

## Avaliação de Perdas em Unidades Armazenadoras<sup>1</sup>

Prof. Luís César da Silva  
email: [silvalc@cca.ufes.br](mailto:silvalc@cca.ufes.br)

Uma unidade armazenadora de grãos necessita ser adequadamente projetada, edificada e gerenciada para eficientemente realizar as operações de recepção, limpeza, secagem, armazenagem e expedição.

Para o alcance desses objetivos faz-se necessário: (i) edificações como moegas, silos-pulmões, silos armazenadores e, ou, graneleiros e silos de expedição; (ii) aquisições de equipamentos como máquinas de pré-limpeza e limpeza, secadores e transportadores de grãos; (iii) a contratação de recursos humanos; (iv) a disponibilidade de energia elétrica; (v) a aquisição de combustível para secagem; e (vi) o emprego de defensivos para o controle de pragas. O uso desses itens incorre nos custos fixos e variáveis, também, denominados custos operacionais.

Além dos custos operacionais, surge também, o custo associada às perdas de qualidade e quantidades. As perdas de ordem qualitativa referem à depreciação do padrão de classificação em razão de fenômenos como infestação de fungos, ataque de insetos e ocorrência de danos mecânicos e, ou, térmicos.

Quanto às perdas quantitativas, estas decorrem do: (i) derramamento de grãos nos pátios de manobras, túneis, pés de elevadores

e interiores de secadores; (ii) descartes de grãos inteiros ou de suas partes durante a secagem e limpeza da massa de grãos; (iii) consumo por insetos, fungos, roedores e pássaros; (v) super-secagem na aeração, (vi) misturas indevidas de produto; (vii) combustão de grãos em incêndios em secadores; e (viii) respiração da massa de grãos.

Para minimizar essas perdas as gerências das unidades armazenadoras podem fazer uso da técnica de APPCC - Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle, em que, os perigos são as duas modalidades de perdas e os Pontos Críticos de Controle – PCC são os locais onde ocorrem as perdas. E para cada um deles são definidas estratégias para minimizar as perdas.

Conforme representado na Figura 1, para o sistema unidade armazenadora podem ser tomados nove Pontos Críticos de Controle, os quais são descritos a seguir.

### PCC-1 – Recepção

As perdas na recepção decorrem de erros cometidos na amostragem, pesagem e determinações dos teores de impurezas e de água.

O objetivo da amostragem é representar as características reais da carga por meio de pequenas quantidades de produto, denominadas amostras. A partir das análises laboratoriais dessas amostras serão procedidas inferências sobre o estado da carga por completo. Desse modo, se a carga é indevidamente amostrada os valores inferidos

<sup>1</sup> Artigo publicando na Revista Grãos Brasil, Ano VIII, n. 38, Setembro de 2009, p. 18-20.

podem, por exemplo, subestimar os valores dos teores de impureza e de água.

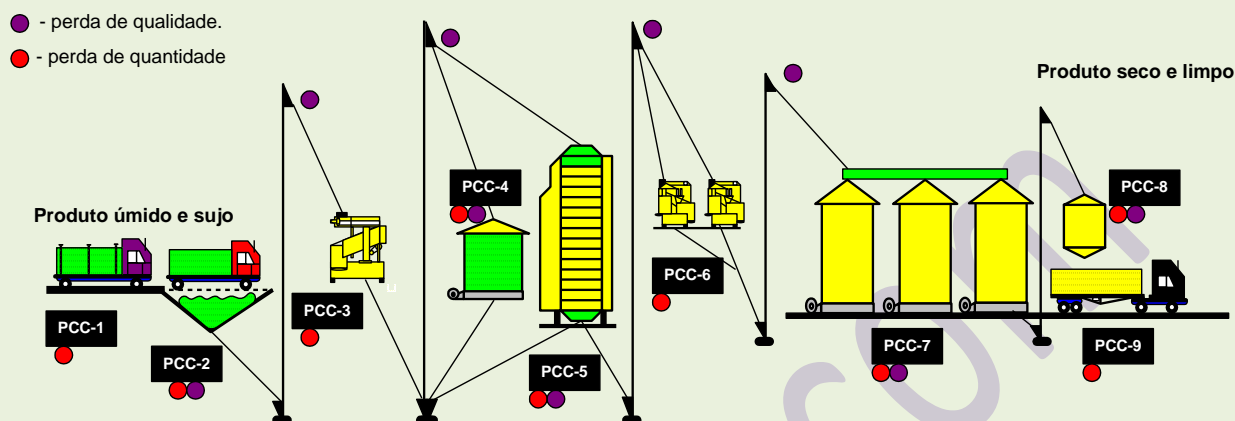


Figura 1 – Pontos críticos de controle em unidades armazenadoras.

Assim, ao serem calculadas às quebras de impureza e de umidade o valor do quantitativo de produto a ser lançado no sistema de controle de estoques estará superestimado em relação ao valor real apurado nas operações de pré-limpeza, secagem e limpeza.

Para o cálculo de quebra de impurezas algumas empresas simplesmente subtraem os teores de impureza inicial e final (equação 01). No entanto, sob o aspecto matemático, o correto é calcular a quebra de impureza por meio da equação 02. Isso porque os denominadores das relações que definem os teores de impureza inicial e final são diferentes, e de acordo com as regras aritméticas a soma ou subtração de frações somente se aplicam quando os denominadores são iguais.

$$QI = I_i - I_f \quad \text{eq. 01}$$

$$Qi = \frac{(I_i - I_f) \times 100}{(100 - I_f)} \quad \text{eq. 02}$$

em que:

- $QI$  = quebra de impureza, %;
- $I_i$  = teor de impureza inicial, %; e
- $I_f$  = teor de impureza final, %.

Desse modo, por exemplo, se fosse recebida uma carga de 18,5 toneladas com 4,00% de impurezas e o padrão de comercialização fosse 1,00%, por meio da equação 01, a quebra de impureza seria de 3,00% e pela equação 02 3,03%, o que corresponderia ao desconto de 555,0 kg e 560,5 kg de impurezas, respectivamente. Portanto, uma diferença de 60,5 kg. O fato de não contabilizar essa quantidade de impurezas incorrerá em erros no balanço

final da movimentação de produto. Visto que as máquinas de pré-limpeza e limpeza realmente removerão os 560,5 kg de impurezas.

**Observação:** algumas empresas agregam ao desconto de quebra de impurezas pontos percentuais relativos à remoção de grãos avariados.

Para o cálculo da quebra de umidade é necessário determinar o teor de água inicial da carga, que pode ser expresso em base úmida ou base seca.

O teor de água em base úmida, ou simplesmente, teor de água, ou ainda, teor de água, é a relação percentual entre a massa de água presente no produto e a massa de produto. Enquanto que o teor de água em base seca é a relação matemática entre massa de água e massa de matéria seca.

A quebra de umidade refere ao índice para o cálculo da quantidade de água a ser removida do produto no processo de secagem. Ao ser utilizado teor de água expresso em base úmida emprega-se a equação 03. E se estes teores forem expressos em bases seca emprega-se equação 04.

$$QU = \frac{(U_i - U_f) \times 100}{(100 - U_f)} \quad \text{eq. 03}$$

em que:

$QU$  = quebra de umidade, %;

$U_i$  = teor de água inicial em base

úmida, %; e

$U_f$  = teor de água final em base úmida, %.

$$QU_{bs} = (U_{bs_i} - U_{bs_f}) \quad \text{eq. 04}$$

em que:

$QU_{bs}$  = quebra de umidade em base seca, decimal;

$U_{bs_i}$  = teor de água inicial expresso em base seca, decimal; e

$U_{bs_f}$  = teor de água final expresso em base seca, decimal.

Portanto para minimizar erros no setor de recepção: (i) as cargas devem ser adequadamente amostradas; e (ii) os aparelhos empregados no laboratório devem estar devidamente calibrados e serem apropriadamente utilizados.

### PCC-2 - Moegas

Em algumas concepções de projeto de unidades armazenadoras ao invés de investir em silos-pulmões, opta-se por aumentar a capacidade estática das moegas.

Diferentemente dos silos-pulmões, as moegas não dispõem de sistema de aplicação de ar para reduzir a temperatura da massa de grãos que aguarda processamento. Desse modo, grãos com teores de água acima de 18% e temperatura ao redor de 30°C estabelece condições favoráveis a proliferação dos fungos intermediários, que podem consumir parte da massa de produto,

como também, contaminá-la com micotoxinas.

Outro fator de perda é o aumento da taxa de respiração da massa de grãos, em que a matéria seca do produto é convertida em calor, vapor de água e gás carbônico.

Desse modo é recomendado que o tempo de retenção do produto úmido nas moegas seja minimizado, o que implicará no aumento da capacidade estática de silos-pulmão, ou aumento da capacidade horária de secagem.

### **PCC-3 - Máquina de pré-limpeza**

Quando ocorrem erros na escolha das peneiras, na regulagem da velocidade de oscilação das caixas de peneiras e do sistema de aspiração pode ocorrer que grãos, e, ou suas partes sejam descartadas como impurezas.

Desse modo, cuidados devem ser dispensados a regulagem e operação das máquinas de pré-limpeza.

### **PCC-4 - Silo-pulmão**

Para a guarda de produto úmido nos silos pulmões estes devem ser dotados de ventiladores que permitam aplicar o fluxo de 230 a 470 litros de ar por minuto por metro cúbico de produto. Caso contrário, o produto irá aquecer rapidamente em razão da maior taxa de respiração do produto e da atividade dos fungos intermediários, que também faz surgir micotoxinas.

Portanto, é necessário que o sistema de aplicação de ar em silos-pulmão esteja devidamente dimensionado e que o tempo de retenção do produto seja reduzido.

### **PCC-5 - Secador**

É na secagem que normalmente ocorre maior depreciação da qualidade do produto em razão dos danos mecânicos e térmicos. E essa perda de qualidade é constatada ao detectar que os índices de grãos trincados e quebrados podem até triplicar. O que decorrem principalmente quando da secagem de milho com teores de água superior a 26%. Nesse caso, devido à frágil consistência do produto e a necessidade de proceder à secagem de forma intermitente, faz com que a cada nova passagem do produto pela torre de secagem ocorra perda de qualidade.

Como causas desses danos são constatadas: (i) maior emissão de material particulado pelo sistema de exaustão do secador. E esse material normalmente é a película que reveste os grãos de milho denominada pericarpo. Os grãos sem pericarpo tornam altamente suscetíveis aos ataques de fungos e bactérias; (ii) maiores índices de grãos trincados e descolorados, o que facilita a infestação por fungos, como também, deprecia o valor comercial do produto; e (iii) maior índice de grãos trincados o que causa maiores perdas na operação de limpeza, dificuldade de realização da aeração

durante a armazenagem e facilita a proliferação de insetos e fungos.

Quanto às recomendações para evitar as perdas na secagem apresenta-se: (i) o teor de água inicial do produto deve ser inferior a 25%; (ii) a seca-aeração deve ser empregada para reduzir o tempo de exposição do produto as condições de secagem; (iii) os secadores devem dispor de sistema de descarga que minimizem a ocorrência de danos mecânicos; (iv) os produtos quando do processo de melhoramento vegetal deve ser levada em conta a robustez dos grãos quanto aos danos mecânicos e térmicos; e (v) os secadores devem ser devidamente operados no que se refere à temperatura do ar de secagem e velocidade de deslocamento do produto pela câmara de secagem.

Outra causa de perdas nos secadores são os incêndios devido ao bloqueio do fluxo de produto devido principalmente as impurezas. Portanto, a depender da magnitude do incêndio pode ocorrer combustão do produto dentro do secador. Para evitar essa perda, a operação de pré-limpeza deve ser conduzida adequadamente. E se o problema de retenção do produto na torre de secagem for estrutural procedimentos de manutenção devem ser conduzidos.

#### **PCC-6 - Máquina de limpeza**

Produto como milho, a operação de limpeza é cercada de transtornos em

razão do aumento do índice de grãos quebrados durante a secagem. Desse modo, na operação de limpeza os grãos quebrados serão descartados como impurezas pelo sistema exaustão, como também, pelas peneiras.

Para minimizar os prejuízos, o montante de grãos trincados obtidos devem ser ensacados e devidamente armazenados. E somente devem ser reincorporados a massa de grãos quando da expedição, respeitados os padrões de comercialização. Ou então devem ser comercializados a parte e o valor monetário obtido ser usado na aquisição de produto para cobrir o saldo negativo de produto.

#### **PCC-7 - Armazenagem**

As perdas na armazenagem são atribuídas ao: (i) processo de respiração da massa de grãos; (ii) infestação de insetos, fungos, roedores e, ou pássaros; (iii) super-secagem causada pela condução da operação de aeração sob condições psicrométricas não apropriadas.

No processo de respiração sabe-se que de cada 180 gramas de matéria seca e com a disponibilidade de 134,0 litros de oxigênio serão obtidos 134,4 litros de gás carbônico, 108,0 gramas de água e 677,2 calorias. A água produzida irá umedecer outras porções de grãos e o calor produzido irá causar aumento da temperatura do ambiente melhorando as



condições para proliferação de insetos, fungos e bactérias.

Portanto para minimizar essa perda a massa de grãos deve apresentar teor de água em torno de 13,0% e temperatura abaixo de 20°C. Para se ter garantia do teor de água no nível especificado é fundamental monitorar essa propriedade durante a secagem. Pois bolsões de grãos úmidos na massa de grãos propiciaram a ocorrência de focos de aquecimento, o que é resultado do processo de respiração.

Sob aspecto contábil a gerência da unidade armazenadora pode promover a retenção de produto a título de quebra técnica, que fundamentalmente, refere-se à perda de massa em razão da respiração. Portanto, tem sido utilizado por alguns agentes armazenadores o índice de quebra técnica igual a 0,001% ao dia.

Quanto às infestações de insetos, fungos, roedores e, ou pássaros, além do consumo da massa de grãos, pode também ocorrer à depreciação da qualidade devido à presença de grãos ardidos, insetos mortos ou partes, fezes e pelos de roedores, e fezes e penas de pássaros. Além disso, a massa de grãos pode tornar-se contaminada por micotoxinas e agentes patológicos. A minimização desses danos dá-se pela implantação de um rigoroso programa de Manejo Integrado de Pragas – MIP.

A super-secagem consiste na perda de água durante a armazenagem deixando o teor de água abaixo do

estabelecido para comercialização. Isso normalmente ocorre devido a realização da operação de aeração em momento inadequados.

Sendo, a unidade armazenadora a fiel depositária, normalmente, o depositário terá direito de retirar integralmente a quantidade depositada. Sendo assim, para repor a quantidade de água perdida é necessária uma determinada quantidade de grãos. Fatalmente, essa quantidade gera saldo negativo, ao final da movimentação de produto. A minimização desse problema passa pelo treinamento dos responsáveis e o perfeito dimensionamento do sistema de aeração.

#### **PCC-8 - Silo de expedição**

O silo de expedição deve ser utilizado exclusivamente para finalidade que foi projetado. Restos de produtos deixados nesse depósito podem deteriorar facilmente, como também, propiciar a mistura indevida de produtos diferentes. Sendo assim, é recomendado manter o silo de expedição sempre vazio.

#### **PCC-9 - Locais diversos**

Para temática abordada, locais diversos de derrames inadvertidos de grãos referem às quantidades de produtos deixadas nos pátios de manobra dos caminhões, nos túneis, pés de elevadores e interiores dos secadores.

De acordo com o programa MIP o ambiente da unidade armazenadora,

sempre deve estar limpo. Desse modo, as quantidades de grãos apuradas das varrições após limpas, secas e tratadas podem ser incorporadas a massa de grãos. Isso trás como benefícios: (i) a redução do saldo negativo de produtos; (ii) a eliminação de focos de proliferação de insetos e roedores; e (ii) a redução da possibilidade da ocorrência de gases tóxicos em ambientes confinados devido a fermentação e, ou putrefação de grãos.

### **Ponderações finais**

Para atualidade, em que os preços das commodities agrícolas apresentam alta volatilidade; e os custos da energia elétrica, lenha, defensivos e mão-de-obra estão em alta, exige que o gerenciamento dos estoques armazenados e das operações sejam aprimorados. Se assim for, a atividade de prestação de serviços em armazenagem de grãos apresentará economicamente viável. Ou caso contrário, impactos financeiros indesejáveis ocorrerão.

Portanto, este artigo teve por objetivo alertar as gerências de unidades armazenadoras o quanto é importante adotar políticas para reduzir as perdas e, conseqüentemente, os balanços negativos ao final de um período de movimentação de produto.

### **Referências**

BROOKER, D. B., BAKKER ARKEMA, F. W., HALL, C. W. **Drying cereal grains**. Westport: The Avi Publishing Company, Inc., 1974. 256 p.

DONLEY, A. Calculating shring. **World Grain**, v. 27, n. 8, 2009. p. 51-54.

SILVA, J. S. [editor] **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora: Instituto Maria, 1995. 509 p.

SILVA, J. S.; BEBERT, P. A. **Colheita, secagem e armazenagem de café**. Juiz de Fora: Editora Aprenda Fácil, 1999. 137 p.

SILVA, L. C. **Armazenagem de grãos e oleaginosas**. [Notas de aula]. Alegre: UFES, 2008. 105 p.

WEBER, E. A. **Excelência em beneficemente e armazenagem de grãos**. Canoas: Salles Editora 2005. 586p.