

## PROJETO DE AMPLIAÇÃO DE UMA UNIDADE ARMAZENADORA DE FEIJÃO-CAUPI

MAURÍCIO KLUG MEDEIROS<sup>1</sup>; BERNARDO RODRIGUES PEREIRA<sup>2</sup>;  
NEWITON DA SILVA TIMM<sup>2</sup>; CARLOS ALBERTO SILVEIRA DA LUZ<sup>3</sup>; MARIA  
LAURA GOMES SILVA DA LUZ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico de Engenharia Agrícola-UFPel - apresentador - mauricioklugmedeiros@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Agrícola - bernardorodriguespereira@gmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Agrícola - newiton.silva.timm@hotmail.com

<sup>3</sup>Professor CEng-UFPel - carlossluz@gmail.com

<sup>4</sup>Professora orientadora CEng-UFPel - m.lauraluz@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

A cada nova safra, os dados agrícolas apontam o crescimento na produção nacional de grãos. Na safra 2017/2018 a produção foi de 238,8 milhões de toneladas de grãos, culminando em um crescimento de 28%, quando comparado à safra 2015/2016. A estimativa da safra 2017/2018 é de 228,6 milhões, a segunda maior da história. A área cultivada em 2016/2017 ficou em torno de 60,9 milhões de hectares, totalizando um crescimento de 4,4% em relação à safra passada e a área cultivada na safra 2017/2018 aumentou para 61,7 milhões de hectares (CONAB, 2017; 2018).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) é uma leguminosa. Constitui-se de proteínas, com teores entre 17 a 28%, sendo o constituinte de maior importância. Apresenta também carboidratos, que são os componentes majoritários, com teores entre 50 a 60%. O feijão-caupi ainda contém lipídeos (3%) e cinzas (3%) em menores quantidades (PHILLIPS et al., 2003; HUGHES et al., 2009).

A cor do tegumento do feijão é uma base primária, que influencia na escolha do consumidor durante a seleção de grãos para o consumo (OJWANG et al., 2012). O feijão-caupi é uma importante fonte de agentes antioxidantes, pois inibe o crescimento de células cancerígenas. A atividade antioxidante foi atribuída, principalmente, aos compostos fenólicos, que se encontram em grande parte na região periférica do grão (GUTIÉRREZ-URIBE et al., 2011).

O armazenamento em alta temperatura e umidade da massa de grãos pode afetar negativamente sua atividade antioxidante (GRANITO et al., 2008). Além disso, quanto maior a temperatura de armazenamento, maiores são as alterações na cor do tegumento do feijão, diminuindo sua aceitação. Temperaturas superiores a 25°C modificam mais significativamente a coloração do grão. Da mesma forma, quanto maior for o teor de água, mais rápido é o processo de escurecimento do tegumento do feijão (NASAR-ABBAS et al., 2009).

A condição de armazenamento pode ser responsável pela aparência de envelhecimento do feijão, após o armazenamento. Esses defeitos são oriundos de uma combinação de altas temperaturas e alto teor de água dos grãos durante o armazenamento (NJOROGÉ et al., 2014).

Sendo assim, o armazenamento em baixas temperaturas, utilizando resfriamento artificial do ar, pode ser eficaz na preservação de características físicas, químicas e tecnológicas do feijão-caupi durante o armazenamento, em especial na Região Centro-Oeste brasileira.

Com o presente trabalho objetivou-se estudar a ampliação de uma unidade armazenadora de grãos, coletora, destinada ao beneficiamento e armazenamento de feijão-caupi, no município de Primavera do Leste, Mato Grosso, triplicando sua

capacidade, de 3.000 para 9.000 t. Também, projetar silos verticais com isolamento térmico, que possibilitem armazenar o feijão em baixas temperaturas e com o menor custo energético possível.

## 2. METODOLOGIA

A unidade armazenadora localiza-se no município de Primavera do Leste, no estado do Mato Grosso, a 247 km da capital mato-grossense, Cuiabá.

A nova estrutura ao ser triplicada possibilitará armazenar 4% da produção da última safra do estado do Mato Grosso, que foi de 226 mil toneladas. No entanto, a ampliação da capacidade estática será fracionada em 3 anos.

Foi desenvolvido o balanço de massa da unidade armazenadora, considerando que o período de colheita do feijão-caupi é de aproximadamente 30 dias, sendo comum esse estender-se para 40 dias. Assim, os cálculos do balanço de massa foram baseados em uma recepção em 30 dias, com 8 horas de trabalho diário.

Baseado na Instrução Normativa Nº 12, do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, foram estabelecidas as características padrão para a recepção do feijão-caupi na unidade armazenadora, a qual foi dividida nas seguintes etapas: pesagem, amostragem, classificação e descarga dos grãos. Posteriormente, projetou-se que os grãos serão limpos em uma máquina de ar e peneiras e imediatamente após selecionados por mesas densimétricas.

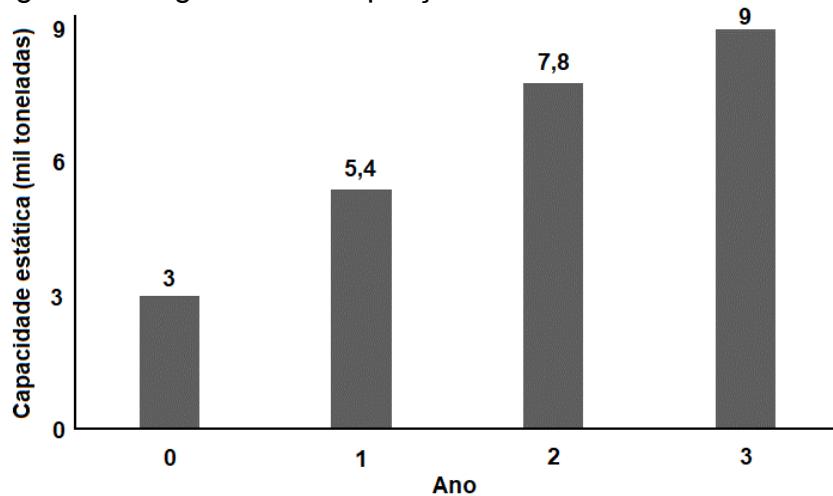
Os grãos serão armazenados em silos verticais com isolamento térmico projetado. Foi calculado o fluxo de entrada de calor no silo sem isolante térmico, em comparação à colocação de lã de rocha, com 50 mm de espessura, como isolante térmico. Além do sistema de isolamento, os silos da ampliação terão um refrigerador industrial acoplado, móvel, o que possibilita utilizar o mesmo refrigerador a todos os silos para resfriar a massa de grãos armazenada.

Os equipamentos que farão a expedição foram dimensionados para uma capacidade de expedir todo o produto em 30 dias, com 8 horas de trabalho, mesmo que o período de entressafra seja de aproximadamente 3 meses.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

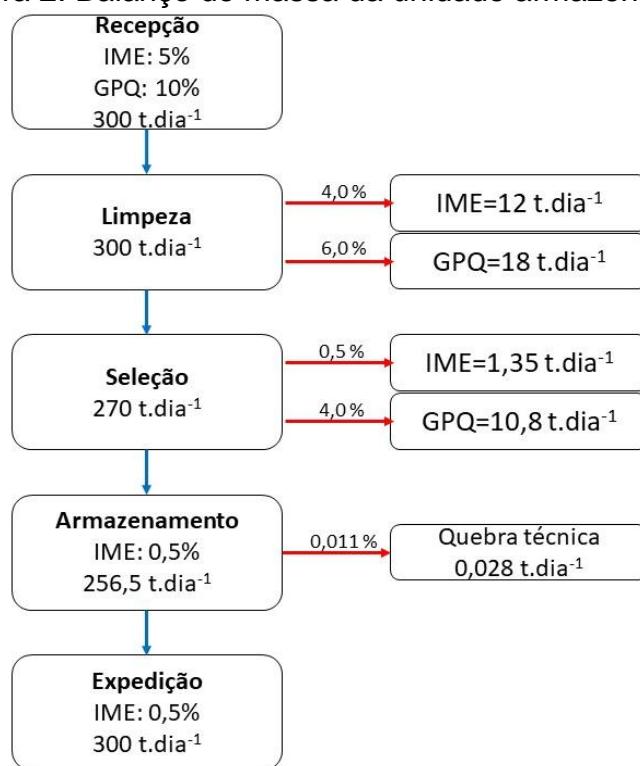
Na Figura 1 ilustra-se o progresso de ampliação da unidade armazenadora de feijão-caupi.

Figura 1. Progresso de ampliação da unidade armazenadora



Na Figura 2 está representado o balanço de massa da unidade armazenadora de feijão-caipi, onde IME corresponde a Impurezas e Matérias Estranhas e GPQ a Grãos Partidos e Quebrados.

Figura 2. Balanço de massa da unidade armazenadora



Na Tabela 1 são apresentados os padrões adotados pela Unidade para classificação da massa de grãos de feijão-caipi.

Tabela 1. Padrão interno de qualidade do feijão-caipi na recepção da unidade armazenadora

| Enquadramento<br>do produto | Umidade<br>b.u. | Defeitos Graves                      |                   |                                     |   | Total de<br>defeitos<br>leves |  |
|-----------------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|---|-------------------------------|--|
|                             |                 | Matéria<br>estranghas e<br>impurezas |                   | Mofados,<br>ardidos e<br>germinados | Total de<br>carunchados e<br>atacados por<br>lagartas das<br>vagens |                               |  |
|                             |                 | Total                                | Insetos<br>mortos |                                     |   |                               |  |
| Padrão interno              | 13%             | 0 a 5%                               | 0 a 0,3%          | 0 a 1,5%                            | 0 a 1,5%  | 0 a 2,5%                      |  |

A Norma Brasileira, NBR 15220, que trata do desempenho térmico de edificações, apresenta alguns materiais isolantes térmicos, que teriam potencial de serem utilizados em silos armazenadores de grãos.

O isolante térmico escolhido para o projeto foi a lã de rocha, que melhor se adequa ao silo, principalmente pelas técnicas construtivas que serão empregadas, pelo preço de mercado e por não ser inflamável.

A lã de rocha é moldável, facilitando sua aplicação junto às placas corrugadas que constituem a parede do silo. O silo após a construção será constituído, do interior para o exterior, pela chapa metálica de função estrutural; posteriormente, pelo isolante térmico com espessura de 50 mm e uma fina chapa metálica com espessura de 1 mm, que atuará na proteção do isolante contra intempéries.

Por fim, empregando-se lã de rocha com 50 mm de espessura pode-se atingir mais de 85% de economia de energia com um refrigerador industrial, pois o fluxo de calor sem isolante é de 51,13 kW e o fluxo de calor com isolante térmico reduz para 7 kW.

#### 4. CONCLUSÕES

O fluxograma e o balanço de massa propostos para ampliar a Unidade se mostraram viáveis para expedição de produto no tempo de entressafra de feijão-caupi na região Centro-Oeste.

A projeção de isolantes térmicos em silos armazenadores de grãos, além de ser uma alternativa inovadora, reduz a entrada de calor no meio de armazenamento. Quando aliado a um sistema de refrigeração da massa de grãos, o isolante térmico garante uma maior conservação da baixa temperatura do ar intergranular.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: Décimo segundo levantamento. Brasília, 2017. 158p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: Décimo primeiro levantamento. Brasília, 2018. 148p.
- GRANITO, M.; PAOLINI, M.; PÉREZ, S. Polyphenols and antioxidant capacity of *Phaseolus vulgaris* stored under extreme conditions and processed. **LWT - Food Science and Technology**, v.41, p.994–999, 2008.
- GUTIÉRREZ-URIBE, J. A.; ROMO-LOPEZ, I.; SERNA-SALDÍVAR, S. O. Phenolic composition and mammary cancer cell inhibition of extracts of whole cowpeas (*Vigna unguiculata* L.) and its anatomical parts. **Journal of Functional Foods**, v.3, n.4, p.290-297, 2011.
- HUGHES, T.; HOOVER, R.; LIU, Q.; DONNER, E.; CHIBBAR, R.; JAISWAL, S. Composition, morphology, molecular structure, and physicochemical properties of starches from newly released chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown in Canada. **Food Research International**, v.42, n.5-6, p.627–635, 2009.
- NASAR-ABBAS, S.M.; SIDDIQUE, K.H.M.; PLUMMER, J.A.; WHITE, P.F.; DODS, K.; D'ANTUONO, M. Faba bean (*Vicia faba* L.) seeds darken rapidly and phenolic content falls when stored at higher temperature, moisture and light intensity. **LWT – Food Science and Technology**, v.42, n.10, p.1703-1711, 2009.
- NJOROGE, D. M., KINYANJUI, P. K., CHRISTIAENS, S., SHPIGELMAN, A., MAKOKHA, A. O., SILA, D. N., HENDRICKX, M. E. Effect of storage conditions on pectic polysaccharides in common beans (*Phaseolus vulgaris*) in relation to the hard-to-cook defect. **Food Research International**, 2014.
- OJWANG, L. O.; DYKES, L.; AWIKA, J. M. Ultra-performance liquid chromatography-tandem quadrupole mass spectrometry profiling of anthocyanins and flavonols in cowpea (*Vigna unguiculata*) of varying genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.60, p.3735–3744, 2012.
- PHILLIPS, R. D.; MCWATTERS, K. H.; CHINNAN, M. S.; HUNG, Y. C.; BEUCHAT, L. R.; SEFA-DEDEH, S. Utilization of cowpeas for human food. **Field Crops Research**, v.82, p.193–213, 2003.