

## **RELATÓRIO DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO**

### **ESTUDO DO FLUXOGRAMA OPERACIONAL DOS GRÃOS EM UNIDADE ARMAZENADORA NÍVEL COLETOR**

**Graduando de Engenharia Agrícola**  
Alessandro Konzen

**Orientador**  
Prof. M.Sc. Jeferson Cunha da Rocha

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Desde os primeiros tempos da história da humanidade, a produção de alimentos sempre foi o que há de mais importante em qualquer civilização. A produção, o transporte, o beneficiamento, armazenagem, a comercialização e o consumo de alimentos são uma cadeia produtiva de atividades vitais às pessoas, às famílias e às nações, motivo pelo qual a armazenagem agrícola é uma prática das mais antigas e importantes tanto quanto a atividade de produção.

Na atualidade o sistema armazenador brasileiro busca padronizar suas atividades e operações, tornando o Brasil considerado por alguns o celeiro do mundo, um país que disponibiliza um produto com qualidade e padrão. O agronegócio de grãos movimenta grande parte do mercado financeiro agrícola brasileiro e a necessidade de exportar e agregar valor ao produto ainda em território nacional é uma busca permanente.

Segundo a Portaria nº41 a certificação de unidades armazenadora inicia-se já em 2012 para boa parte do setor, com escalonamento de implantação e prazos para conformidade dos requisitos mínimos exigidos a uma unidade armazenadora. Um dos critérios da IN29 é a apresentação da planta funcional da unidade armazenadora, dispondo de localização, dimensões e fluxo das operações.

Nem sempre as unidades armazenadoras dispõem de tais documentos, a competitividade entre empresas especializadas no planejamento e projetos de unidades armazenadoras, levam consigo os documentos com informações vitais para o entendimento funcional da unidade armazenadora, protegendo seus segredos de sucesso.

Este fator competitivo do mercado de projetos deixou inúmeras unidades armazenadoras necessitando do levantamento fluxo operacional de suas instalações. Futuras ampliações, ajuste da cadência operacional e aperfeiçoamento dos processos, são apenas alguns serviços que dependem de tal registro sobre a unidade armazenadora.

Além disso, é suma importância para um melhor entendimento sobre as atividades do dia a dia de uma unidade armazenadora, conhecer o fluxo de grãos, o funcionamento das etapas, os possíveis desvios disponíveis (se houver), a

capacidade estática e dinâmica, a carga energética instalada, o movimento de veículos, os dispositivos antipoluição e outros.

Quando as atividades da unidade armazenadora tendem a um colapso é necessário obter uma perspectiva de todas as instalações para ajustar com sincronia todo o trabalho na unidade armazenadora, evitando assim transtornos aos usuários e a qualidade do produto.

Neste estudo buscou-se analisar o layout de toda a estrutura de uma unidade armazenadora nível coletor, descrevendo a situação atual do fluxograma de grãos da empresa e identificando possíveis melhorias.

## **2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA**

O fluxograma operacional dos grãos numa unidade armazenadora nível coletor determina todos os serviços e atividades prestados no pré-processamento dos grãos.

A Instrução Normativa nº29 regulamentada pela lei 9973 de 2000, que dispõe sobre os requisitos mínimos operacionais para a certificação de unidades armazenadoras, estabelece em sua redação que toda unidade armazenadora deve apresentar, a identificação e descrição do fluxo de grãos ou dos procedimentos operacionais padrão realizado aos grãos dentro da unidade armazenadora.

A certificação de unidades armazenadoras é uma exigência nacional para as unidades que prestam serviços remunerados de armazenagem e/ou pré-processamento de grãos. Com base neste contexto, este trabalho fez um estudo de caso em unidade armazenadora nível coletor, na identificação e transcrição dos procedimentos operacionais padrão a partir do fluxo atual dos grãos na linha de pré-processamento.

### **3. OBJETIVO GERAL**

➤ Neste estudo buscou-se analisar o layout de toda a estrutura de uma unidade armazenadora nível coletor, descrevendo a situação atual do fluxograma de grãos da empresa e identificando possíveis melhorias.

#### **3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar o fluxo operacional dos grãos no pré-processamento;
- Transcrever os procedimentos operacionais padrão aplicados aos grãos na linha de pré-processamento, desde a recepção até a expedição;
- Identificar os serviços e atividades disponíveis na atual situação do fluxograma operacional dos grãos;

#### 4. REFERENCIAL TEÓRICO

Ao longo dos séculos, os sistemas de armazenagem certamente evoluíram muito em tecnologia, capacidade e forma, desde os mais rudimentares e simples coletores até os sistemas mais evoluídos, de alta capacidade de armazenagem e velocidade de processamento e de movimentação (WEBER, 2005).

Em países como França, Argentina e Estados Unidos, a capacidade estática de armazenagem nas fazendas varia de 30 a 60% das suas safras. No Brasil, estima-se que esta capacidade corresponde a 3,5% da produção total de grãos. Contribuem para este baixo índice o fator econômico, a pouca difusão da tecnologia gerada e/ou adaptada e a falta de planejamento global da estrutura armazenadora (SILVA, 2008).

Nos países citados, a sequência do sistema de armazenagem tem origem na fazenda e evolui para os sistemas coletores, intermediários e terminais. No Brasil ocorre o contrário, considerando que a estrutura de armazenagem evolui dos sistemas coletores para os intermediários e terminais, geralmente representados pelas cooperativas, resultando numa atividade tipicamente urbana (SILVA, 2008).

Segundo Silva (2008), uma unidade armazenadora tecnicamente projetada e convenientemente localizada constitui uma das soluções para tornar o sistema produtivo mais econômico. Além de propiciar a comercialização da produção em períodos adequados à maximização de preços, evitando as pressões naturais do mercado na época de colheita, a retenção de produtos na propriedade, quando bem conduzida, apresenta inúmeras vantagens, como:

- Minimização das perdas quantitativas e qualitativas que ocorrem no campo;
- Economia em transporte, uma vez que o frete tem preço majorado no pique de safra;
- Custo de transporte reduzido pela eliminação de impurezas e do excesso de unidades coletoras ou intermediárias; e
- Possibilidade de obtenção de financiamento através de linhas de crédito próprias para pré-comercialização.

#### **4.1. Unidades Coletoras**

Unidades coletoras são unidades armazenadoras de médio ou grande porte que atende a um grande número de produtores rurais. Embora também possam ser particulares, essas unidades especialmente na região sul do país geralmente pertence a alguma cooperativa agrícola e seus associados (WEBER, 2005).

#### **4.2. Recepção e Amostragem**

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 podem, por exemplo, subestimar os valores dos teores de impureza e de água (SILVA, 2008).

Assim, ao ser calculadas às quebras de impurezas 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 (SILVA, 2008).

#### **4.3. Balança rodoviária e ferroviária**

Os caminhões ou outros veículos contendo grãos após tomadas as amostras, são encaminhados para a balança, onde é feita a pesagem do veículo com a carga para ser conhecido o peso total do veículo carregado e após a descarga repete-se a pesagem para conhecer o peso do veículo também chamada “tara” sem a carga que permite efetuar o cálculo do peso da massa de grãos, também chamada de peso líquido (WEBER, 2005).

#### **4.4. Moega**

A moega, em geral, é uma edificação subterrânea estruturada em concreto, com sua abertura coberta por uma grelha metálica ou em madeira, em nível do solo, a qual permite o posicionamento dos veículos para a descarga do produto e a passagem dos grãos para o interior da moega. O objetivo da moega é receber os grãos por gravidade na descarga dos veículos transportadores (tanto manual quanto mecânica), e tem a finalidade de inserir os grãos na linha de pré-processamento (MILMAN, 2002).

Segundo DEVILLA (2004), o tamanho da moega deve ser calculado levando-se em consideração a quantidade de produto a ser recebido por hora e a capacidade operacional da máquina de pré-limpeza e do secador, definindo-se então qual é o acúmulo máximo de produto que ficará na moega diariamente. Se o acúmulo de produto for muito grande, ou recebem-se dois produtos diferentes ao mesmo tempo, há necessidade de implantação de silo-pulmão.

#### **4.5. Pré – Limpeza**

Grãos colhidos com máquinas ou trilhadoras mecânicas apresentam grande quantidade de impurezas, como pedaços de ramos, folhas, palhas, torrões, poeira etc. Com o objetivo de facilitar e melhorar a eficiência dos sistemas de secagem, transporte, armazenagem e as demais operações de beneficiamento, deve-se eliminar parcialmente as impurezas. Para realizar esta operação, utilizam-se máquinas denominadas peneirões. Estas máquinas são constituídas por peneiras cilíndricas ou planas vibratórias, geralmente acopladas de um sistema de ventilação para eliminação de poeira e materiais leves. (SILVA, 2008)

#### **4.6. Limpeza**

É a operação que tem como objetivo reduzir o teor de impurezas e de matérias estranhas existentes na massa de grãos a níveis satisfatórios, para a

operação de secagem e armazenamento. É realizada por máquinas que usam a ação do ar forçado e da gravidade (PUZZI, 2000).

#### **4.7. Elevadores de Caçamba**

Os elevadores, como o próprio nome sugere, são utilizados para o transporte no plano vertical, elevando os grãos de um nível inferior a outro mais elevado, para a continuidade do processo ou para o armazenamento. Enquanto o transporte no plano horizontal conta com várias opções, o movimento de grãos a alturas mais elevadas e em volumes maiores dispõe apenas dos elevadores (WEBER, 2001).

#### **4.8. Cabeça do Elevador**

A cabeça do elevador tem como função principal a descarga dos grãos elevados, através da correia e das caçambas. Os elevadores podem descarregar os grãos por três formas diferentes: - centrífuga; - gravidade; - mista. Os elevadores que se costuma usar é o de sistema centrífugo, pois trabalham com velocidades do tambor da ordem de 120 rpm, relativamente elevada, sendo que rotações menores, da ordem de 50 rpm, são utilizadas em descargas por gravidade, geralmente para sementes. Os sistemas mistos possuem rotações intermediárias, sendo que a rotação está ligada de forma inversamente proporcional ao diâmetro do tambor motriz (WEBER, 2001).

É muito importante conhecer não apenas o diâmetro e a rotação, mas também a velocidade da correia das caçambas, que geralmente se situa entre  $2,0 \text{ m.s}^{-1}$  e  $3,7 \text{ m.s}^{-1}$ , para os elevadores de tambor de maior diâmetro. Conhecendo a rotação e o diâmetro, pode-se calcular a velocidade da correia (WEBER, 2001).

#### **4.9. Secadores**

A secagem é uma das etapas do pré-processamento dos produtos agrícolas que tem por finalidade retirar parte da água neles contida. É definida como um processo simultâneo de transferência de calor e massa (umidade) entre o produto e o ar de secagem. A remoção da umidade deve ser feita em um nível tal que o produto fique em equilíbrio com o ar do ambiente onde será armazenado e deve ser feita de modo a preservar a aparência, as qualidades nutritivas e, no caso de grãos, a viabilidade como semente (SILVA, 2000).

Durante a secagem, a retirada da umidade é obtida pela movimentação da água, decorrente de uma diferença de pressão de vapor d'água entre a superfície do produto a ser secado e o ar que o envolve. A condição para que um produto seja submetido ao processo de secagem é que a pressão de vapor sobre a superfície do produto seja maior do que a pressão do vapor d'água no ar de secagem (SILVA, 2000).

#### **4.10. Transportadores Mecânicos**

Os transportadores têm por função interligar os elementos da unidade armazenadora e movimentar a massa de grão nas direções: horizontal, vertical, e inclinada. Para tanto, os equipamentos mais utilizados são os elevadores de caçamba, correias transportadoras, transportadores helicoidais e transportadores de correntes (SILVA, 2005).

#### **4.11. Silos Armazenadores**

São células individualizadas, construídas de chapas metálicas, de concreto ou de alvenaria. Geralmente possuem forma cilíndrica, podendo ou não ser equipadas com sistema de aeração. Estas células apresentam condições necessárias á preservação da qualidade do produto, durante longos períodos de armazenagem. Quando os silos são agrupados em uma unidade de recebimento e

processamento, são denominados 'bateria'. A disposição física de uma bateria deve permitir ampliação da capacidade estática, com baixo custo adicional (SILVA, 2000).

Os silos podem ser classificados em horizontais e verticais, dependendo da relação que apresentam entre a altura e o diâmetro. Os verticais se forem cilíndricos, podem, para facilitar a descarga, possuir, o fundo em forma de cone. De acordo com sua posição em relação ao nível do solo, classificam-se em elevados ou semi-enterrados. Os silos horizontais apresentam as dimensões da base maior que a altura e, comparados aos verticais, exigem menor investimento por tonelada armazenada (SILVA, 2008).

## **5. METODOLOGIA**

O estudo foi realizado em uma unidade armazenadora de grãos nível coletor, nas proximidades da BR 153, na região de Erechim – RS.

A metodologia consistiu na identificação do atual fluxo de grãos na linha de pré-processamento, desde o recebimento até a expedição e utilizou as bibliografias especializadas na área Milman (2002), Silva (2008), Devilla (2004) e Weber (2005). A identificação foi efetuada observando-se o caminho que os grãos percorrem, através dos transportadores mecânicos, nas interligações entre as instalações civis e mecânicas da unidade armazenadora.

Após a identificação do fluxo de pré-processamento de grãos, foi elaborada a transcrição dos procedimentos operacionais padrão dos serviços e atividades da unidade armazenadora e seus respectivos organogramas de funcionamento.

## 6 - RESULTADOS OBTIDOS

Com a realização deste estudo foi possível elaborar os organogramas dos procedimentos operacionais padrão da linha de pré-processamento dos grãos, apresentados a seguir:

A Figura 1 apresenta o fluxograma operacional do procedimento operacional padrão para o recebimento de grãos limpos e secos.

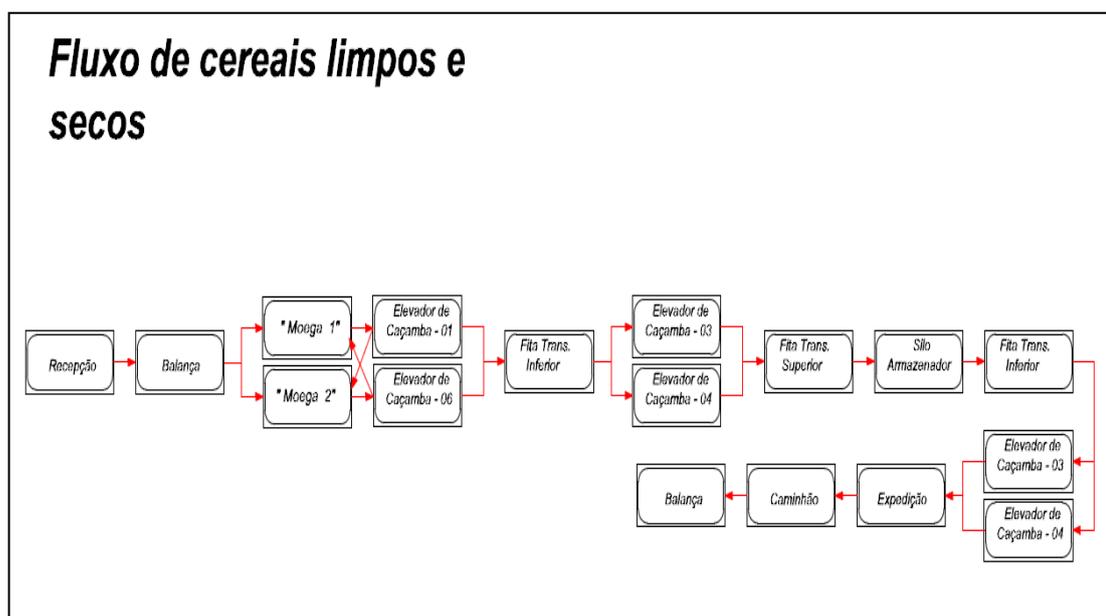


Figura 1. Organograma linear do P.O.P 1, para grãos limpos e secos.

Pelo organograma apresentado na figura 1, do procedimento operacional padrão para grãos limpos e secos, (P.O.P. 1), foi possível verificar que o P.O.P 1 pode ser realizado a partir da moega 1 e/ou da moega 2.

Os elevadores 1 e 6, atendem necessariamente suas respectivas moegas 1 e 2, porém possibilitam a realização de mais um procedimento operacional padrão de transbordo (P.O.P 1.A), com possibilidade de transferir o produto de uma moega para um transportador rodoviário posicionado em qualquer uma das duas moegas, neste P.O.P 1, e somente são envolvidos os elevadores 1 e 6 bastando direcionar os grãos novamente para as moegas.

O P.O.P 1 executado para o serviço de armazenagem pode ser originado tanto pela moega 1 quanto pela moega 2, e no decorrer do transporte mecânico não foi constatado a necessidade de forçar a passagem do produto por reguladores de

fluxo ou pelas etapas de pré-limpeza e secagem, somente utilizando os transportadores mecânicos.

Os transportadores mecânicos envolvidos na operação de recebimento e armazenamento de grãos secos e limpos são: EL1, 1EL2, FTi, EL3, EL4, e FTs, assim encerrando o fluxo dos grãos na carga de qualquer silo armazenador. Analisando os transportadores envolvidos neste processo, cabe uma análise da disposição destes equipamentos na planta orgânica buscando otimizar o caminho dos grãos e minimizar possíveis danos mecânicos aos grãos, característico da descarga centrífuga realizada por elevadores de caçambas.

Após o armazenamento, a expedição dos grãos recebidos pelo P.O.P 1 é realizado através dos silos de expedição, localizados entre os secadores e os silos armazenadores. Os transportadores envolvidos na expedição dos grãos recebidos pelos P.O.P 1 são: FTi<sub>2</sub>, EL3 e EL4, assim seguindo para os silos de expedição. Neste tipo de operação, não é verificada a possibilidade de retorno do produto armazenado para possíveis operações de correção no teor de impurezas ou grau de umidade, utilizando o transporte mecânico dos grãos.

A Figura 2 apresenta o fluxograma operacional do procedimento operacional padrão para o recebimento de grãos limpos e úmidos.

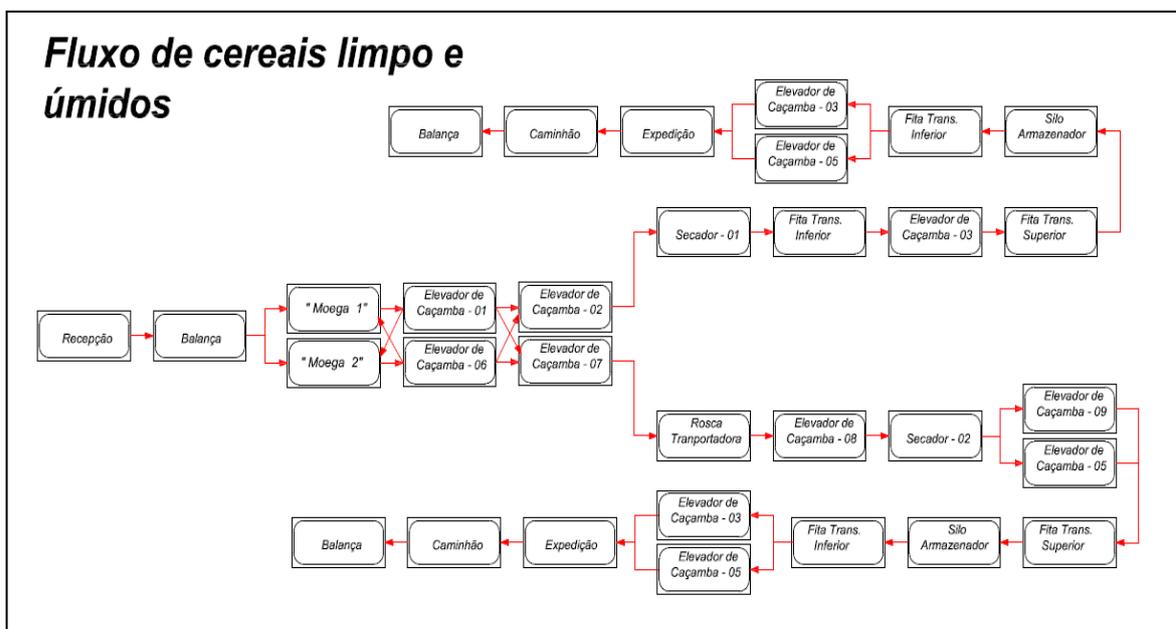


Figura 2. Organograma linear do P.O.P 2, para de grãos e limpos e úmidos

Pelo organograma apresentado na figura 2, do procedimento operacional padrão para grãos limpos e úmidos, (P.O.P. 2), foi possível verificar que o P.O.P 2 pode ser realizado a partir da moega 1 e/ou da moega 2.

Os elevadores 1 e 5, alimentam os elevadores 2 e 7, que atendem respectivamente os secadores 1 e 2, sem a necessidade de forçar a passagem do produto limpo através da pré-limpeza, e a partir do secador os grãos são encaminhados para o armazenamento e posterior expedição.

Os transportadores mecânicos envolvidos na operação de recebimento, secagem e armazenamento de grãos limpos e úmidos para o secador 1 são: EL1, EL2, ou EL5, EL2, assim encerrando o fluxo dos grãos no secador 1. Para o secador 2 os equipamentos envolvidos são: EL5, EL7 ou EL1, EL7, RT1, EL8 assim encerrando o fluxo dos grãos no secador 2. Pelos equipamentos envolvidos no transporte dos grãos para a secagem, é possível perceber que o fluxo para o secador 1 oferece menor dano mecânico aos grãos.

Apos a secagem dos grãos o fluxo para o armazenamento envolve os seguintes transportadores, a partir do secador 1: FTi1, EL3, FTs1, assim encerrando o fluxo de grãos no silo armazenador. A partir do secador 2, os seguintes transportadores são envolvidos no armazenamento dos grãos: EL9, EL5, FTs2, assim encerrando o fluxo de grãos no silo armazenador.

Para realizar a expedição dos grãos do silo armazenador são envolvidos os seguintes equipamentos: FTi2, EL3, EL5, assim encerrando o fluxo dos grãos na tolha de expedição.

A Figura 3 apresenta o fluxograma operacional do procedimento operacional padrão para o recebimento de grãos sujos e secos.

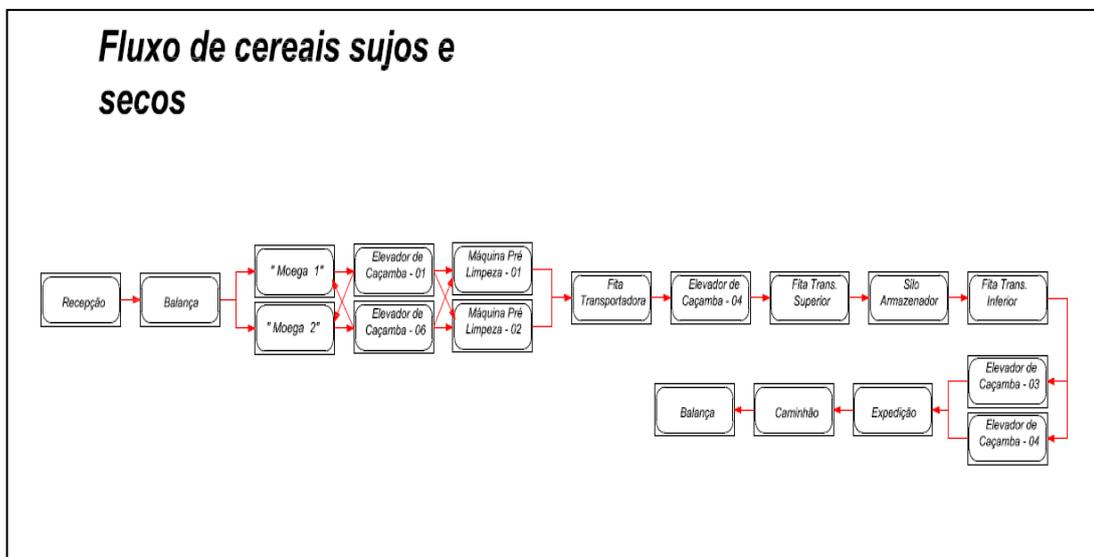


Figura 3. Organograma linear do P.O.P 3, para grãos sujos e secos.

Pelo organograma apresentado na figura 3, do procedimento operacional padrão para grãos sujos e secos, (P.O.P. 3), foi possível verificar que o P.O.P 3 pode ser realizado a partir da moega 1 e/ou da moega 2.

Os transportadores mecânicos envolvidos na operação de pré-limpeza e armazenamento de grãos sujos e secos são: EL1, EL6, MP1, MP2, FT1i, EL4, FT1s assim encerrando o fluxo dos grãos no silo armazenador. O POP3 não apresenta a possibilidade de prestar um serviço somente de limpeza, forçando a passagem dos grãos para o armazenamento.

Após o armazenamento, a expedição dos grãos recebidos pelo P.O.4 3 foi realizado através dos silos de expedição, localizados entre os secadores e os silos armazenadores. Os transportadores envolvidos na expedição dos grãos recebidos pelos P.O.P 3 são: FTi2, EL3 e EL4, assim seguindo para os silos de expedição. Neste tipo de operação, não foi verificada a possibilidade de retorno do produto armazenado para possíveis operações de correção no teor de impurezas ou grau de umidade, utilizando o transporte mecânico dos grãos.

A Figura 4 apresenta o fluxograma operacional do procedimento operacional padrão para o recebimento de grãos sujos e úmidos.

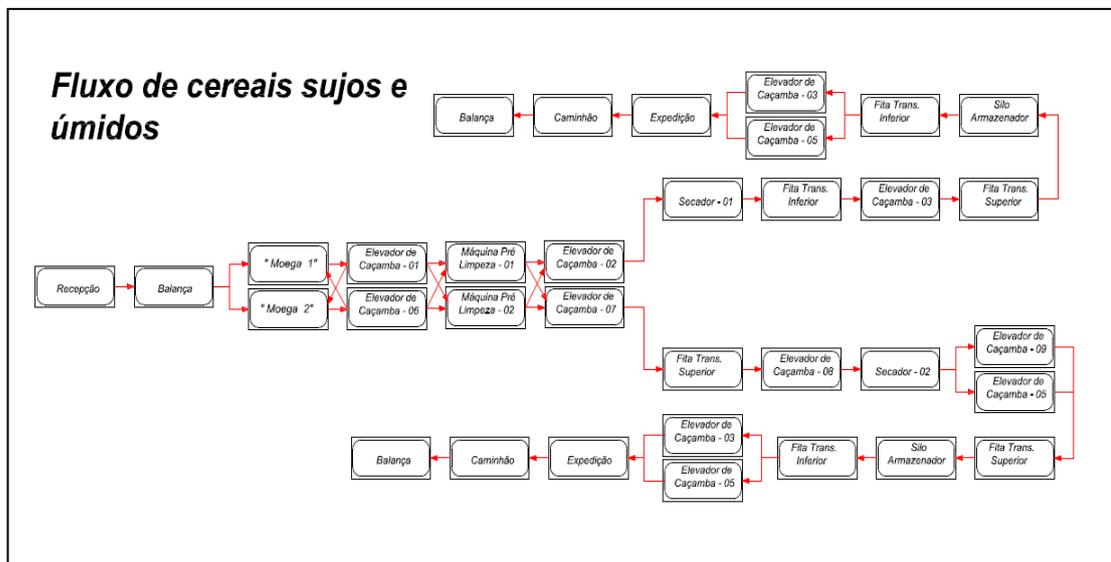


Figura 4. Organograma linear do P.O.P 4, para grãos sujos e úmidos.

Pelo organograma apresentado na figura 4, do procedimento operacional padrão para grãos sujos e úmidos, (P.O.P. 4), foi possível verificar que o P.O.P 4 pode ser realizado a partir da moega 1 e/ou da moega 2.

Os transportadores mecânicos envolvidos na operação de pré-limpeza, secagem e armazenamento de grãos sujos e úmidos são: EL1, EL6, MP1, MP2, EL2, EL7, assim encerrando o fluxo dos grãos nos secadores 1 e 2. O POP4 não apresenta a possibilidade de prestar um serviço somente de secagem, forçando a passagem dos grãos para o armazenamento.

Após a operação de secagem, os transportadores envolvidos para o armazenamento dos grãos a partir do secador 1 são: FTi1, EL3, FTs2, assim encerrando o fluxo dos grãos nos silos armazenadores. A partir do secador 2, os transportadores envolvidos para o armazenamento são: EL9, EL5, FTs3, assim encerrando o fluxo dos grãos nos silos armazenadores.

Após o armazenamento, a expedição dos grãos recebidos pelo P.O.P 4 foi realizado através dos silos de expedição, localizados entre os secadores e os silos armazenadores. Os transportadores envolvidos na expedição dos grãos recebidos pelos P.O.P 3 são: FTi2, EL3 e EL4, assim seguindo para os silos de expedição. Neste tipo de operação, não foi verificada a possibilidade de retorno do produto armazenado para possíveis operações de correção no teor de impurezas ou grau de umidade, utilizando o transporte mecânico dos grãos.

## **7 – CONCLUSÕES**

1 - Foi identificado, no P.O.P 1 para o recebimento de grãos secos e limpos, a possibilidade de serem executadas operações simultâneas de simples transbordo de carga.

2 - Em nenhum dos P.O.Ps elaborados foi constatada a possibilidade de retorno do produto armazenado, através dos transportadores mecânicos, para a realização de correções tanto no teor de impurezas quanto no grau de umidade, quando necessário.

3 – Os POP 1, 2, 3 e 4, constituem as linhas principais de operações da unidade armazenadora. Em nenhum momento as linhas principais apresentaram operações desnecessárias.

4 - Os diversos fluxos operacionais dos grãos na linha de pré-processamento na unidade armazenadora estão de acordo com suas necessidades operacionais, sendo assim possível realizar as diversas operações de uma unidade nível coletor. Porém, o fluxo operacional não possibilita a prestação de serviços em operações individuais de somente limpeza e expedição ou somente secagem e expedição.

5 - Com este trabalho foi possível realizar o levantamento dos principais procedimentos operacionais padrão da unidade armazenadora, que servirão como registro documentado para futura certificação da unidade armazenadora.

## 8 – BIBLIOGRAFIA

DEVILLA, I. A. **Projeto de Unidades Armazenadoras**. UEG, Goiás, 2004. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABPc4AB/projeto-unidade-armazenadoras>>. Acesso em: 29 de abril 2012.

PUZZI, D **Manual de armazenamento de grãos**. São Paulo Ed. Agronômica, 1977.

ROCHA, J. C. Anotações do material didático de aula. Apostila de Tecnologia Pós-Colheita III. 2012. 47p.

SILVA, J. S. e (Coord.). **Secagem e Armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Ed. Aprenda fácil, 2000.

SILVA, L. C **Manutenções em unidades armazenadoras**. Espírito Santo, (departamento de Engenharia Rural, boletim Técnico 2005)

WEBER, E. A **Armazenagem Agrícola**. Guaíba. Ed. Agropecuária 2001.

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