

**UniRV – UNIVERSIDADE DE RIO VERDE  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**COMPARAÇÃO DO MÉTODO CONVENCIONAL COM O USO DO  
EQUIPAMENTO HI-FLIGHT NA RECEPÇÃO DE GRÃOS**

**RAPHAEL MACHADO DE LUCA  
Prof. DANIEL FERNANDO DA SILVA**

**Monografia apresentada à faculdade de  
Engenharia Mecânica da UniRV –  
Universidade de Rio Verde – Como parte das  
exigências para obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia Mecânica.**

**RIO VERDE – GO**

**2014**

## COMPARAÇÃO DO MÉTODO CONVENCIONAL COM O USO DO EQUIPAMENTO HI-FLIGHT NA RECEPÇÃO DE GRÃOS

Raphael Machado de Luca<sup>1</sup>

Daniel Fernando da Silva<sup>2</sup>

### RESUMO

Em função da crescente necessidade de unidades de beneficiamento de grãos, devido ao aumento de áreas de plantio e maior produtividade por área plantada, o país tem cada vez mais aumentado o número de unidades e investido neste segmento da agricultura. Com este mercado aquecido, as empresas que trabalham neste ramo têm buscado incessantemente soluções para resolverem velhos problemas, e ideias antigas vêm sendo abandonadas pelo mercado. Este trabalho visa mostrar a substituição do uso de moegas convencionais pelo uso do equipamento *HI-FLIGHT* desenvolvido e fabricado pela empresa *GRAIN SYSTEM INDUSTRI* (GSI), na recepção do grão, buscando o deslocamento mais ágil da massa para silos, que terão umidade e temperatura controlados, e assim, eliminar o costume de deixar grãos armazenados em moegas, além de fazer análise econômica entre o uso do sistema convencional e o uso do equipamento *HI-FLIGHT*.

**Palavras-chave:** *HI-FLIGHT*, grão, beneficiamento, recepção.

### COMPARISON WITH THE CONVENTIONAL METHOD USING THE EQUIPMENT AT THE RECEPTION HI-FLIGHT GRAIN

### ABSTRACT

Due to the growing need for grain processing units due to increased planting areas and increasing productivity per acre, our country has ever increased the number of units and invested in the wake of agriculture. With this hot market companies working in this field have constantly sought solutions to solve old problems and old ideas have been abandoned by the market. This work aims at replacing the use of conventional hoppers by using the *HI-FLIGHT* equipment developed and manufactured by *GRAIN SYSTEM INDUSTRI* (GSI), the reception of the grain, thus seeking to shift more quickly from the mass for silos that have humidity and temperature controlled, and thus tending to eliminate the custom that is leaving grains stored in hoppers. Besides doing economic analysis of the use of the conventional system and equipment use *HI-FLIGHT*

**Keywords:** *HI-FLIGHT*, grain, improvement, reception.

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Pós-graduação *Lato sensu* em Engenharia Mecânica.

<sup>2</sup> Professor da Universidade de Rio Verde – Orientador.

## 1 INTRODUÇÃO

Em uma unidade de beneficiamento convencional, um dos maiores gargalos, na época de colheita, é a recepção do grão que, devido ao grande número de caminhões necessários para o transporte, formam enormes filas nas entradas das unidades. Convencionalmente, usam-se moegas de alta capacidade estática, onde o grão é depositado logo quando sai do caminhão.

Alguns fatores que contribuíram para a criação de moegas cada vez maiores foram as constantes quedas de energia elétrica, uma vez que os produtores sem eletricidade não podem acionar os elevadores para retirar o grão. Então, com moegas maiores, os caminhões não precisam ficar parados na fila e sim descarregar nestas “caixas” provisoriamente. O alto custo dos geradores de energia é também um causador de transtorno para alguns produtores, mas levando em consideração o risco de perda por falta de energia, termina sendo uma alternativa obrigatória. Estas quedas são ainda constantes na realidade do país, tornando indispensável o uso de grupo gerador de energia, embora atualmente estes equipamentos tenham ficado com preços acessíveis e podem ser financiados em pacotes que são feitos para a construção da unidade.

Acontece que em uma unidade o pior lugar para se manter os grãos são as moegas, pois nelas não se tem qualquer controle de umidade, temperatura e aeração do grão. Criando-se assim, silos de capacidade menor em relação aos armazenadores e com maior capacidade de armazenagem em relação as moegas, com maior ventilação e total controle de umidade e temperatura, mas ainda assim, dependendo de moegas para desafogar a recepção.

Segundo Azevedo et al. (2008), com os avanços tecnológicos, os processos de armazenagem devem contribuir com a manutenção da qualidade dos grãos, aumento da velocidade do fluxo dos produtos e redução de custos, atendendo às exigências do mercado.

O uso do equipamento *HI-FLIGHT* vem substituir estas moegas, tendendo a diminuir os custos com moegas e poços de elevadores, e desafogar a recepção.

Dentro desse enfoque, o presente trabalho buscou apresentar, através de um levantamento de custos, a análise do uso e reais dificuldades de uma unidade, medida alternativa para a solução de problemas e economia na implantação e execução de projetos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado com o intuito de apresentar o equipamento *HI-FLIGHT* dentro do projeto, construção e operação de unidades de beneficiamento.

Desta forma, é explicado o que são e como funcionam as moegas convencionais, com seus tamanhos e modelos, e também apresenta o equipamento *HI-FLIGHT* para debate de viabilidade econômica desde a concepção do projeto, implantação e uso do equipamento.

Em unidades de beneficiamento convencionais o grão chega em caminhões com diversos níveis de umidade e impurezas. Cabe ao receptor mensurar estas e alguns outros quesitos pelo processo de classificação.

Segundo D'Arce (2010),

Grãos secos e frios mantêm melhor a qualidade original do produto. O teor de umidade é considerado o fator mais importante no controle do processo de deterioração de grãos armazenados. Se a umidade puder ser mantida a níveis baixos, os demais fatores terão seus efeitos grandemente diminuídos. Condições de armazenamento que promovem um aumento da intensidade da respiração dos grãos são prejudiciais porque produzem mudanças nas suas propriedades físicas e químicas que os tornam inúteis para o consumo "in natura" ou processamento industrial.

Logo após a classificação, o grão entra na unidade e é direcionado a grandes caixas de alvenaria normalmente construídas abaixo do nível zero. Dali é retirado por meio de equipamentos transportadores verticais com canecas, conhecidos como elevador de grãos. E escorre, gravitacionalmente, por uma tubulação até máquinas que farão a retirada das impurezas, conhecidas como máquina de limpeza. E, posteriormente, direcionado a outro equipamento que será escolhido pelo operador da unidade, conforme a necessidade de expedição e umidade mensurada na classificação.

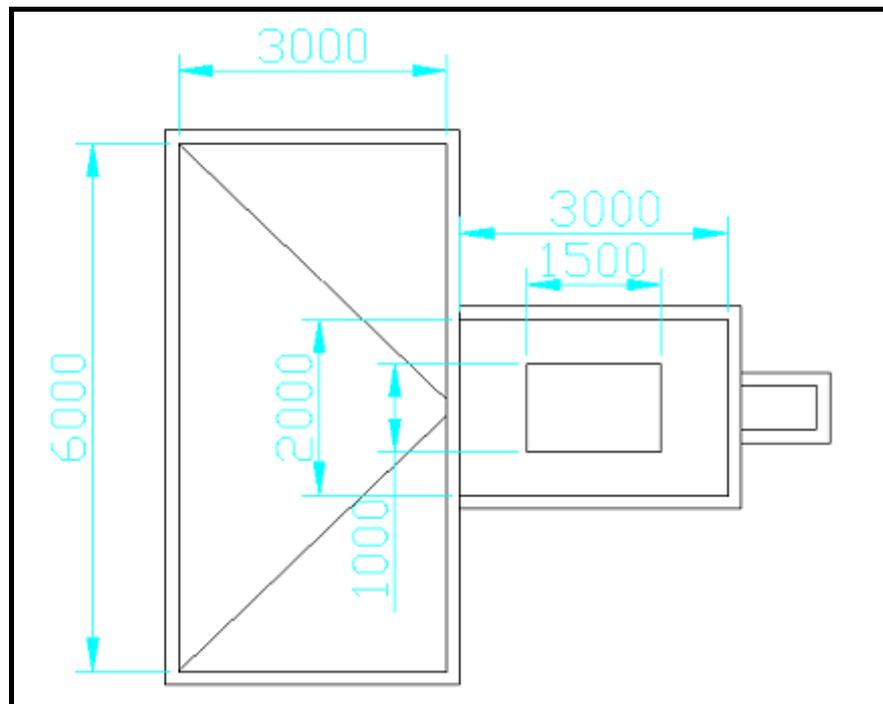
Segundo Eifert (2011),

Ao chegar à Unidade de Armazenagem e Beneficiamento, é feita a pesagem, a identificação da carga e a coleta de amostras para a avaliação de sua qualidade inicial, com a determinação da umidade, impurezas e matérias estranhas, defeitos e rendimento de grãos inteiros. O arroz deve ser submetido à secagem tão logo se realize a colheita ou, no máximo, até 24 horas após. Não sendo possível, é importante pré-limpar, aerar e/ou pré-secar o arroz.

Buscando menor preço na implantação, algumas unidades de beneficiamento procuram fazer moegas de pequena e baixa capacidade estática, o que, segundo produtores, geram algumas limitações, como receber apenas um produto por vez, como exemplo a situação de safra de inverno. Quando se planta grãos alternativos, devido à falta de chuvas, é comum uma unidade de beneficiamento ter recebimento de mais de um produto, como milho e sorgo, limitando assim toda a unidade.

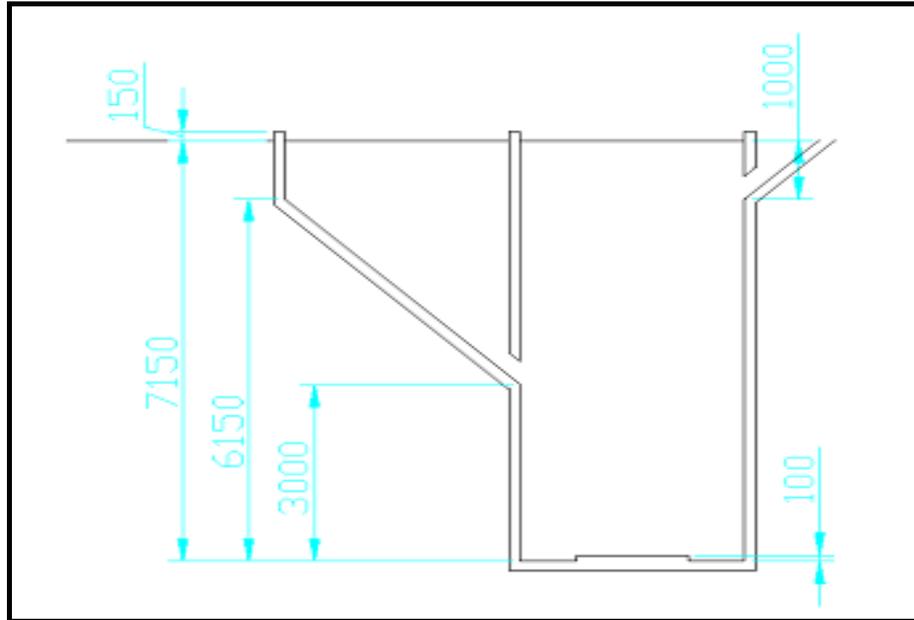
Há também a possibilidade de recebimento de diferentes umidades em um dia de colheita, não sendo comercialmente favorável a mistura de produto seco com produto úmido.

Conforme ilustrado na Figura 1 (Moega Simples em planta baixa) e Figura 2 (Moega Simples em vista lateral), esta moega tem seu tamanho reduzido se comparado às demais.



Fonte: Própria (2014).

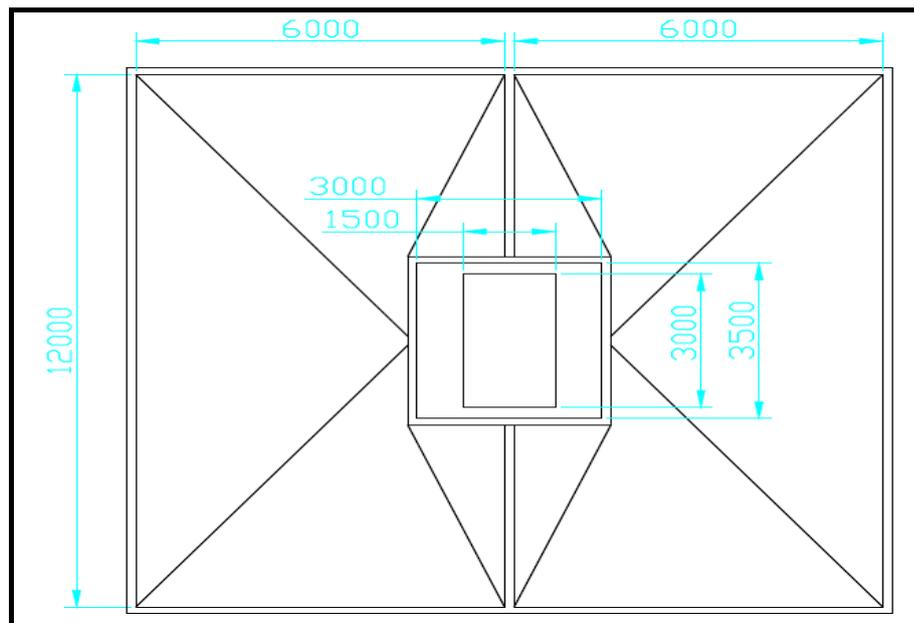
FIGURA 1 – Moega Simples em planta baixa.



Fonte: Própria (2014).

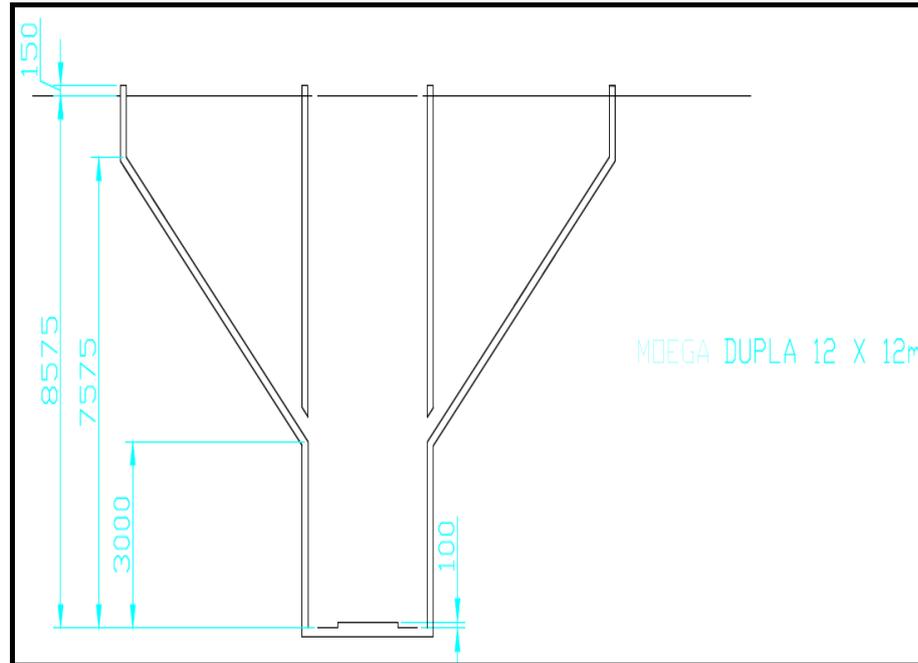
FIGURA 2 – Moega Simples em vista lateral.

Em relação às limitações citadas, usam-se moegas duplas, com dois lados podendo ser divididos ou não, e assim, possibilitando a recepção de até quatro produtos e/ou unidade diferentes, de acordo com a Figura 3 (Moega dupla 12 x 12 m em planta baixa) e a Figura 4 (Moega dupla 12 x 12 m em vista lateral).



Fonte: Própria (2014).

FIGURA 3 - Moega dupla 12 x 12 m em planta baixa.

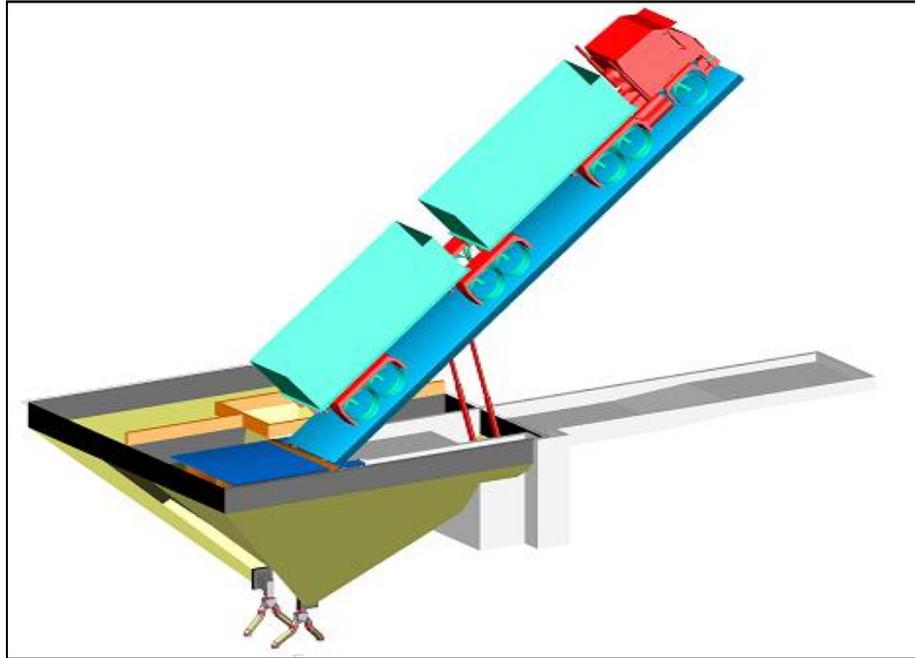


Fonte: Própria.

FIGURA 4 - Moega dupla 12 x 12 m em vista lateral.

Tendo o agravante de maior custo para sua construção, devido ao maior tamanho e poço interno para elevador mais fundo, podendo também criar transtornos em locais onde se tem lençol freático mais alto, o que gera a necessidade de se trabalhar com bombas para drenar água de dentro do poço, uma vez que o equipamento de transporte vertical (elevador) não pode trabalhar nem permanecer submerso.

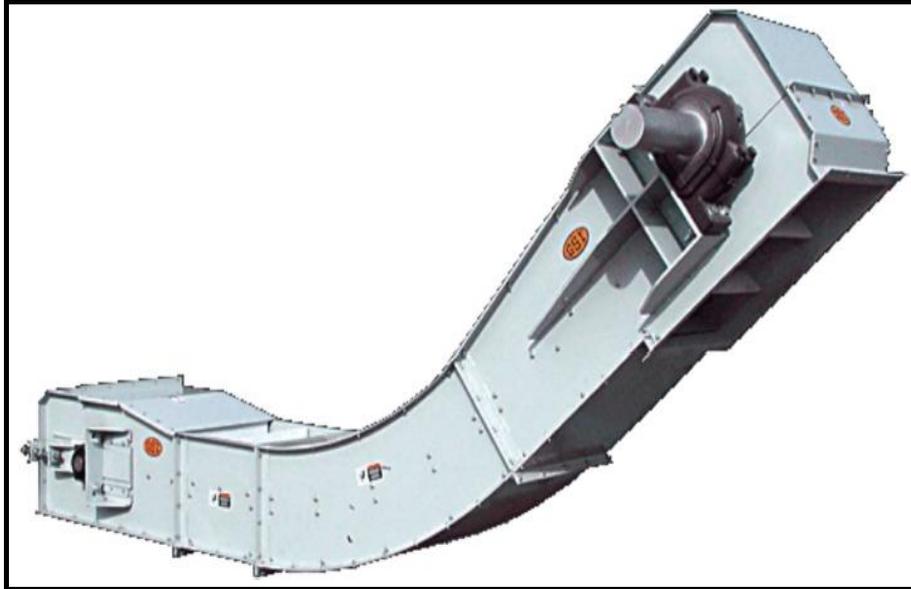
Moegas, com equipamento denominado tombador elevam o caminhão que está transportando o grão em até 45 graus através de sistemas hidráulicos e/ou pneumáticos, com finalidade de agilizar a recepção. Pode ser feita com as mesmas dimensões da moega dupla, porém receberá reforços em pontos onde o peso do caminhão se concentrará e, por este motivo, tem custo ainda mais elevado. Este tipo de moega está ilustrada em Figura 5 (Moega com tombador).



Fonte: Própria.

FIGURA 5 - Moega com tombador.

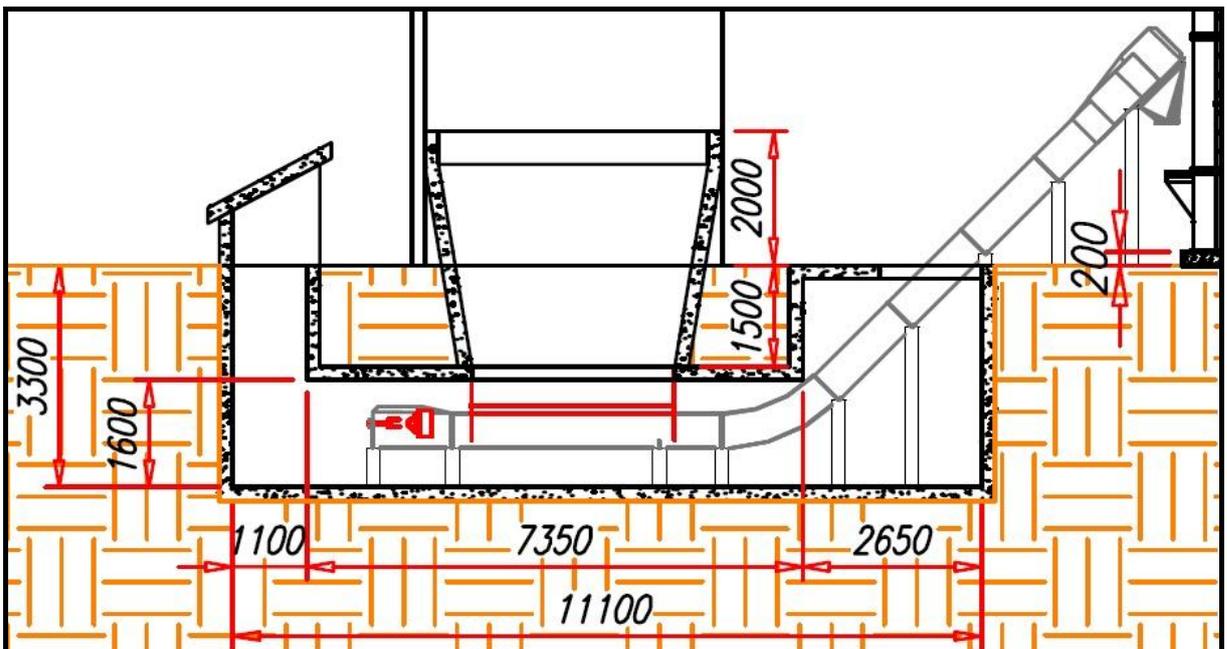
O equipamento *HI-FLIGHT*, desenvolvido pela empresa *GRAIN SYSTEM INDUSTRI* (GSI), com a finalidade de se substituir o uso convencional de moegas na recepção, nada mais é do que o uso de um antigo sistema de transportador de correntes convencional, com inclinação suficiente para se captar o grão abaixo das bocas de saída dos caminhões que o transportam e elevam a altura necessária para abastecimento do elevador que o destinará para o próximo equipamento escolhido pelo operador de acordo com o site <http://www.grainsystems.com/commercial/mathandling/hiflight-conveyor.php>. O mesmo está ilustrado em Figura 6 (Transportador de correntes (redler) inclinado).



Fonte: Catálogo *GRAIN SYSTEM INDUSTRI* (2014).

FIGURA 6 - Transportador de correntes (redler) inclinado.

Para repouso do grão, foi adicionada uma estrutura de alvenaria ou metálica em sua superfície, enquanto o mesmo é retirado, transportado e locado em uma base de alvenaria projetada para receber o equipamento, conforme ilustrado em Figura 7 (*HI-FLYGHT* posicionado em base de alvenaria).



Fonte: Própria.

FIGURA 7 - *HI-FLYGHT* posicionado em base de alvenaria.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

São relacionadas, a seguir, algumas vantagens e desvantagens deste equipamento, podendo-se discutir sobre seu uso ou não.

O uso do equipamento *HI-FLIGHT* tem como vantagens:

- Menor custo - Com o uso do equipamento *HI-FLIGHT*, as condições que mais se assemelham na recepção são as de uma moega com tombador, devido à agilidade que o tombador dá à descarga do caminhão e à agilidade que o *HI-FLIGHT* tem no transporte do grão ao próximo equipamento do fluxo escolhido.

Para que se possam mensurar os custos, foi solicitado à empresa CONSTRUTORA ADHONAY, sediada na cidade de Patrocínio – MG, especializada em construção civil de unidades de beneficiamento de grãos, que fosse feito um orçamento baseado em uma moega dupla com tombadores. O valor orçado foi de R\$ 300.000,00 (Trezentos mil reais) para tal situação. Enquanto o valor orçado para o equipamento dimensionado ao fluxo de 240 toneladas/hora de grãos com densidade de 750 Kg/m<sup>3</sup> é de R\$ 160.000,00, somando sua base de alvenaria que, orçada pela mesma construtora, seria de R\$ 80.000,00. Assim, tem-se as condições, apresentadas na Tabela 1 – Tabela comparativa de custos.

TABELA 1 – Tabela comparativa de custos entre *MOEGA X HI-FLIGHT*.

<b>EQUIPAMENTO</b>	<b>VALOR R\$</b>	<b>TOTAL R\$</b>	<b>COMPARATIVO</b>
Moega de Alvenaria	R\$ 300.000,00	R\$ 300.000,00	
			<b>R\$ 60.000,00</b>
<i>HI-FLIGHT</i> .	R\$ 160.000,00	R\$ 240.000,00	
Base de alvenaria	R\$ 80.000,00		

Fonte: Própria.

Como se pode observar, tem-se um menor custo de implantação de R\$ 60.000,00 para este caso. Considerando que o fluxo de 240 toneladas/hora é um fluxo alto em uma unidade, aplicando-se apenas a unidades de beneficiamento de grãos de grande porte, ao se diminuir o fluxo de grãos no equipamento haverá uma diminuição no custo.

O uso do equipamento *HI-FLIGHT* tem como vantagens:

- Melhor qualidade do grão: Uma vez que os grãos são conduzidos com maior agilidade (240 toneladas/hora) ao equipamento subsequente da linha, o grão será conduzido de imediato a um silo de capacidade estática maior, porém por curto espaço de

tempo, onde terá sua umidade, temperatura e aeração, controladas por sensores e ventiladores. Sendo assim não ficará em moegas sem estes controles.

- Diminuição de poços de elevadores: Como é possível observar (Figura 7 - *HI-FLYGH*T posicionado em base de alvenaria) este equipamento tem certa inclinação para condução do grão ao equipamento subsequente, eliminando, dessa forma, a necessidade do uso de poço para elevador e, com isso, seus agravantes como trabalho confinado, afloramento d'água e gases decorrentes de fermentação do grão.
- Agilidade no recebimento: Uma vez que o equipamento dá condições de se fazer a retirada do grão com alto fluxo e, continuamente, pode-se considerar que em uma unidade que tenha o equipamento *HI-FLIGHT* terá, de forma considerável, maior fluxo de recepção e, em consequência, menos caminhões parados à espera de descarga. Poderá colher o grão mesmo que a unidade não seja favorável, devido a chuvas e terá menor perda na colheita. Segundo D'Arce (2010), “No caso da soja, 10% ou mais dos grãos podem permanecer no solo, após a colheita, em decorrência da falta de regulagem e velocidade não correta da colhedora.”

O uso do equipamento *HI-FLIGHT* tem como desvantagens:

- Maior potência instalada: Sendo um equipamento movimentado com motor elétrico, será necessário maior disponibilidade de energia elétrica à unidade. De acordo com o catálogo (GRAIN SYSTEM INDUSTRI, 2014), o acionamento é constituído por motorreductor tipo FA, de eixo vazado, montado diretamente no eixo da engrenagem motriz. Para o dimensionamento de 240 toneladas/hora, o *HI-FLIGHT* leva um motor elétrico trifásico de 10 CV e 60 HZ.
- Necessidade de grupo gerador instalado: Sendo o *Hi-Flight* um equipamento que possui baixa capacidade estática, no caso de quedas na rede de energia, faz-se necessário o uso do equipamento grupo gerador instalado para que não haja paralisação na recepção da unidade.
- Maior coeficiente de quebra técnica: Sendo mais um equipamento em que o grão passará, haverá quebra de grãos.

#### 4 CONCLUSÃO

A utilização do sistema *HI-FLIGHT* apresentou vantagens em sua maioria, mais significativas se comparado ao uso convencional do sistema de moegas. Tais vantagens

citadas aumentariam todo o fluxo de recebimento e, conseqüentemente, o controle de temperatura e umidade, que são fatores importantes no momento de comércio do grão. Uma vez que se tem grãos com melhor qualidade, pode-se agregar valor ao produto.

Outro dado analisado foi o menor custo para sua implantação, e os orçamentos realizados mostram o custo de R\$ 60.000,00 mais barato que o uso convencional de moegas.

Fator importante analisado seria a questão de não se utilizar neste novo método o poço de maior profundidade da unidade, diminuindo assim o risco de intoxicação por gases resultantes da fermentação dos grãos e presente nos poços de elevadores não higienizados. Considerando que, em uma unidade de beneficiamento, o maior poço de elevadores é o da recepção, podendo chegar em até 9 metros, o *HI-FLIGHT* é uma solução eficaz, quando há lençol freático muito alto. Nesta situação, unidades de beneficiamento têm que trabalhar em tempo integral com bomba d'água ligada para não imergir elevadores dentro do poço.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, L. F.; OLIVEIRA, T. P.; PORTO, A. G.; SILVA, F. S. **A capacidade estática de armazenamento de grãos no Brasil**. Rio de Janeiro-RJ, 2008.

D'ARCE, M. A. B. R. **Pós colheita e armazenamento de grãos**. 2010. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Armazenamentodegraos.pdf>>. Acesso em: 28/05/2014.

EIFERT, E. da C. **Transporte, Recepção, Pré-Limpeza e Secagem**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fessmgy402wx5eo0y53mhy0y76ur7.html>>. Acesso em: 05/05/2014.

*HI-FLIGHT. Conveyors*. Disponível em: <<http://www.grainsystems.com/commercial/mathandling/hiflight-conveyor.php>>. Acesso em 16/06/2014.