

# Otimização do Sistema de Armazenagem de Grãos: Um estudo de caso

**Silvana Aparecida Bragatto**

Universidade Paulista – UNIP – SP  
R. Bacelar 1212, São Paulo – SP – Brasil.  
Fone: (011) 5586-4120; Fax: (011) 5586-4145 – e-mail: silbragatto@uol.com.br.

**Wagner Däumichen Barrella**

Universidade Paulista – UNIP  
R. Bacelar 1212, São Paulo – SP – Brasil.  
Fone: (011) 5586-4120; Fax: (011) 5586-4145 – e-mail: barrella@unip.br.

## ***Abstract:***

*The improvement in the grains storage system aims the client's satisfaction through the obtainment of products that will be in conformity with the required qualification for the market. The associate system of mechanical drying and natural drying will get a decrease in the quantitative and qualitative waste, the cost concerned in the process and higher price of the product in the trade.*

***Key-word:*** *storage of grains, optimization of storage systems, qualitative and quantitative waste.*

## **1. INTRODUÇÃO**

O processo de globalização proporcionou a abertura econômica fazendo com que as empresas buscassem o incremento da produtividade, redução de custos e maior eficácia e eficiência. Dessa forma, a administração da produção busca o controle desses critérios e a atualização nos conhecimentos tecnológicos e econômicos envolvidos no processo, bem como antecipar as mudanças que ocorrerão no futuro. Segundo STARR (1971), uma das principais atividades da administração da produção é auxiliar e encorajar o desenvolvimento de meios alternativos para a obtenção de um resultado e requer estudos constantes das novas técnicas e ainda habilidade e flexibilidade para usufruir os novos avanços científicos.

Parece claro que para um bom desempenho, as empresas devem controlar seus processos, identificando os problemas, visando a perfeição através da otimização dos sistemas. Isto consiste, segundo JACOBSEN (1987) na definição de uma situação atual - uma maneira de fazer ou produzir as coisas no momento - e de uma outra situação futura - melhor, mais eficiente, mais efetiva e menos dispendiosa. Em geral, a otimização traz uma ou mais vantagens: redução dos custos, aumento das receitas e/ou incremento da qualidade. Um dos fatores que mais contribuem na redução de custos é a minimização das perdas decorrentes do processo, sendo que estas podem ser devido à redução da eficiência e da produtividade, e das perdas propriamente ditas que são as quanti-qualitativas e de tempo. Para LEONE (1981), a contabilidade de custos deve providenciar instrumentos para a

coleta de dados físicos das variações provenientes de perdas, para a mais correta apropriação dos custos a ela relacionados.

Dessa forma, vemos que o setor agropecuário brasileiro tem a necessidade de buscar, através da melhoria dos processos na cadeia produtiva de grãos, a excelência na qualidade dos produtos, minimizando custos e evitando o desperdício. É importante destacar que o Brasil vem apresentando uma perda de grãos (milho, arroz, soja, feijão e trigo) e hortigranjeiros num montante de US\$ 2,34 bilhões, sendo que o milho apresenta uma das maiores perdas, tanto no aspecto físico (perdas médias de 4,4 milhões de toneladas) quanto no monetário (US\$ 472,2 milhões), tendo como coeficiente de perda efetiva de 17,07% e uma perda em armazenagem de 7,8%. (F1, 1994).

Em se tratando da qualidade de grãos, a sua conservação está diretamente ligada ao armazenamento que é um dos principais pontos de desperdício, apresentando perdas quanti-qualitativas, devido, principalmente, aos sistemas de tratamento e conservação inadequados.

Assim, o presente estudo tem por objetivo comparar o custo operacional, produtividade, perdas e o valor de comercialização do milho depositado em dois sistemas de armazenagem a granel – sistema de secagem convencional e sistema que associa a secagem mecânica à natural – visando obter um sistema com maior eficácia e eficiência técnica e econômica para evitar perdas e que seja seguro, lucrativo e engajado no conceito de qualidade e competitividade.

## 2. O PROCESSO DE ARMAZENAGEM À GRANEL

Antes do processo de armazenagem propriamente dito, temos etapas que preparam os grãos para um bom armazenamento, que são:

- **pré-limpeza** – consiste na retirada de impurezas existentes na massa de grãos;
- **secagem convencional** - os grãos são submetidos a correntes de ar aquecido por geradores de calor (fornalhas), nos mais diversos tipos de secadores mecânicos, sejam de coluna, intermitentes, concorrentes, contracorrentes, mistos, de fluxo contínuo e estáticos.

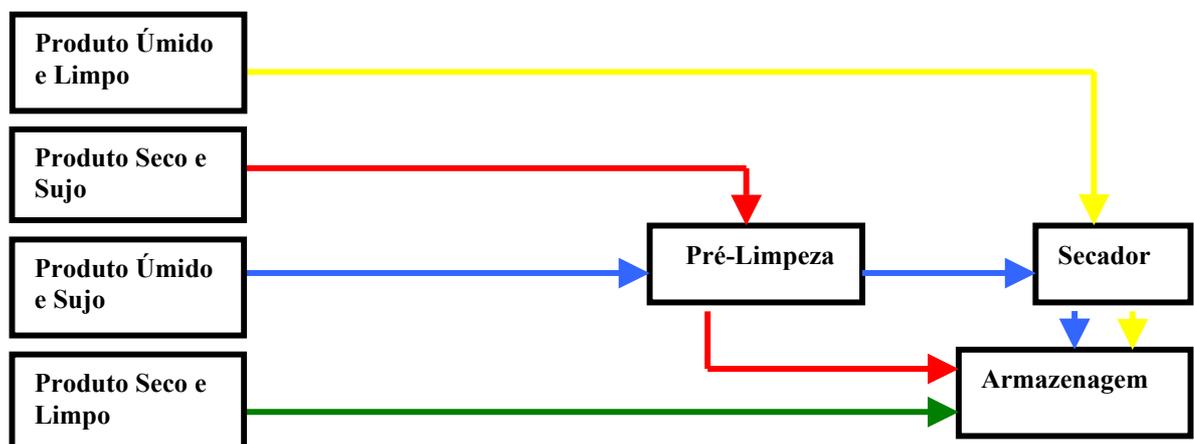


Figura 1 – Processo de armazenagem utilizando sistema de secagem convencional

Após as etapas de preparação, o produto é transferido para o interior do armazém através de correias transportadoras e a descarga é processada sem a preocupação com a homogeneização da massa de grãos.

Durante o armazenamento temos operações que devem ser realizadas para a adequada conservação do produto, quais sejam:

- **Aeração** - movimento forçado de ar através da massa de grãos, objetivando a diminuição e uniformização da temperatura, propiciando condições favoráveis para a conservação da qualidade durante o tempo de armazenamento, pois impede a migração da umidade e a formação de bolsas de calor;
- **Transilagem** - trata-se da movimentação da massa de grãos, propiciando a uniformização e a diminuição da temperatura;
- **Termometria** - conjunto de sensores distribuídos simetricamente no interior de um silo ou graneleiro, objetivando a medição periódica da temperatura da massa de grãos;
- **Tratamento fitossanitário** - objetiva prevenir o aparecimento de insetos ou eliminá-los quando constatados. Como outras operações, o acompanhamento sistemático do produto leva a um controle eficiente ainda no início da infestação;
- **Higienização do armazém** – evita a formação de focos de infestação de insetos e roedores.

### 3. PROBLEMAS E DIFICULDADES NO PROCESSO

As perdas ocorridas durante o armazenamento são irreversíveis e podem ocorrer devido a:

- **Descarga de produto no armazém** - propicia o aparecimento de concentrações de impurezas diferenciadas pelo tamanho (leves/finas, médias e grandes), propiciando, assim, que venha a ser iniciada a deterioração e criando caminhos preferenciais ao ar da aeração;
- **Massa de grãos não homogeneizada em termos de impurezas** - as matérias estranhas e impurezas, quando submetidas as mesmas condições de umidade relativa e temperatura do ar, apresentam teores mais elevados de umidade do que o produto, propiciando a formação de uma massa compacta e úmida que favorecerá o desenvolvimento de microorganismos, acelerando, assim, a deterioração do produto;
- **Massa de grãos não homogeneizada em termos de umidade** – quanto maior a umidade ou a temperatura da massa de grãos, mais intenso é o processo respiratório que propiciará o seu aquecimento, umedecimento nas camadas superficiais, aparecimento de grãos germinados na superfície, maior incidência de insetos, traças e carunchos, aparecimento de fungos e odores estranhos, resultando na deterioração do produto;

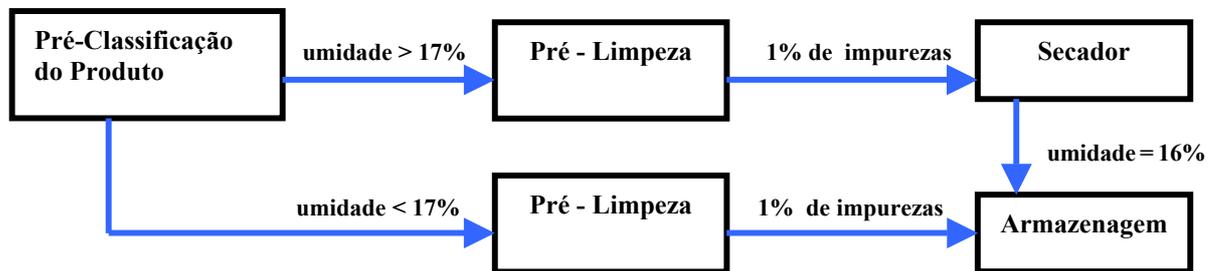
- **Aparecimento de “bolsas de calor”** - formadas devido a baixa condutibilidade térmica da massa de grãos, é um dos principais danos que se verifica no armazenamento a granel, pois o ar intergranular não é estático, encontra-se em um contínuo movimento através de correntes de convecção, indo da parte mais quente para a mais fria, aumentando sua umidade e cedendo a mesma para o grão até que o equilíbrio seja mantido;
- **Infestação de insetos** – provoca o aquecimento da massa de grãos e a redução de peso e do valor nutritivo;
- **Proliferação de fungos e bactérias** – resulta no aquecimento da massa de grãos, perda do poder germinativo, diminuição do valor nutricional dos grãos e de seus sub-produtos, além de vir a ser prejudicial para o homem e animais se houver o aparecimento de micotoxinas;
- **Danos mecânicos** - propiciam o aparecimento de grãos quebrados, trincados, fragmentados, arranhados e danificados internamente;
- **Grãos quebrados e trincados** - apresentam condições favoráveis ao ataque de insetos e desenvolvimento de fungos, e devido ao aumento da superfície exposta, favorece a oxidação da matéria graxa;
- **Secagem de grãos** - os processos de secagem que envolvem ar quente, produzem uma certa percentagem de grãos trincados que são formados durante as últimas etapas da secagem e durante o resfriamento rápido. Na secagem a umidade é inicialmente extraída das camadas externas do produto, dando origem a um gradiente de umidade do centro para a periferia dos grãos. Quando o gradiente é demasiadamente grande, tensões internas causam o trincamento (“cracking”) que prejudica o armazenamento e, conseqüentemente, a qualidade do produto;
- **Aeração** - a aeração, por mais bem executada que seja, tem limite de eficiência, dependendo das condições de temperatura e umidade relativa, pois com a diferença de temperatura e umidade entre o grão e o ar pode gerar um processo de transferência de calor e massa entre os grãos, resultando no reumidescimento, manutenção do equilíbrio higroscópico ou secagem.

#### 4. PROPOSTA

O objetivo de otimizar o sistema de armazenamento de grãos é a busca do ideal que, segundo JURAN (1991), é o resultado que atende às necessidades dos clientes e dos fornecedores e que minimize seus custos combinados. As características do produto resultantes tornam-se os objetivos ou finalidades a serem atingidos, proporcionando a satisfação em relação ao produto. Busca-se, assim, proporcionar produtos de qualidade aos clientes, pois esses produtos estarão em conformidade com os requisitos estabelecidos pelo mercado, como sugere CROSBY (1992).

Dessa forma, será utilizado um processo que associa o sistema de secagem mecânica e o sistema de secagem natural, pois através desse processo pretende-se minimizar as perdas

quanti-qualitativas dos grãos e os custos envolvidos. Assim, busca-se atingir, também, os objetivos de qualidade que, conforme JURAN (1991), é a ausência de falhas.



**Figura 2 – Processo de armazenagem utilizando sistema associado de secagem mecânica e natural.**

O armazenamento será realizado em armazém graneleiro, tendo em vista que o mesmo, dada a sua simplicidade construtiva, via de regra, apresenta o custo da tonelada instalada bem inferior ao dos silos.

A pré-limpeza garantirá um percentual máximo de 1% de impurezas e matérias estranhas que são os níveis toleráveis para armazenar os grãos.

Os grãos com umidade superior a 17% b.u. (base úmida - teor de umidade expresso em porcentagem de água existente em relação ao peso total do grão) sofrem um processo de secagem mecânica até a umidade de 16% b.u.. A descarga do produto no graneleiro conta com o auxílio de distribuidores de grãos que contribuirão na uniformização da massa, evitando a concentração de impurezas.

Quando os grãos quentes saem do secador para o graneleiro, ocorre a transpiração e a umidade existente na parte interna do grão migra para a superfície, onde ela pode ser facilmente evaporada. Assim, através de aeração constante, é concluída a secagem com ar natural, sendo a massa de grãos resfriada lentamente, evaporando a umidade que faltava para atingir o teor final para o armazenamento. Para a aeração são utilizados insufladores que multiplicam o volume do ar que combinados com o controle automático da temperatura e umidade média relativa no espaço intersticial, realizado por termostatos e umidistatos, possibilitam, de forma gradativa, o equilíbrio higrocópico do grão e, como conseqüência, a secagem, conservação e manutenção da qualidade inicial.

Observa-se que é permitida a continuação da aeração durante a noite, evitando-se os horários de pico (17:25 às 20:35 h).

Após a secagem propriamente dita, o processo de aeração passa a ter como objetivo a conservação dos grãos. Neste caso, é realizada a aeração preventiva, isto é ela é realizada sempre que as condições climáticas são favoráveis, mantendo a massa de grãos em temperaturas inferiores a 19°C e a umidade relativa no espaço intersticial entre 60% e 75%. Dessa forma, a termometria acompanha e informa sobre o avanço da frente de resfriamento da massa e não o seu aquecimento. Ao contrário da aeração corretiva que é acionada pela detecção de pontos de aquecimento, indicando que o ciclo de perdas está sendo iniciado.

Neste sistema de armazenagem a transilagem é eliminada. As vantagens da aeração perante a transilagem são a facilidade de execução, menor custo e tempo de execução, menor incidência de grãos quebrados e aumento da capacidade de armazenagem, pois não há necessidade de manter espaço para transilagem.

Os cuidados básicos durante os processos de secagem natural e conservação são a retirada das áreas de concentração de impurezas, manutenção da uniformidade da massa, realização de tratamento fitossanitário, conservação da massa de grãos o mais fria possível e controle ostensivo da termometria, observando possíveis alterações de temperatura.

## 5. COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

No sistema de armazenagem proposto tivemos como resultados:

- a) - **conservação da qualidade do produto** - tendo em vista que a umidade, temperatura e impurezas da massa de grãos foram mantidas a níveis em que o processo respiratório é discreto, há inibição do crescimento de microorganismos, insetos e ácaros e evita-se o aquecimento da massa de grãos. Isto se deve a:
  - Tempo de permanência e movimentação dos grãos no interior do secador é reduzida, diminuindo o risco de quebra e trincamento dos mesmos;
  - O complemento da secagem, o resfriamento e a conservação são feitos no graneleiro, sem qualquer movimentação da massa de grãos (transilagem);
  - Conservação da massa de grãos a temperaturas inferiores a 19°C e umidade média relativa entre 60% e 75% no espaço intersticial;
  - Uniformização da massa de grãos, inclusive quanto a impurezas, devido a utilização de distribuidores de grãos.
  
- b) – **diminuição da perda quantitativa** – no processo de secagem apresentado, a umidade média do grão é estabilizada conforme a tolerância máxima de comercialização, sendo que no sistema convencional, a expedição do produto é feita com umidade média inferior em decorrência do tempo de armazenamento, representando, assim, uma perda real de peso.
  
- c) – **redução de custos** – esta redução ocorre principalmente devido a:
  - Maior economia de combustível (lenha – fator ecológico);
  - Possibilita a utilização racional de energia elétrica, com a programação para a operação do sistema de aeração somente fora dos horários de pico, ativando-o quando a taxa energética for econômica. No sistema convencional nem sempre é possível respeitar esse horário;
  - Eliminação da transilagem, resultando na economia de energia elétrica.

Para comparação de resultados, quanto aos custos, foram utilizados dados das safras 98/99 e 99/2000 de milho no período de janeiro a agosto, cuja quantidade de recebimento foi de 48.443 toneladas, sendo a umidade média de recepção de 20% b.u.

<b>PARÂMETRO</b>	<b>SISTEMA CONVENCIONAL</b>	<b>SISTEMA PROPOSTO</b>
Custo operacional total (R\$)	R\$ 178.897,92	R\$ 88.563,33
Custo médio (R\$ / ton.)	R\$ 3,69	R\$ 1,83

**Tabela 1 - Comparação entre custos dos sistemas de armazenagem**

**d) – aumento da produtividade**

- Capacidade do secador é aumentada. No caso em estudo, este aumento foi de 33% (passou de 60 ton./h para 80 ton./h);
- Maior agilização no recebimento do produto;
- Eliminação da transilagem que aumenta a capacidade de armazenagem.

**e) – maior preço do produto na comercialização** - com a qualidade final apresentada, os preços de comercialização obtiveram valores maiores, em torno de 5%, dos praticados no mercado.

## **6. OBSERVAÇÕES FINAIS**

O presente estudo teve por diretriz apresentar um novo conceito de armazenagem que é direcionado para a obtenção da excelência na qualidade dos produtos, minimizando os custos, aumentando a produtividade e evitando o desperdício. Considera-se que tal objetivo foi alcançado, uma vez que, segundo JURAN (1991), a qualidade afeta o resultado econômico do fornecedor de duas formas:

- **Efeito nos custos** – é usada no sentido de ausência de falhas ou grau de conformidade aos padrões, objetivos, especificações etc. Nesse sentido, melhor qualidade significa cada vez mais a ausência de falhas e dessa forma também custos mais baixos.
- **Efeito na receita** – a palavra qualidade é utilizada no sentido das características do produto que atendem às necessidades do cliente. Essas características tornam o produto vendável e fornecem a “satisfação com o produto” por parte dos clientes

Como pode ser constatado pelos resultados apresentados, tanto as perdas quantitativas quanto os custos foram minimizados, havendo, ainda, um aumento de produtividade e de receita. Cabe ressaltar que além de alcançar a satisfação dos clientes, registrou-se expressivo ganho de mercado, pois a empresa que antes da mudança do sistema de armazenagem atendia de 80 a 110 clientes num raio de ação de 50 Km, aumentou este número para 180 a 280 clientes com um raio de ação de 220 Km.

## 7. BIBLIOGRAFIA

(F1) CRAVINHO, P.A.M.; SCOLARI, D.; BROCHADO, A. M.; OLIVEIRA, L. A.; MOREIRA, R., *Perdas na Agropecuária Brasileira, Relatório Preliminar da Comissão Técnica para Redução das Perdas na Agropecuária*. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1994.

CROSBY, P.E., *Qualidade é investimento*. Ed. José Olímpio, 1992.

JACOBSEN, P., *Otimização de Custos e Produtividade*. Rio de Janeiro: COP Editora, 1987.

JURAN, J. .M., *Controle de Qualidade – Conceitos, Políticas e Filosofia da Qualidade*. 1991.

LEONE, GEORGE S. G., *Planejamento, Implantação e Controle*. São Paulo: Atlas, 1981.

PUZZI, D., *Abastecimento e Armazenagem de Grãos*. São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986.

STARR, MARTIN K., *Administração da Produção – Sistemas e Sínteses*. São Paulo: Edgar Blucher, 1971.

Dados para elaboração da pesquisa foram fornecidos pela Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de Votuporanga – COACAVO, Votuporanga/SP, que gentilmente subsidiaram as informações que possibilitaram a elaboração do presente trabalho.