>20</b>
<b>2.5 Processos tecnológicos da secagem e do armazenamento na conservação de grãos</b> ...	<b>21</b>
<b>2.6 Aeração, objetivos e tipos de aeração</b> .....	<b>21</b>
<b>2.6.1 Aeração</b> .....	<b>23</b>
<b>2.7 Qualidade do arroz no pós-colheita</b> .....	<b>27</b>
<b>2.8 Segurança do trabalho em unidades armazenadoras e agroindústrias</b> .....	<b>27</b>
<b>2.9 Inovação tecnológica</b> .....	<b>28</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>29</b>
<b>3.1 Apresentação da empresa Coradini Alimentos Ltda.</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2 Sistema utilizado na empresa</b> .....	<b>29</b>
<b>3.3 Processo de instalação do novo sistema de secagem</b> .....	<b>30</b>
<b>3.4 Início do Processo de secagem</b> .....	<b>36</b>
<b>3.5 Custo de implantação do sistema</b> .....	<b>37</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>41</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>44</b>

## INTRODUÇÃO

O Brasil pela sua grande disponibilidade de área e condições climáticas favoráveis é considerado “celeiro do mundo”, mas com o gradativo crescimento populacional surge a necessidade do aumento na produção de alimentos, em especial de grãos que servem tanto para alimentação humana como para produção de ração animal.

O setor arrozeiro do RS é responsável por 60% da produção nacional de um produto que é primordial na cesta básica, se configurando como uma questão de segurança alimentar. Os seguintes aumentos de área, de produtividade e de qualidade requerem que a pesquisa gere referências teóricas que possam indicar a aplicabilidade das tecnologias disponíveis.

Diante dessa realidade surge a necessidade de armazenar e conservar esses grãos por um longo período de tempo sem que percam suas propriedades nutricionais e sua qualidade. Porém, deve ser feito um acompanhamento para verificar a temperatura da massa dos grãos, umidade e presença de insetos, situações que podem determinar perdas quantitativas e qualitativas (LORINI *et al.* 2002).

O ataque de pragas, insetos e a contaminação por fungos ocasionam perda de peso dos grãos, representando menor quantidade e qualidade do produto na hora da comercialização. As perdas quantitativas médias causadas por pragas no Brasil estimadas pela *Food and Agriculture Organization* (FAO) e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), são de aproximadamente 10% do total produzido anualmente. Isso representa cerca de 14 milhões de toneladas por ano (ELIAS, 2009).

A necessidade crescente de produtos para suprir a demanda mundial de alimentos, tendo em vista o crescimento populacional, exige que a qualidade do grão colhido na lavoura seja mantida com o mínimo de perdas até o consumo final (ELIAS, 2009).

Em busca de manter a qualidade e conservação dos grãos colhidos os produtores rurais e os proprietários de indústrias beneficiadoras vão à busca de novas tecnologias que favoreçam a manutenção de sua produção agrícola, tanto na secagem como na conservação e a redução do tempo que o produto fica na empresa. Para isso, o arroz deve ser armazenado com umidade e temperatura determinadas, evitando o ataque de fungos e insetos e reduzindo o metabolismo dos grãos.

A técnica mais empregada para diminuir gradientes de temperatura na massa de grãos e, conseqüentemente, minimizar a migração de umidade, é a aeração (SAUER, 1992; JAYAS *et al.* 1995 *apud* ELIAS, 2009).

Frente a isso, acompanhamos o processo de instalação da nova técnica de secagem e armazenagem de grãos na empresa Coradini Alimentos Ltda., situada na BR 293 KM 250,2 em Dom Pedrito – RS, visando a manutenção e conservação da qualidade do produto recebido em sua unidade.

Este trabalho visa analisar a secagem a baixa temperatura com sistema de controle de umidade relativa do ar de secagem instalado em silos, onde será realizado o projeto e instalação de queimadores tipo cortina de ar, a qual possui uma operação totalmente confiável para o fornecimento ininterrupto e com capacidade para atender às demandas variáveis de gás liquefeito de petróleo (GLP), com a precisão necessária para a safra de grãos.

Observa-se que o sistema reduz em termos ambientais a emissão de ruído causado pelas turbinas de secagem e tem um tempo menor de consumo de energia elétrica. Não causa impactos sociais, porque necessita da mesma mão de obra para manutenção e operação.

Considerando o exposto apresenta-se a seguinte pergunta de pesquisa: Os sistemas de secagem de arroz em casca com ar aquecido com gás liquefeito de petróleo (GLP) são mais eficientes e mais viáveis econômica, social e ambientalmente do que os sistemas tradicionais?

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

- Comparar o sistema tradicional de secagem de grãos com o sistema de secagem com ar aquecido (gás GLP).

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Identificar e descrever as tecnologias de secagem utilizadas atualmente pela empresa.
- Descrever as novas alternativas tecnológicas disponíveis, que são: automação das turbinas, colocação de exaustores e espalhadores de grãos nos silos secadores.
- Identificar e quantificar os benefícios dessas tecnologias.
- Quantificar os custos de investimento e operação das alternativas selecionadas.

## 1.2 Justificativa

Os níveis de produtividade do arroz irrigado no Rio Grande do Sul estão entre os mais altos do Brasil. Entretanto, em alguns casos, ocorrem reduções acentuadas devido, principalmente, às condições climáticas, que estão relacionados diretamente com os decréscimos de produtividade (EMBRAPA, 2004).

Quando ocorre sua maturação fisiológica, este produto apresenta de 25 a 30% de umidade (Gomes & Merch, 1982) devendo então ser colhido, evitando assim sua exposição à ação de agentes externos na lavoura. Em geral, o arroz é colhido com uma umidade elevada em relação à recomendada para uma armazenagem segura.

A secagem deve ser promovida até que atinja a umidade adequada. Gomes & Merch (1982) indicam como a umidade ideal de armazenamento para o arroz, 14%, em base úmida, para até um ano de armazenamento e de 13%, para até cinco anos de armazenamento, enquanto Puzzi (2000) para períodos longos de armazenamento indica uma umidade de 12%, em base úmida, para o arroz em casca.

O arroz por ser um produto sazonal, necessita ser armazenado ao longo do ano para que satisfaça as demandas industriais e comerciais, bem como para poder oportunizar aos produtores preços mais elevados para uma venda na entressafra (OCÁCIA, 2002).

Quando nos referimos ao tempo total de secagem dos grãos até o ponto de industrialização observa-se que tempo de secagem com o sistema de ar aquecido é menor se comparado ao sistema tradicional dos silos secadores. Reduzir a emissão de ruído causado pelas turbinas de secagem e com um tempo menor de consumo de energia elétrica, maior eficácia e eficiência.

## 1.3 Metodologia

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada ao longo do trabalho, pois é através dela que se podem perceber os grandes avanços ou fracassos presentes num trabalho de pesquisa, principalmente quando voltado à formação acadêmica. Seguindo esta idéia, Gil (2009, p. 17) destaca que:

A pesquisa é desenvolvida mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. Na realidade a pesquisa desenvolve-se ao longo de um processo que envolve inúmeras fases, desde a adequada formulação do problema até a satisfatória apresentação dos resultados.

O presente trabalho utiliza como natureza a pesquisa Aplicada que segundo Patton, (1990 *apud* Roesch, 2010), diz que os pesquisadores trabalham com problemas humanos. Entender a natureza de um problema para que se possa controlar o ambiente. A fonte das questões de pesquisa é centrada em problemas e preocupações das pessoas e o propósito é gerar soluções para o problema.

Com relação aos objetivos foi usada a pesquisa exploratória, pois proporciona maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que esta pesquisa tem como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento foi, portanto bastante flexível de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos aos fatos estudados. (GIL, 2009).

Além disso, Sellitz *et al.*, (1967 *apud* Gil, 2009 p. 41) diz que “na maioria dos casos essas pesquisas envolvem: (a) levantamento Bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que “estimulem a compreensão”.

### **1.3.1 Quanto aos Procedimentos**

Em função principalmente do curto espaço de tempo disponível para a pesquisa e pela acessibilidade, optou-se pelo estudo de caso. De acordo com Gil (2009 p. 54) “estudo de caso é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências biomédicas e sociais. Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”.

Por outro lado Yin, (1994, *apud* Roesch, 2010) estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que busca examinar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto. Difere, pois dos delineamentos experimentais no sentido de que estes deliberadamente divorciam o fenômeno em estudo de seu contexto.

### **1.3.2 Coleta de Dados**

Pode-se dizer que em termos de coleta de dados o estudo de caso é o mais completo de todos os delineamentos, pois se vale tanto de dados de gente quanto dados de papel. Na visão de Portella (2004) a melhor forma de se pesquisar é através da integração entre os métodos

quantitativos e qualitativos, pois para analisar-se com fidedignidade uma situação é necessário o uso de dados estatísticos, bem como de outros dados quantitativos e também da análise qualitativa dos dados obtidos por meio de instrumentos quantitativos.

Na pesquisa de caráter quantitativo os processos de coleta e análise de dados são separados no tempo. A coleta antecede a análise ao contrario da pesquisa qualitativa em que ambos os processos se combinam (ROESCH, 2010).

Roesch, (2010) ressalta que as principais técnicas de coleta de dados são a entrevista o questionário os testes e as observações. Também é possível trabalhar com dados existentes na forma de arquivos, banco de dados, índices ou relatórios.

O estudo de caso requer mais de uma técnica. Isso constitui um princípio básico que não pode ser descartado. O uso de múltiplas fontes de evidência constitui, portanto o principal recurso do que se vale o estudo de caso para conferir significância a seus resultados (YIN, 2001 *apud* GIL, 2009).

Os dados foram coletados na empresa Coradini Alimentos Ltda., situada na BR 293 km 250,2 em Dom Pedrito – RS, onde autor acompanhou o processo de instalação de novas técnicas de secagem e armazenagem de grãos que visa a manutenção e conservação da qualidade do produto recebidos em sua unidade. Onde foi fotografado todo o processo, além de serem levantados todos os custos com o proprietário da empresa.

E para melhor acolher a produção de grãos das próximas safras, está em processo de instalação da automação de turbinas do conjunto de silos número dois e um sistema de secagem utilizando fonte alternativa de aquecimento (queimador a gás liquefeito de petróleo – GLP), juntamente será instalado no mesmo conjunto de silos um espalhador eletrônico temporizado e um sistema de exaustão para cada silo.

### **1.3.3 Análise de Dados**

Na análise, o pesquisador entra em maiores detalhes sobre os dados decorrentes do trabalho estatístico, a fim de conseguir respostas às suas indagações, e procura estabelecer as relações necessárias entre os dados obtidos e as hipóteses formuladas (LAKATOS & MARCONI, 2003).

Após o levantamento dos dados foi feita a análise dos mesmos para isso foram lançados em uma planilha do Programa *Microsoft Excel*, onde foram feitas tabelas comparativas o custo com energia do sistema tradicional frente ao custo com energia e gás do

sistema com gás liquefeito de petróleo (GLP), onde foi comparado qual o sistema e mais vantajoso para a empresa.

#### **1.4 Estruturação da Pesquisa**

Com base no problema de pesquisa e os objetivos, o presente trabalho esta estruturado em mais cinco capítulos.

No capítulo 2 são apresentados e discutidos os principais conceitos teóricos sobre o tema, buscando conhecimento com detalhes, das várias posições existentes sobre o mesmo, levantando os pontos de concordância e discordância, confrontando as colocações dos autores entre si, com as próprias conclusões do pesquisador, estabelecendo, dessa maneira, a base teórica para realização do trabalho.

A metodologia de coleta de dados e informações, sua forma de análise é apresentada no capítulo 3, a qual está sustentada em dois enfoques empregados de forma complementar, o quantitativo e o qualitativo, sendo que a ênfase metodológica da pesquisa e dada pelo enfoque quantitativo devido ao fato de que o trabalho trata da implantação de um novo sistema de secagem de arroz onde foi feito um comparativo entre o sistema atual e o novo sistema que foi implantado.

No capítulo 4 traz a análise dos dados coletados que foi realizada com ajuda do Programa *Microsoft Excel*, onde foi realizada uma comparação entre os dois sistemas.

No capítulo 5 tecem-se as conclusões do trabalho, onde o autor diante de tudo que foi exposto e frente aos objetivos do trabalho ira descrever suas considerações finais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Importância da cultura do arroz para o município de Dom Pedrito

O cultivo do arroz irrigado dá-se em Dom Pedrito a partir da migração de pequenos agricultores em 1959, oriundos de Agudo e Cachoeira do Sul, de descendência alemã. Seguiram colonos de origem Italiana do entorno de Faxinal do Soturno e seus descendentes.

A orizicultura irrigada é uma atividade de grande importância econômica e social para o Rio Grande do Sul. O Estado é o maior produtor nacional de arroz, respondendo por cerca de 60% do total produzido e detendo a maior produtividade do cereal(EMBRAPA, 2008).

De acordo com a FAO (2004) com exceção da Antártica, todos os demais continentes produzem arroz. O Brasil está entre os dez maiores produtores de arroz no mundo. No município de Dom Pedrito, quinto maior produtor do estado, com 360.202 toneladas (IRGA, 2012) esse cultivo destaca-se em função da localização privilegiada pela existência do rio Santa Maria e suas várzeas.

Diante dos dados apresentados sobre a produtividade deste grão, nota-se que o município de Dom Pedrito tem certa dependência desta cultura, pois não possui outras indústrias. Em épocas de safra a orizicultura tem suprido grande parte dos empregos gerados que advém das granjas e dos engenhos. Outro fator é a geração de impostos que contribuem para manutenção e bem feitorias no município.

### 2.2 Importância do arroz para alimentação humana

O arroz representa em torno de 27% de energia e 20% de proteínas consumidas nos países em desenvolvimento. Considerando que alguns destes países apresentam grandes taxas de pobreza ou indigência, o arroz também é um aliado no combate à fome, dados da FAO (2004).

Segundo dados da EMBRAPA (2006) o arroz está entre os cereais mais importantes do mundo. A Ásia é responsável por 88,95% do consumo mundial, seguida das Américas (4,94%), África (4,91%), Europa (1,03%) e Oceania (0,16%). Os países em desenvolvimento são responsáveis por 95,2% do consumo mundial e por 95,9% da produção. Em 2002, o consumo *per capita* de arroz no Brasil foi de 52,5 kg/hab/ano de arroz base casca; na década de 70, chegou a alcançar patamares de 57,5 kg/hab/ano. Essa redução é atribuída, ao longo do tempo, a vários fatores, entre os quais se destacam: a substituição do arroz por fontes de proteína de origem animal; e a mudança de hábito alimentar com o advento do *fast food*. No Brasil há variações regionais na quantidade consumida (BASSINELO E NAVES, 2008, P. 92).

Bassinelo e Naves (2008) informam que o “arroz é considerado alimento básico e essencial para uma alimentação saudável, fonte primária de energia advinda de carboidratos complexos e fonte proteica”.

### **2.3 Armazenamento de Grãos no Brasil**

Armazenar é guardar e conservar o produto, diminuindo ao máximo as perdas, utilizando-se, da melhor maneira possível, as técnicas existentes. A armazenagem é uma das operações pelas quais os grãos passam na sua cadeia produtiva, a qual tem início na escolha da área e da cultivar a ser plantada até chegar ao consumidor final (LORINE *et al*, 2002).

Os modernos sistemas mercadológicos, cada vez mais dinâmicos e com os seus novos conceitos de globalização, exigem que os processos produtivos se tornem competitivos quanto à qualidade dos produtos e ao preço final de mercado (ELIAS, 2009).

A necessidade de conhecimentos sobre conservação de grãos fica evidenciada quando são analisadas as potencialidades brasileiras de produção agrícola e são verificadas as astronômicas perdas de grande parte do que se produz, em função de deficiências em infra-estrutura, como falta de unidades de secagem e armazenamento e/ou de suas inadequações (ELIAS, 2009 p.18).

Segundo Elias (2009), apesar dos avanços da pesquisa em tecnologia de pós-colheita, a secagem ainda é praticamente o único método utilizado para a conservação de grãos no Brasil, assim como o é em grande parte do mundo.

A necessidade de estrutura adequada, os custos daí decorrentes e a exigência da adoção de tecnologias compatíveis restringem a utilização da secagem posteriormente à colheita, apesar de sua maior eficiência (ELIAS, 2009).

O autor cita a secagem como o único método utilizado para a conservação, porém depois de secos, os grãos precisam permanecer armazenados por um determinado período, aguardando sua comercialização, recebem aeração de resfriamento com temperatura controlada para manter a temperatura interna do silo abaixo de 15° evitando alterações em suas propriedades físicas e nutricionais.

Cabe salientar a deficiência nas estruturas dos armazéns tanto do governo quanto particulares, não só na conservação, mas também na capacidade física para acolher as safras de grãos no país, com o passar dos anos fica claro que há um grande avanço tecnológico não somente no plantio com o aumento das áreas, mas na colheita com máquinas mais rápidas e modernas, cobrindo uma área maior em menos tempo, e com essa deficiência na

armazenagem, além de se perder na lavoura, pode se perder na armazenagem em média 3%, devido a estruturas ultrapassadas que não acompanharam a evolução tecnológica do setor agrícola, segundo Rui Menezes Pontes consultor técnico de vendas da empresa Termogrãos/Cycloar.

#### **2.4 Tipos de secagens de arroz**

Segundo Puzzi (1986) secagem é a operação que tem por finalidade reduzir o teor de umidade do produto a nível adequado à sua estocagem por um período prolongado, sendo a principal operação no sentido de se obter um produto de boas características.

A secagem de grãos em baixa temperatura, em leito fixo é uma das alternativas de secagem dentro da cadeia de produção, possibilita a obtenção de um produto final de melhor qualidade devido à baixa movimentação dos grãos no silo. Além disso, exige um baixo investimento inicial se comparado com os sistemas de secagem que utilizam altas temperaturas (ELIAS, 2009).

Segundo Weber (1998), *apud* Portella e Eichelberger (2001) sistemas de secagem em que se usam combustíveis líquidos ou gasosos, como gás liquefeito de petróleo (GLP) e gás natural (GN), oferece vantagens, como simplicidade de operação e excelente controle de temperatura, favorecendo a automação da secagem. Partindo dessa afirmação está fundamentado o interesse da empresa estudada em implantar esse novo processo de secagem dos grãos armazenados.

A secagem artificial do arroz, forçada ou mecânica, é amplamente utilizada e os métodos de secagem combinam temperatura e fluxo de ar, tempos e formas de movimentação dos grãos e de contato ar/grão (EMBRAPA, 2005) como:

- Secagem estacionária: é a não movimentação dos grãos, colocados nos silos-secadores, onde sofrem a ação do ar, aquecido ou não, pelo qual é movimentado mecanicamente, e pode ser feita com ar forçado, à temperatura de até 45°C, para camadas não superiores a 1,0m.
- Secagem intermitente: são utilizados os secadores intermitentes, e a operação ocorre com movimentação dos grãos e do ar de secagem, que mantém períodos alternados de contato e de isolamento. Em sementes, a temperatura do ar não deve ultrapassar 45°C e a da massa de semente, 40°C, dentro do secador.

- Secagem contínua: faz uso dos chamados secadores contínuos, que constam de estrutura com pelo menos duas câmaras, uma de secagem propriamente dita e uma de arrefecimento. Neste sistema, os grãos ingressam úmidos, mantêm contato com o ar aquecido na primeira câmara, perdem água e se aquecem. Ao passarem pela segunda câmara, tomam contato com ar à temperatura ambiente, quando são resfriados.
- Seca-aeração: utiliza um secador convencional contínuo adaptado, em que a câmara originalmente destinada ao resfriamento recebe ar aquecido, se transformando, dessa forma, numa segunda câmara de secagem, de onde os grãos saem ainda quentes e parcialmente secos, indo diretamente a um secador estacionário, onde permanecem em repouso durante um determinado tempo.

## **2.5 Processos tecnológicos da secagem e do armazenamento na conservação de grãos**

Características próprias dos grãos lhes conferem propriedades específicas, as quais interferem tanto em seus processos conservativos quanto tecnológicos (ELIAS, 2009).

Segundo Weber (1995) os grãos são seres vivos e, como tal, mesmo desligados biologicamente da planta desde o momento de sua maturação, eles respiram, liberam gás carbônico (CO<sub>2</sub>), água (H<sub>2</sub>O) e calor.

Ao serem armazenados, os grãos ficam sujeitos à ação de diversos fatores como calor, umidade, oxigênio, organismos associados, atividade enzimática intrínseca e outros (ELIAS, 2009).

## **2.6 Aeração, objetivos e tipos de aeração**

A aeração pode ser definida como a prática de se ventilar os grãos com fluxo de ar cientificamente dimensionado, para promover a redução e a uniformização da temperatura na massa de grãos armazenados. (ELIAS, 2009)

Segundo o Elias (2009) dentre as propriedades dos grãos, a porosidade, a higroscopicidade e a condutibilidade térmica têm grande importância na aeração. O fato de os grãos constituírem uma massa não compacta, porosa, possibilita a passagem do ar entre eles.

Num silo e/ou armazém, os grãos são os principais componentes de um ecossistema dinâmico, em constante transformação, cujas interações químicas, físicas e biológicas promovem alterações quantitativas e qualitativas, influenciando diretamente no metabolismo dos grãos e na sua conservação (ELIAS, 2009).

Além da aeração, outras formas de se promover a ventilação dos grãos são a transilagem e a intrassilagem. Na aeração, o ar passa, forçadamente, pela massa de grãos, com auxílio de ventilador ou exaustor enquanto na transilagem e na intrassilagem são os grãos que passam pela massa de ar, com auxílio do elevador (ELIAS, 2009).

Os objetivos essenciais da aeração são o resfriamento e a manutenção do grão a uma temperatura suficientemente baixa e uniforme para assegurar uma boa conservação, através da redução das atividades metabólicas dos próprios grãos e dos organismos associados (ELIAS, 2009).

Em geral, ao se promover a aeração de grãos, num silo ou num armazém, busca-se:

- Manter baixa e uniforme a temperatura dos grãos;
- Reduzir os riscos de perda por deterioração;
- Evitar a migração da umidade, que ocorre pela formação de correntes convectivas;
- Complementar a secagem;
- Corrigir pequenas variações de umidade e/ou temperatura dos grãos e/ou decorrentes de odores indesejáveis.

São tipos mais comuns de aeração: de resfriamento ou manutenção, provisória, corretiva, secante e transilagem:

A aeração provisória é utilizada em grãos recém-colhidos, que cheguem úmidos (com umidade superior à recomendada para uma boa conservação) na unidade de armazenamento. Neste caso, a aeração é utilizada como meio de conservação temporária enquanto os grãos aguardam a secagem, para controlar não apenas danos imediatos(ELIAS, 2009).

A corretiva normalmente é utilizada em duas situações:

- Quando, por metabolismo, os grãos armazenados adquiriram odores estranhos. Com a aeração se pode corrigir esse defeito;
- Quando, por interesse de conservação, os grãos forem armazenados com umidade menor do que a de comercialização.
- A aeração, com ar úmido, realizada um pouco antes da expedição, pode corrigir essa diferença, sem afetar a qualidade do produto (ELIAS, 2009).

Já a aeração secante segundo Elias (2009) tem por objetivo manter os grãos a uma temperatura suficientemente baixa, ocasionando uma lenta dessecação, no próprio silo. Nesse caso, diferentemente da aeração de manutenção de grãos armazenados secos, ao invés do uso

de silo-aerador, com dutos de aeração ou canais, cobertos por chapa perfurada, na aeração secante é recomendável o uso de silo-secador, com fundo falso perfurado.

Para Weber (1995) uma unidade de armazenagem pode ser dotada de um sistema especialmente projetado para realizar a secagem no próprio silo. O teor de umidade bem como as condições climáticas deve ser observado no projeto.

E por ultimo a transilagem essa técnica também pode ser classificada como um tipo de aeração de resfriamento. Deve ser realizada quando for constatada uma elevação da temperatura do grão, se o silo não for dotado de um sistema eficiente de ventilação (ELIAS, 2009).

Segundo o mesmo autor este método consiste em se transferir o grão de um silo para outro, fazendo com que haja redução e homogeneização da temperatura.

### **2.6.1 Aeração**

A aeração é realizada pela circulação forçada do ar ambiente através da massa de grãos. O ar é insuflado ou aspirado por um ventilador ou exaustor, conduzido na massa de grãos através de condutos, onde é convenientemente distribuído por sistema de canaletas ou dutos de distribuição. A eficiência da aeração é devida em grande parte à homogeneidade da distribuição do ar (ELIAS, 2009).

A insuflação e a sucção têm eficiências praticamente iguais, desde que sejam corretamente dimensionadas. Por exemplo, se o ventilador for subdimensionado, na insuflação ocorrerá condensação na cobertura ou “chapéu” do silo e na sucção haverá o “embuchamento” do ventilador por partículas menores que certamente serão arrastadas (ELIAS, 2009).

Na circulação forçada, que ocorre na aeração, o ar, nas condições ambientais, ou parcialmente modificadas, é insuflado ou aspirado por ventilador ou exaustor, que o distribui convenientemente através da massa de grãos. A eficiência da aeração depende em grande parte da homogeneidade da distribuição do ar(ELIAS, 2009).

A aeração por insuflação e aspiração (ou sucção) podem apresentar eficiências equivalentes (Quadro1), desde que sejam corretamente dimensionadas (ELIAS, 2009).

Quadro 1 - Características comparativas operacionais entre aspiração e insuflação.

Operação	Aspiração	Insuflação
- Enchimento do silo	- Baixo rendimento, trabalho triplicado	- Rendimento real, de acordo com o projeto de aeração.
- No silo carregado	- Ao entrar em contato com os grãos, o ar já está modificado, em função da irradiação e da condutibilidade térmica, transferindo calor para o interior do silo. Isso aumenta sua capacidade de transferência à interna de umidade.	- O ar insuflado que entra em contato com os grãos tem ainda as condições ambientais e começa a resfriá-los já desde o ingresso. Se os grãos aquecidos estiverem na base, há o arrefecimento imediato; se eles estiverem no topo, o ar não transportará calor pela massa.
- Inspeção por análise do ar que sai do silo	- A inspeção pode ser mascarada, porque se os problemas não estiverem na base do silo, o ar que sai já interagiu com os grãos em bom estado.	- A inspeção pode ser mascarada, porque se os problemas não estiverem no topo do silo, o ar que sai já interagiu com os grãos em bom estado.
- Na aeração	- Aquece o que deveria resfriar e pode umedecer o que deveria permanecer seco. Isso gasta mais energia para ter menor qualidade da massa de grãos.	- Permite excelente taxa de ar no momento do enchimento do silo ou do graneleiro, aumentando a segurança operacional, com transferência uniforme de calor e vapor.

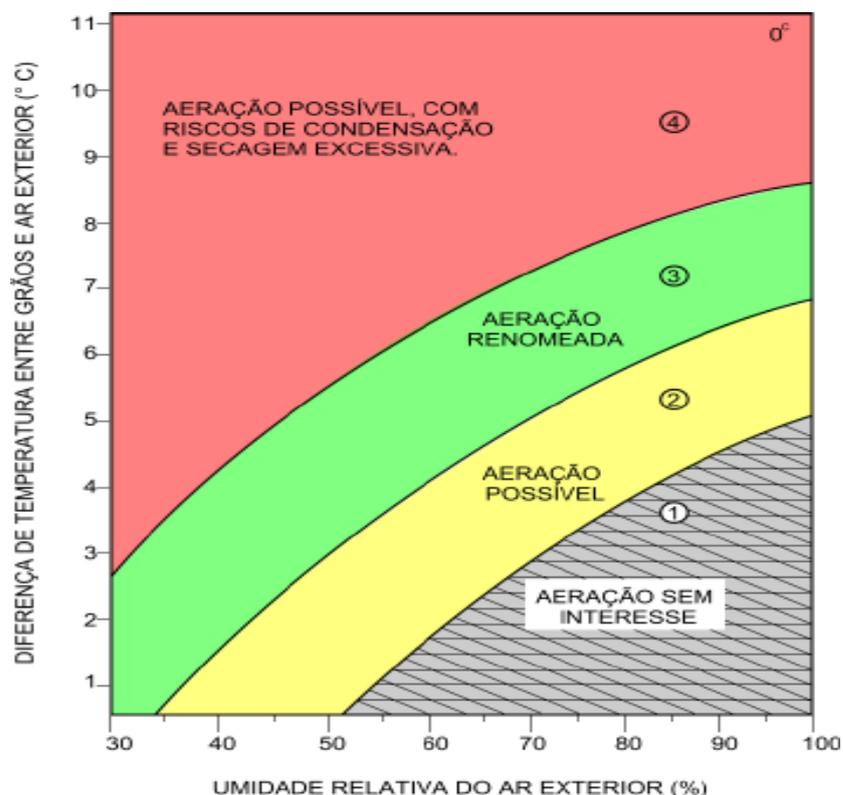
Fonte: Adaptado de Peres (2000)

É necessário ter como primeiro princípio de conduta a redução da temperatura do grão e, por conseguinte, intervir quando a temperatura do ar for inferior em alguns graus à temperatura do grão (ELIAS, 2009).

O diagrama de aeração de grãos (Figura 2) pode auxiliar nesses casos. Segundo Elias (2009) outro importante princípio a ser observado na aeração é intervir preventivamente, e não corretivamente, para remediar uma elevação de temperatura pelo aquecimento natural do grão, pois só ocorre aumento de temperatura quando há metabolismo e, aí, as perdas já são irreversíveis.

Há alguns anos, nos manuais de aeração, havia a recomendação de não ligar o ventilador se a umidade relativa do ar fosse alta. Modernamente, a recomendação indica evitar ligar o ventilador nas horas em que as umidades relativas do ar forem muitas elevadas (ELIAS, 2009).

Figura 1 - Diagrama de aeração de grãos.



Fonte: Lasseran (1978).

Umidade e temperatura do ar e dos grãos influem no equilíbrio higroscópico de cada espécie. Além disso, quando o ar entra em contato com o ventilador e com as paredes do sistema de transporte, o atrito das moléculas provoca aumentos de sua temperatura e a conseqüente redução de sua umidade relativa, o que favorece a aeração (ELIAS, 2009).

Também, por características de higroscopicidade, os grãos têm cerca de sete vezes mais facilidade de perder água do que de sorvê-la. Segundo Sinha e Muir (1973, *apud* Elias 2009) sendo o equilíbrio higroscópico atingido por um processo dominante de dessorção, o grau de umidade dos grãos é superior ao obtido quando o equilíbrio higroscópico se dá por um processo de sorção de água.

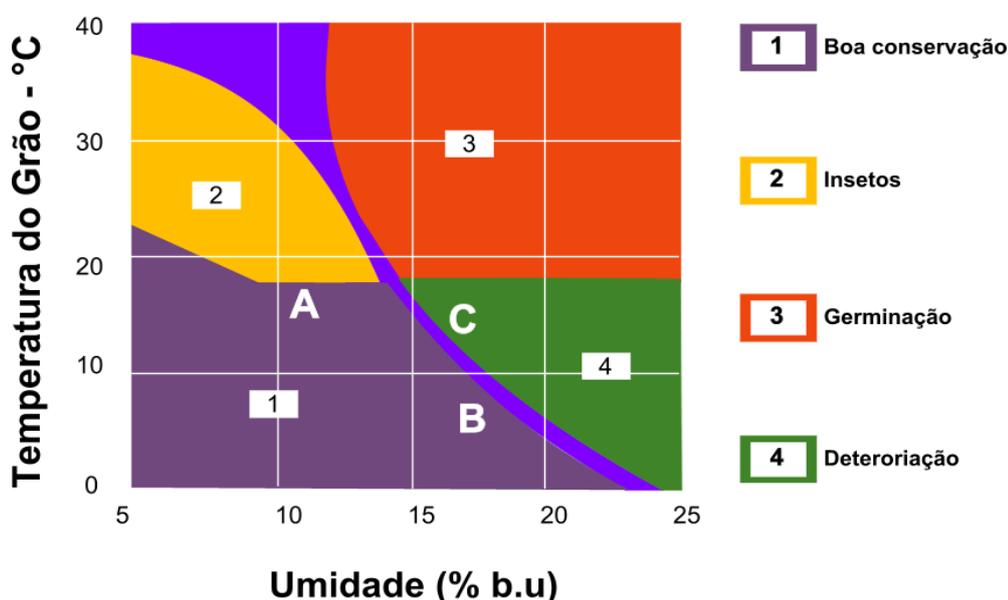
Em qualquer circunstância, é recomendável a consulta ao diagrama de aeração de cereais, que considera simultaneamente umidade relativa do ar e diferença de temperatura entre ar e grãos (ELIAS, 2009).

Para grãos armazenados em condições de conservação, limpos e com umidade entre 8 e 14%, ela tem como finalidade neutralizar o aquecimento espontâneo dos grãos e as correntes de convecção formadas devido a diferenças de temperatura e massa. (WEBER, 1995)

O diagrama de conservação de grãos (Figura 01), elaborado por Burges e Burrel, segundo Cristensen (1973), permite identificar as condições mais propícias para controle metabólico dos próprios grãos, assim como dos principais organismos que os acompanham no armazenamento, por isso denominados organismos associados (ELIAS, 2009).

Frente a tudo isso busca-se manter baixa e uniforme a temperatura dos grãos, reduzir os riscos de perda, evitar a migração da umidade, que ocorre pela formação de correntes convectivas, complementar a secagem e corrigir pequenas variações de temperatura e/ou de umidade dos grãos.

Figura 2 - Diagrama de conservação de grãos



Fonte: Burges e Burrel (1964).

É interessante notar que no diagrama de conservação de grãos, são consideradas a umidade e a temperatura apenas dos grãos, enquanto suas relações com as umidades e temperaturas do ar são apresentadas no diagrama de aeração de grãos (ELIAS, 2009).

Assim como a intrassilagem, a transilagem também pode ser considerada uma aeração de resfriamento. Deve ser realizada se o silo não for dotado de um sistema eficiente de ventilação. Consiste na transferência dos grãos de um silo a outro, para que haja redução e homogeneização da temperatura. Como na aeração é forçada a passagem do ar pela massa de grãos e na transilagem são os grãos que passam pela massa de ar, sempre que possível se deve preferir a aeração (ELIAS, 2009 p.100).

## **2.7 Qualidade do arroz no pós-colheita**

Segundo Elias (2010), a pós-colheita é a etapa que representa o gargalo operacional mais expressivo da cadeia produtiva do arroz, e que para ser superado necessita de novas atitudes tecnológicas embasadas em sólidos conhecimentos científicos.

Neste sentido esta pesquisa contribuirá muito para a cadeia produtiva do arroz na região da fronteira do Rio Grande do Sul, que vem aumentando significativamente sua área de plantio e suas produtividades. Toda esta produção tem que ser adequadamente tratada para que chegue ao mercado em excelente qualidade de consumo e com manejos e custos compatíveis.

A colheita de arroz vem ao longo dos anos se tornando maiores, mais adiantadas e mais rápidas. Ou seja, se colhe mais, mais cedo e a colheita dá-se a cada ano em períodos mais curtos. Neste sentido os processos de pós-colheita (transporte, recepção, limpeza, secagem e armazenagem) tem que ter muita eficiência para dar conta da demanda.

## **2.8 Segurança do trabalho em unidades armazenadoras e agroindústrias**

Uma das questões que mais preocupa junto às unidades armazenadoras, diz respeito aos acidentes que ocorrem causados pelos mais diferentes motivos, começando pelas falhas humanas, ou de operação (WEBER, 1995).

Para preservar a integridade do funcionário responsável por este serviço recomenda-se não caminhar sobre grandes volumes de grãos sem corda de segurança e jamais quando um registro está ou será aberto no fundo do silo, segundo Weber (1995) para maior sucesso no que diz respeito à preservação da integridade da vida humana, recomenda-se implantar em cada unidade, uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA).

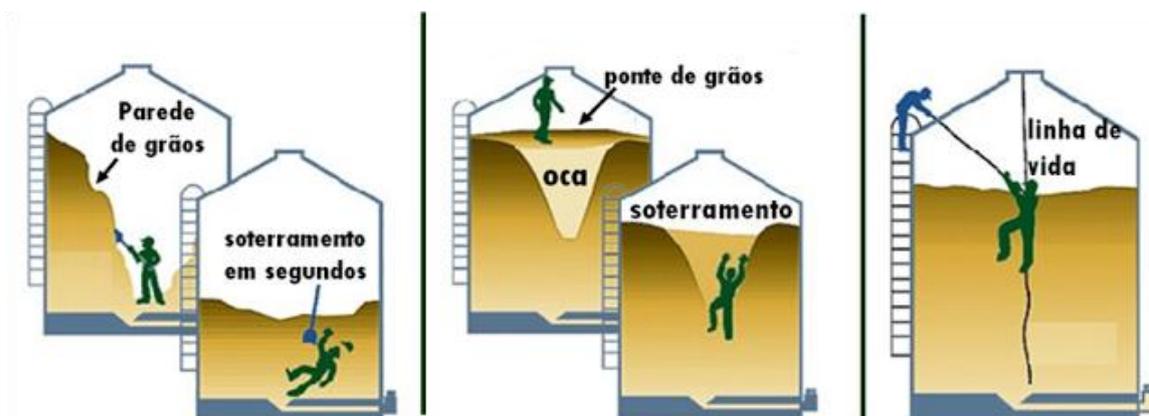
Regulamentada pela NR 5 - a qual tem como objetivo principal manter a busca pela prevenção de acidentes garantindo assim, a saúde do trabalhador (BRASIL, 2007). Já a NR 6 – Equipamento de Proteção Individual (EPI) visa garantir a segurança dos funcionários, ou seja, obriga a empresa a disponibilizar gratuitamente os EPI, de acordo com risco da atividade. Todavia, deve haver orientação sobre a importância da utilização correta do EPI (BRASIL, 2009c).

A NR 33 – Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados, a qual busca determinar requisitos mínimos para identificação de espaços confinados, almejando o

reconhecimento, monitoramento e controle dos riscos que podem afetar diretamente ou indiretamente os trabalhadores (BRASIL, 2006).

Conforme mostra a figura 3, é necessário e mais seguro que se esteja acompanhado de outro funcionário no momento em que se está trabalhando em locais onde haja risco eminente de acidentes.

Figura 3 - Perigo na movimentação de grãos



Fonte: Blog zona de risco (2011)

Neste ponto fica claro que se trabalhar em lugares onde haja risco de ocorrer acidentes graves, mas dispusermos de equipamentos automatizados onde necessite a mínima interferência humana, conseguiremos diminuir muito essa incidência, preservando a integridade dos funcionários e conseqüentemente diminuir custos desnecessários pela falta desse profissional em seu local de trabalho.

## 2.9 Inovação tecnológica

A inovação ganha importância em razão de sua estreita relação com a competitividade, segundo Carvalho (2011) normalmente, quanto mais inovadora a empresa for, maior será sua competitividade e melhor sua posição no mercado em que atua. Essa alta capacidade para inovar transforma idéias em produtos, serviços e processos inovadores de forma rápida e eficiente. Num mercado competitivo, parar no tempo significa perder dinheiro, é preciso acompanhar esse processo inovador e oferecer ao consumidor final um produto com qualidade.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O objetivo deste capítulo consiste em analisar os dados, obtidos através da pesquisa de campo, levantados na Empresa Coradini Alimentos Ltda., no município de Dom Pedrito. A análise foi desenvolvida com os dados coletados na empresa frente ao processo de instalação de uma nova técnica de secagem e armazenagem de grãos visando à manutenção e conservação da qualidade do produto recebido em sua unidade.

#### **3.1 Apresentação da empresa Coradini Alimentos Ltda.**

A pesquisa foi realizada na empresa Coradini Alimentos, a Família Coradini é originária da região central do Estado, do município de Faxinal do Soturno. Estabeleceu-se em Caçapava do Sul no ano de 1964, quando foi fundada a empresa. Em 1975, em busca de melhores perspectivas deslocou suas instalações para o município de Bagé, que na época dava os primeiros passos na produção de arroz e carecia de indústrias que o processassem.

A integração na nova região foi imediata. Do início como uma pequena beneficiadora, hoje é uma das maiores empresa em sua área de atuação. Em 1983 estendeu-se a Dom Pedrito, distante 70 km de Bagé, onde construiu outra unidade industrial. Os produtos Coradini Alimentos são comercializados em praticamente todos os estados brasileiros através de uma rede de representantes.

Possui os mais modernos equipamentos de beneficiamento existentes, importados do Japão. Seu processo de produção, em decorrência disso, é totalmente automatizado e com alta capacidade de processamento.

#### **3.2 Sistema utilizado na empresa**

O sistema atual da empresa, é operado e controlado manualmente, foi coletado os dados de planilhas atualizadas a cada quinze dias em um silo de outro conjunto igualmente com 25.000 sacos, operado com dois motores de 20cv, onde os grãos estavam com umidade inicial de 19% chegando a umidade final entre 11% e 12%, não uniforme, sendo necessário intrasilar para homogeneizar os diferentes pontos de umidade dentro do silo, e por outro lado se for necessário utilizar-se do produto para comercialização num curto espaço de tempo é necessário utilizar secadores de alta temperatura para chegar à umidade desejada.

Devido a variáveis de temperatura e umidade o tempo de secagem gira em torno de 120 dias, podendo aumentar devido a essas variáveis. Após estar com carga completa, devido ao enchimento ser feito no centro através de um duto localizado no teto do silo há concentração do produto necessitando que seja esparramado para ficar uniforme para que aeração seja eficiente.

Podemos observar que durante o enchimento do silo não possuindo espalhador automatizado os grãos que são mais pesados se concentram no centro formando um cone e as possíveis impurezas e casca dos grãos não retiradas nas peneiras de pré-limpeza se concentram nas laterais do silo, tornando-se focos de calor e possivelmente proliferação de fungos e bactérias, necessitando de um controle rigoroso de temperatura.

Havendo essa necessidade de distribuição dos grãos no interior do silo é preciso que funcionários façam este serviço. Neste ponto fica claro que se trabalharmos em lugares onde haja risco de ocorrer acidentes graves, devemos primar pela segurança dos funcionários, mas dispusermos de equipamentos automatizados onde necessite a mínima interferência humana, conseguiremos diminuir muito essa incidência, preservando a integridade dos funcionários e consequentemente diminuir custos desnecessários pela falta desse profissional em seu local de trabalho.

O silo localizado no conjunto 2 onde está sendo feito as melhorias possui dois pontos de coleta dos grãos, um na parte inferior (abertura lateral) e outra na parte superior (abertura no teto), depois de retiradas as amostras são levadas ao laboratório de análise da própria empresa e são feitas pelos responsáveis do setor, retornam ao responsáveis do armazenamento e repassadas para as planilhas de controle, repetindo essa operação sempre que necessário até que o produto esteja a umidade desejada.

### **3.3 Processo de instalação do novo sistema de secagem**

Acompanhando o processo de instalação de secagem com baixas temperaturas conforme técnicas descritas no presente trabalho, identificamos alguns benefícios se compararmos a outras formas de secagem de grãos.

Atualmente a grande necessidade das empresas está na recepção do produto em períodos de safras, que na sua maioria não estão adaptadas para essa nova realidade, maiores áreas plantadas e colheitas mais rápidas, devido ao avanço tecnológico nas máquinas e equipamentos utilizados para este fim, por sua vez os produtores ansiosos e preocupados

principalmente com as mudanças climáticas, chuvas fortes, granizo e outras intempéries que afetam diretamente na sua plantação, correndo riscos de perderem sua produção, acabam antecipando ao máximo a colheita dos grãos.

Muitas vezes estão com um teor de umidade mais elevado fora dos padrões ideais de serem colhidos, preferindo assim perder um pouco em descontos nas indústrias ao invés de perderem na lavoura. Diante desta preocupação as indústrias e também os produtores rurais vem estudando novas maneiras de recebimento, secagem e armazenagem dos grãos colhidos, com a agilidade na colheita o fluxo de recebimento tem que ser compatível com essa demanda.

O que antes levaria mais tempo, pois o produto com um grau de umidade mais elevado necessitaria levar este produto para uma secagem que use lenha, casca de arroz ou outro tipo de material como combustível para secá-lo em menos tempo e deixá-lo com umidade compatível à sua conservação entre 11% e 12% e o transferindo para depósito em silos onde permanecerá armazenado até o momento de sua comercialização.

Frente a isso, a empresa necessitou realizar melhorias em sua estrutura física que compõe: instalação elétrica, ventiladores industriais 40CV (para substituir os motores antigos 20CV) está troca foi necessária devido à automação do processo que precisa de motores potentes para vencer a camada de grãos e ter um bom funcionamento do novo sistema.

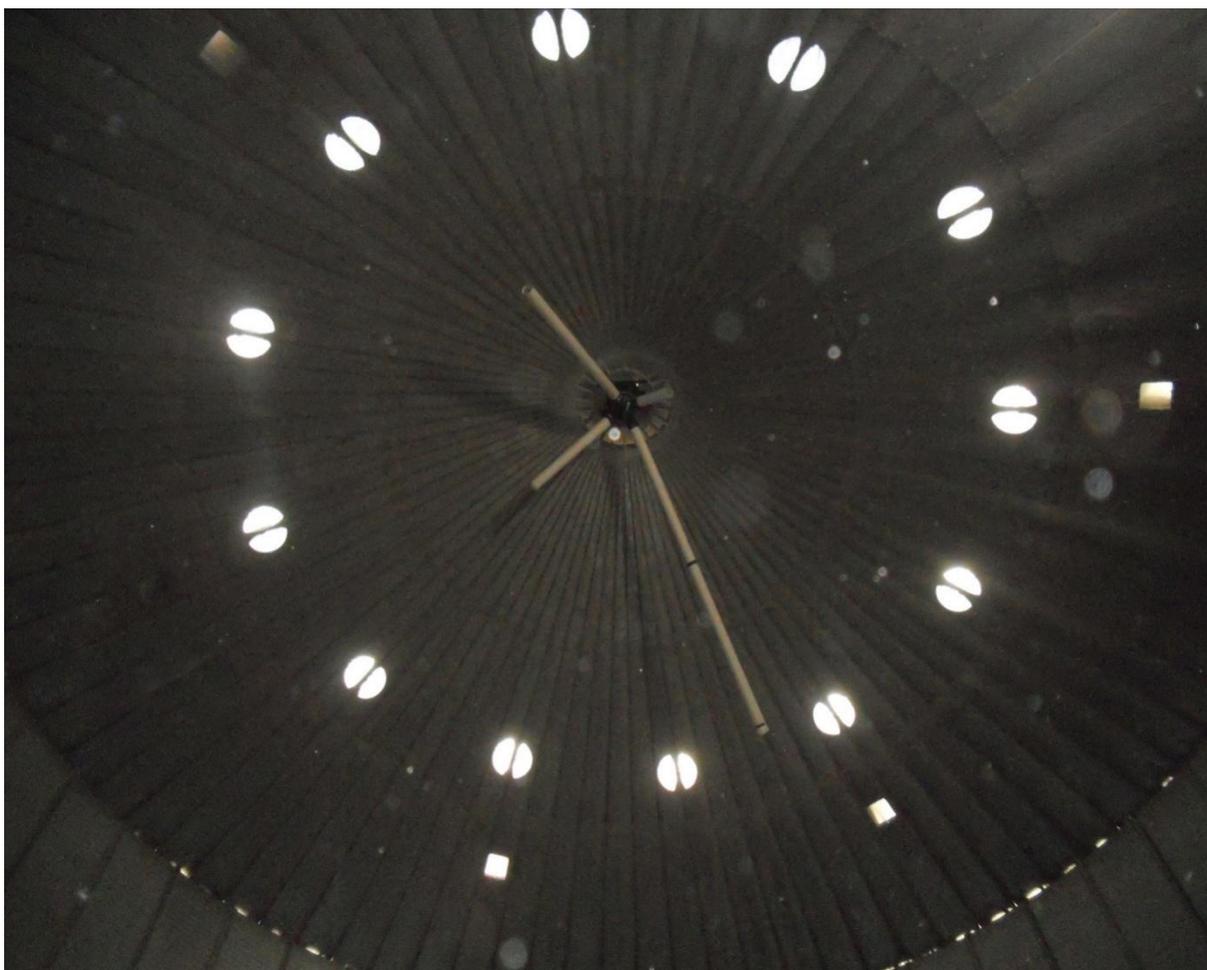
Figura 4– Exaustor eólico



Fonte: Cycloar, 2013.

Para que a aeração de cada silo seja completa, da parte mais baixa até o teto e com o auxílio dos exaustores eólicos ( Cycloar) mostrado na figura 1, que foram instalados para auxiliar neste processo faz com que o ar corrigido circule por todo o interior dos silos, não formando bolsões de ar ocasionados por condensações (mudanças de temperaturas dia/noite) deixando o ambiente propício para proliferação de pragas (fungos, bactérias).

Figura 5– Espalhador eletrônico de grãos



Fonte: Autor, 2014.

A figura 2, nos mostra o distribuidor de grãos que tem como objetivo espalhar de forma mais homogenia possível dentro da unidade armazenadora. Isso evita a compactação localizada, desta forma a aeração não encontra zonas preferenciais. Com isso, obtêm-se uma secagem mais parelha dentro da unidade armazenadora.

Figura 6–Tanques de armazenamento do gás GLP



Fonte: Autor, 2014.

Durante este processo é necessário à utilização de tanques para armazenagem do combustível usado para aquecer o ar na secagem dos grãos, neste caso específico é usado gás liquefeito de petróleo fornecido pela empresa conforme figura 2, que aluga os tanques através de um contrato por sistema de comodato com validade de três anos, renovável conforme necessidade do usuário, para melhor explicar como funciona este método, o usuário só paga pelo produto consumido.

Os tanques são recarregados através de solicitação para que este serviço seja efetuado, como descrito neste trabalho existem medidores de consumo do gás próximo às turbinas, mediante esta leitura é possível saber o quanto se consome para secar uma determinada quantidade de produto daquela unidade armazenadora, já nos tanques de depósito do gás a recarga é feita através de caminhões com reservatório e medidores de recarga, é emitida nota fiscal e paga-se somente o consumo registrado no medidor de gás conforme a figura 4.

Figura 7–Medidor de gás



Fonte: Autor, 2014.

Figura 8–Sistema de turbina com queimador



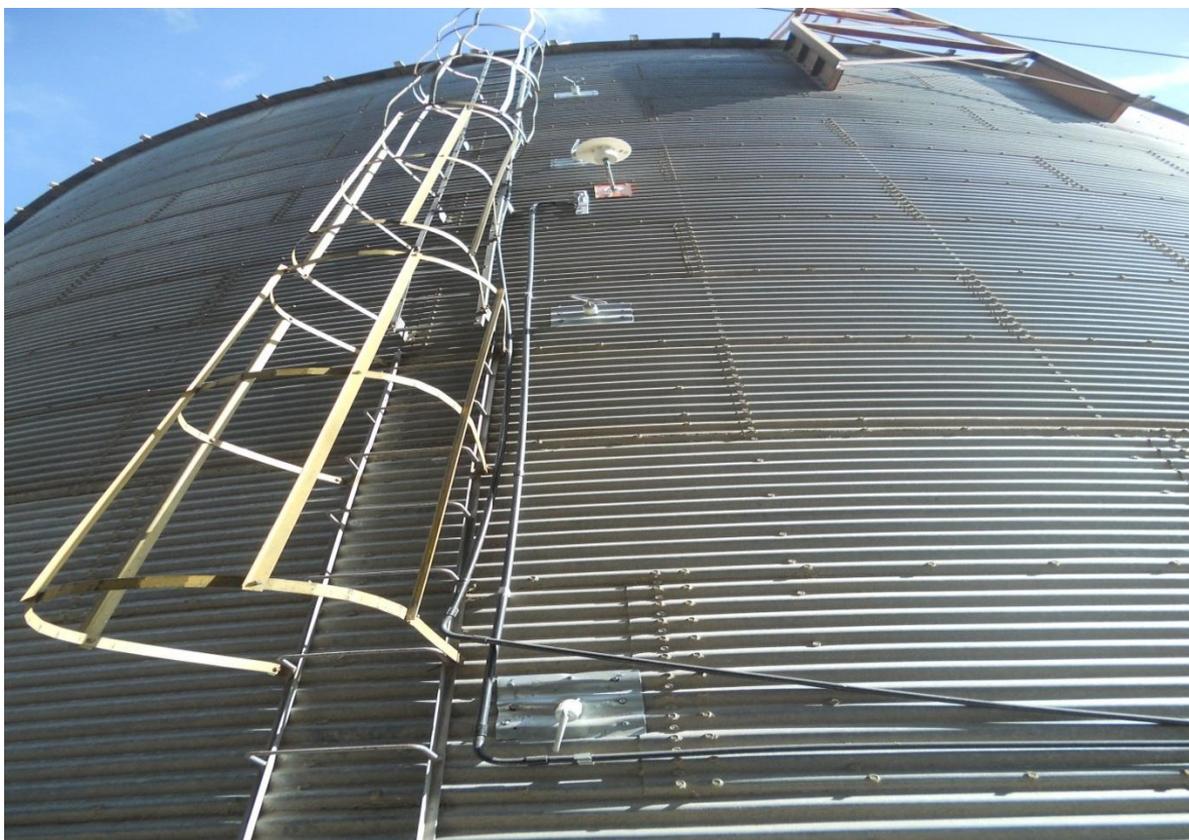
Fonte: Autor, 2014.

A automação das turbinas em silos se faz necessário pelos ganhos que proporciona e pela tranquilidade que oferece a quem está operando, com uma programação simples. Durante o processo de secagem o controle do funcionamento é absoluto evitando que a umidade do ar atinja índices prejudiciais durante serração, com ou sem (queimadores a gás) fonte de calor, proporciona economia da fonte energética e diminui o risco de re-umedecimento dos grãos depositados em silo ou armazém.

Alterando-se a programação para resfriamento quando for necessário, com a possibilidade de programação do diferencial de temperatura da massa de grãos e da temperatura ambiente, acaba o risco de que a melhor hora para resfriar os grãos seja esquecida. Também elimina a possibilidades de se acionar as turbinas em horários desfavoráveis, evitando o alto consumo de energia elétrica, o re-umedecimento ou até mesmo a supersecagem dos grãos.

Imediatamente as turbinas e o sistema de secagem com gás são acionados e tem início a aeração com ar aquecido como mostra a figura5, faz com que o produto esteja pronto pra comercialização num período menor que o tradicional, podendo variar de 20 a 60 dias.

Figura 9– Pontos de coleta de grãos para teste



Fonte: Autor, 2014.

A figura 6 nos mostra pontos de coleta instalados na lateral dos silos armazenadores como objetivo de obter informações a respeito das reais condições em que se encontram os grãos armazenados através de coletas periódicas de amostras em quatro pontos distintos e lançadas em planilhas de controle conforme modelo em anexo a este trabalho.

### **3.4 Início do Processo de secagem**

No dia 11/04/2014 iniciou-se na empresa Coradini Alimentos Ltda. o processo de secagem com queimadores modelo UR 60 fabricados pela empresa Termogrãos á base de gás (GLP), que consiste na colocação dos grãos até preencher umas duas chapas dos silos, mais ou menos 5.000 sacos de arroz em casca, havendo um rodízio neste conjunto composto por quatro silos secadores, facilitando assim o bom funcionamento desse novo processo.

Neste estágio encerra-se a secagem e inicia-se o processo de resfriamento dos grãos controlando a temperatura, utilizando-se da natureza, sendo que na região sul, o inverno é mais rigoroso e os silos são feitos de chapas metálicas galvanizadas, resfriam no inverno sendo mais fácil o controle da temperatura, mantendo o produto resfriado por um longo período de tempo evitando proliferação de fungos e bactérias prejudiciais a saúde humana, diferente do verão que aquecem devido a insolação diária, daí a necessidade e preocupação desse tipo de cuidado.

Neste processo a secagem é feita com ar natural, somente com a umidade corrigida por isso a diminuição no tempo de secagem dos grãos é menor variando de acordo com a quantidade de produto e umidade dos grãos, conseqüentemente poderá haver economia de energia em torno de 30% a 50%, afirmação baseada principalmente no tempo de secagem que é menor no processo com ar aquecido se comparado com o sistema convencional de seca aeração, neste o produto necessita passar pelo secador de alta temperatura antes de ser beneficiado.

A tabela 1, nos mostra que para secagem de um silo com capacidade de 25.000 sacos, com a umidade inicial de 19%, com tempo de aeração de 20h50min por dia, chegando à umidade final desejada de 12%, no sistema tradicional tempo de secagem é de aproximadamente 120 dias, já no sistema a gás gira em torno de 45 dias, tendo como base o custo de R\$ 0,2228 o kW/hora dado retirado da nota fiscal de energia da empresa.

Tabela 1– Custos por silo de 25.000 sacos

<b>Sistemas</b>	<b>Sistema convencional</b>	<b>Sistema com Gás</b>
<b>Tempo de armazenamento</b>	120 dias	45 dias
<b>Consumo de energia</b>	R\$ 16.137,60	R\$ 12.398,40
<b>Consumo de gás</b>	R\$ 0,00	R\$ 8.437,50
<b>Custo mão de obra</b>	R\$ 260,00	R\$ 0,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 16.397,60</b>	<b>R\$ 20.835,90</b>

Fonte: Autor, 2014.

Nota-se que o consumo do sistema a gás é 27,07% maior que no sistema convencional, mas em relação ao tempo de permanência que o produto fica na unidade o sistema a gás é bem menor se comparado ao outro. Frente a isso, este custo pode variar de acordo com o tempo de secagem conforme comentado anteriormente. Comparados os dois sistemas e levado em conta as devidas proporções o custo total de energia por sacos de 50 kg. No sistema convencional é de R\$ 0,6456 e no sistema automatizado é de R\$ 0,4960 e o consumo de gás R\$ 0,3994.

Após o levantamento dos dados, conclui-se que existem variáveis determinantes durante o processo de secagem e armazenagem, que são a umidade dos grãos e a umidade relativa do ar, fazendo com que o tempo de secagem também oscile de acordo com a quantidade e a umidade dos grãos.

### **3.5 Custo de implantação do sistema**

Promovendo também o bom funcionamento dos motores que por serem mais potentes, a um grande volume de ar insuflado pelos ventiladores no interior do silo com o objetivo de diminuir a temperatura da massa dos grãos quando os ventiladores são desligados pela umidade acima do desejado, os exaustores auxiliam, pois funciona com uma saída de ar auxiliar, intensificando a pressão de ar no interior do silo com o aumento da potência dos motores se faz necessário essa saída do ar para não prejudicar o bom funcionamento das turbinas, que não tendo por onde sair o ar que possa estar sendo excessivo, prejudicar no bom funcionamento dos motores causando consumo desnecessário de energia.

Além disso, há outros benefícios na armazenagem com a utilização de exaustores, evita o gotejamento na camada superior do silo causada pela mudança de temperatura, o que ocorre com frequência em determinadas épocas do ano em nossa região:

- Não havendo essa umidade desnecessária na camada superior evita o mofo, deterioração dos grãos e possível germinação;
- Evita-se a compactação da camada superior; como relatado anteriormente contribui com a aeração forçada; inibe a proliferação de pragas e insetos porque mantém as qualidades físicas do produto;
- Auxilia na conservação das estruturas física dos silos e de armazéns evitando a corrosão; extrai gases e poeira ou pó suspensos, que em grandes concentrações pode causar explosões.

Podemos dividir os custos de investimentos deste processo conforme a tabela 2:

Tabela 2 – Itens opcionais do sistema de secagem com ar aquecido com gás (GLP)

<b>Itens opcionais</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>
12 exaustores Cycloar	-	R\$ 11.760,00
1 distribuidor de grãos	-	R\$ 7.800,00
1 queimador	R\$ 25.000,00	R\$ 25.000,00
Automação turbinas	R\$ 6.800,00	R\$ 6.800,00
4 coletores	-	R\$ 2.000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 31.800,00</b>	<b>R\$ 53.360,00</b>

Fonte: Autor, 2014

No cenário 1 partindo do pressuposto que a empresa ou propriedade possua em suas instalações estruturas físicas de armazenagem e secagem onde não necessite de melhorias, somente da implantação da automação das turbinas e instalação de queimadores, neste cenário os custos financeiros são de R\$ 31.800,00 para cada silo.

No cenário 2 tem-se como resultado financeiro da implantação do sistema de secagem da automação das turbinas e os queimadores acrescidos de três itens que são considerados opcionais. Porém de fundamental importância e completa o funcionamento de todo o processo, que são os distribuidores de grãos automáticos, os coletores de amostra instalados na parte externa lateral do silo armazenador e os exaustores; neste cenário os custos são de R\$ 53.360,00 para cada silo.

No cenário 3 obtivemos os custos totais para implantação do novo sistema de secagem em baixas temperaturas, composto de automação das turbinas, distribuidor de grãos automatizados, queimadores (gás), coletores de amostras, exaustores, melhorias nas instalações elétricas, bases de alvenaria e outras descritas em planilhas Excel. Conforme a necessidade de armazenagem de cada propriedade multiplica-se esse valor pelo número de unidades.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este novo processo surge como opção para distribuir este fluxo de recebimento por se tratar de silos secadores com ar aquecido por gás liquefeito de petróleo (GLP), diferente do convencional este pode receber grãos com umidades mais altas porque seca com ar natural somente com a umidade corrigida fazendo com que os grãos atinjam a umidade ideal desejada em menos tempo sem que corra risco de perder as qualidades físicas do produto, o que pode ocorrer no sistema de secagem convencional com ar natural onde a umidade deve ser controlada obedecendo ao equilíbrio higroscópico dos grãos para que não haja deterioração ou perda na sua qualidade.

Após sua instalação constatou-se que os benefícios são imediatos devido à ventilação interna constante no ambiente, evita-se o choque térmico na cobertura pela diferença de temperaturas interna e externa, o qual é causador do incômodo e prejudicial efeito da condensação e gotejamento sobre a camada superior de grãos armazenados.

Os resultados obtidos no presente trabalho vêm de encontro às necessidades de atualização do sistema de armazenagem no município de Dom Pedrito – RS, assim como no país, onde as estruturas de armazenagem são deficitárias, beneficiando as empresas e principalmente os pequenos produtores que poderão a partir dos dados aqui relacionados, obterem informações referentes aos custos de implantação da automatização em todas as suas etapas.

Como benefícios aqui descritos, a empresa ganha na recepção dos produtos, podendo direcionar melhor esse fluxo já que os grãos são colhidos com umidade elevada necessitando secagens rápidas e eficientes, custos operacionais de mão de obra, dispondo de um funcionário para operação dos equipamentos, menor gasto com energia elétrica devido ao menor tempo de secagem, não haverá desperdício de gás no processo sendo pago somente o que se consumir durante o período de secagem, o ganho principal será no tempo em que o produto estará pronto para comercialização, menor que o sistema tradicional, podendo se assim desejar reutilizar o armazém ou silo com produto que ainda não estão com umidade adequada pra comercializar, através do processo de intrassilagem.

Este processo além de ser mais rápido, com custo menor de secagem, é fundamentalmente seguro, se houver qualquer tipo de vazamento de gás, será acionado um sinal de alerta através de sirene, e imediatamente o gás para de ser enviado pelos dutos, até o responsável operacional verificar a situação e reestabelecer novamente seu funcionamento,

afirmação feita para salientarmos a segurança do trabalhador, extremamente cobrada pela legislação trabalhista em qualquer tipo de atividade.

Mediante estes benefícios a empresa esta estudando a possibilidade de programar este novo processo em outros conjuntos de silos armazenadores, melhorando ainda mais a sua logística de recebimento em períodos de colheita do arroz.

Segundo depoimento do diretor da empresa, Sr. Elio Coradini, informou estar satisfeito com esse sistema, pois obtém o produto disponível em menos tempo, com um consumo médio de gás de R\$ 0,40 por saco mais o gasto com energia variável de acordo com o tempo de secagem com o novo sistema sendo em média de R\$ 0,50 deixando os grãos com umidade final de 12%, prontos para comercialização.

Referindo-se ao sistema tradicional informou que existe produto armazenado com umidade dos grãos de 16% necessitando ainda de aeração e que não chegará à umidade desejada sem que haja a interferência de secadores a lenha, conseqüentemente mantendo-se o custo de energia por esse período, questionado se não haveria possibilidade dessa umidade baixar de 16% para 12% somente com aeração natural dos silos, informou não ser possível devido às condições climáticas principalmente em períodos frios, onde o ar se mantém úmido por mais tempo, os grãos depois de secos necessitam permanecer armazenados em local com temperatura interna do ambiente em torno de 11°, podendo ser menos, não ocorrendo assim a possibilidade de infestação por fungos e bactérias prejudiciais a boa conservação dos grãos.

Diante do exposto neste trabalho e dos benefícios descritos podemos dizer que a capacidade de comercialização por silo automatizado duplica se levarmos em conta o tempo menor em que o produto está pronto, porém ainda não é possível quantificar ganhos mais específicos devido ao pouco tempo de implantação deste novo método de secagem, os quais só serão possíveis apurar com o decorrer do processo.

Outro benefício, muito importante que devemos salientar diz respeito a segurança do trabalhador, como trata-se de espaço confinado (interior do silo) a risco eminente de acidentes e com esse novo processo com espalhador automatizado não é necessário que o funcionário permaneça no interior desse silo para executar essa tarefa. Ainda não é possível quantificar ganhos específicos devido ao pouco tempo de implantação, os quais só serão possíveis com o decorrer do processo, sendo necessário novos estudos à respeito, utilizando os dados coletados a contar da data de implantação do sistema o que pode ser abordado em futuros trabalhos, quantificando e salientando os benefícios econômicos e financeiros do investimento.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 05. **Comissão interna de prevenção de acidentes**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 jun. 2007. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_05\\_at.pdf](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_05_at.pdf)> Acesso em: 19Jul. 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 06. **Equipamento de proteção individual**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 nov. 2009c. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_06\\_at.pdf](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_06_at.pdf)>. Acesso em: 19Jul. 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 33. **Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 dez. 2006. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_33.pdf](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_33.pdf)>. Acesso em: 19Jul. 2014.

BARROS, A.J.S.; LEHFELD, N.A.S. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 2. ed. São Paulo: Makron, 2000. 122p.

BASSINELO, P.Z; NAVES, M.V. **Anuário Brasileiro do Arroz 2008**. Disponível em: <<http://www.anuarios.com.br>>. Acesso em: 30 Ago. 2014.

BURGES, H.D.; BURREL, N.J. **Cooling Bulk Grain in the British climate to control storage insects and to improve keeping quality**. New York: McGraw-Hill, 1964.

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

CHRISTENSEN, C. M.A. **perda de viabilidade em armazenamento: Microflora. Ciência Sementes e Tecnologia**. v1, n.3, p. 547-562. 1973.

Disponível Em: <<http://zonaderisco.blogspot.com.br/2011/06/silos-perigo-na-movimentacao-de-graos.html>> Acesso em 10/08/14

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

ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. de; SCHIAVON, R. de A. **Qualidade de Arroz na Pós-colheita: Ciência, Tecnologia e Normas**. Moacir Cardoso Elias – Pelotas: Ed. Santa Cruz, 2010.

EMBRAPA, **Clima Temperado: Pós-colheita e Industrialização de Arroz**. Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil – 2005.

\_\_\_\_\_. **Estratégia para o aumento da eficiência do uso da água pelo arroz**. Outubro de 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Ano Internacional do arroz. 2004. Disponível em: <www.fao.org>. Acesso em: 15/04/2014.

GOMES, da S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Editores técnicos – Brasília, DF. 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GITMAN, L. **Avaliação Econômico-Financeira de Investimentos**. São Paulo: Pearson, 2010.

\_\_\_\_\_. **Princípios de Administração Financeira**. 12 ed.

GOMES, N. K. & MERCH R. F. **Armazenamento de grãos**. Administração Amaral de Souza. Porto Alegre, RS: 1982.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. Disponível em: <www.irga.rs.gov.br>. Acesso em 21/06/2014.

LASSERAN, J. C. **Princípios gerais de secagem**. Revista Brasileira de Armazenamento. n. 3, p. 17-46, 1978.

LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de grãos**. 1. ed. Campinas, SP: Instituto Biogeneziz, 2002.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. - 5. ed. - São Paulo : Atlas 2003.

MUIR, W. E. **Temperature and moisture in grain storage**. In: SINHA, R. N. & MUIR, W. E. **Grain storage: part of a system**. Washington, The AviPublish, 1973. p.49-70.

OCÁCIA, G. C. **Utilização de GLP na secagem do arroz**. Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural, 2002

PATTON, M. Q. *Qualitative evaluation and research methods*. 2. Ed. Newbury Park: Sage, 1990.

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

PORTELLA, G. L. **Abordagens teórico-metodológicas**. Projeto de Pesquisa no ensino de Letras para o Curso de Formação de Professores da UEFS (2004).

PORTELLA, J. A.; EICHELBERGER, L. **Secagem de grãos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 194 p.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Campinas: ICEA, 1986. 603p.

\_\_\_\_\_. **Abastecimento e armazenagem de grãos.** Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. Campinas, SP: 2000.

ROESCH, S. M. A. **Projeto de estágio e de pesquisa em administração,** guia para estágios, dissertações e estudos de caso. 3. ed. São Paulo : Atlas, 2010.

SELLTIZ, C. *et al.* **Métodos de pesquisa nas relações sociais.** São Paulo: Herder, 1967.

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

SOSBAI. Sociedade Sul-brasileira de Arroz Irrigado. **Importância do Arroz.** Pelotas: SOSBAI, 2010

WEBER, E. A. **Armazenagem Agrícola.** Porto Alegre: Kepler Weber Industrial, 1995

YIN, R. K. **Case Study Research: Design and methods.** Londres: sage, 1994.

