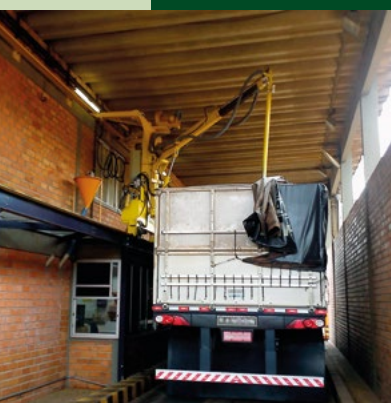


ARMAZENAGEM DE GRÃOS



SEGURANÇA, FLUXOGRAMA,
RECEBIMENTO, TRANSPORTE
E EXPEDIÇÃO

SISTEMA FAEP



SENAR - ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DO PARANÁ

CONSELHO ADMINISTRATIVO

Presidente: Ágide Meneguette

Membros Titulares

Rosanne Curi Zarattini
Nelson Costa
Darci Piana
Alexandre Leal dos Santos

Membros Suplentes

Livaldo Gemin
Robson Mafioletti
Ari Faria Bittencourt
Ivone Francisca de Souza

CONSELHO FISCAL

Membros Titulares

Sebastião Olímpio Santaroza
Paulo José Buso Júnior
Carlos Alberto Gabiatto

Membros Suplentes

Ana Thereza da Costa Ribeiro
Aristeu Sakamoto
Aparecido Callegari

Superintendente

Pedro Carlos Carmona Gallego

FLÁVIO LUIS BUENO HEMING

**ARMAZENAGEM DE GRÃOS:
SEGURANÇA, FLUXOGRAMA,
RECEBIMENTO, TRANSPORTE E EXPEDIÇÃO**



2016

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n. 164, datada de 22 de julho de 1994, e junto a Fundação Biblioteca Nacional e Senar-PR.

Autor: Flávio Luis Bueno Heming

Coordenação técnica: Leandro Alegransi CREA PR - 125189/D

Coordenação metodológica: Patrícia Lupion Torres

Normalização: Rita de Cássia Teixeira Gusso – CRB 9. /647

Coordenação gráfica: Adilson Kussem

Ilustrações: Kepler Weber e Sincronia Design

Diagramação: Sincronia Design

Catálogo no Centro de Editoração, Documentação
e Informação Técnica do SENAR-PR.

Heming, Flávio Luis Bueno.

Armazenagem de grãos : segurança, fluxograma, recebimento, transporte e expedição / Flávio Luis Bueno Heming. – Curitiba : SENAR - Pr., 2016. – 1 v.

ISBN 978-85-7565-136-0

1. Agricultura. 2. Armazenagem. 3. Transporte de grãos. 4. Legislação. 5. Amostras. 6. Insetos. 7. Expedição. I. Título.

CDU631.4
CDD633

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, por qualquer meio,
sem a autorização do editor.

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA



APRESENTAÇÃO

O Sistema FAEP é composto pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP), o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural do Paraná (SENAR-PR) e os sindicatos rurais.

O campo de atuação da FAEP é na defesa e representação dos milhares de produtores rurais do Paraná. A entidade busca soluções para as questões relacionadas aos interesses econômicos, sociais e ambientais dos agricultores e pecuaristas paranaenses. Além disso, a FAEP é responsável pela orientação dos sindicatos rurais e representação do setor no âmbito estadual.

O SENAR-PR promove a oferta contínua da qualificação dos produtores rurais nas mais diversas atividades ligadas ao setor rural. Todos os treinamentos de Formação Profissional Rural (FSR) e Promoção Social (PS), nas modalidades presencial e online, são gratuitos e com certificado.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
1 SEGURANÇA EM UMA UNIDADE DE RECEBIMENTO E ARMAZENAGEM DE GRÃOS	9
1.1 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPIS)	10
1.2 TRABALHO EM ALTURA	14
1.3 TRABALHO EM ESPAÇO CONFINADO	16
1.4 RECOMENDAÇÕES IMPORTANTES	17
2 DISPOSIÇÃO E FLUXOGRAMA DE UMA UNIDADE DE RECEBIMENTO E ARMAZENAGEM DE GRÃOS	19
2.1 RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	19
2.2 FLUXO DOS GRÃOS	21
3 RECEBIMENTO	23
3.1 TIPOS DE DESCARREGAMENTO	23
3.2 PORQUE SEPARAR NO RECEBIMENTO	26
3.3 UMIDADE	27
3.4 IMPUREZAS	31
3.5 GRÃOS GENETICAMENTE MODIFICADOS	33
3.6 GRÃOS QUEBRADOS, AVARIADOS E DESCONTOS	34
3.7 TABELAS DE DESCONTOS PARA SECAGEM	35
3.8 AMOSTRAGEM	36
3.8.1 Legislação sobre amostragem de grãos	36
3.8.2 Retirada e análise de amostras	38
3.8.3 Tipos de amostras	40
3.8.4 Identificação das amostras	40
3.8.5 Amostragem de carga em sacarias	41
3.8.6 Amostragem de carga a granel	42
3.8.7 Amostragem em transportadores	45
3.8.8 Amostragem em silos e armazéns	45
3.8.9 Divisor de amostras	47
3.9 INFESTAÇÃO DE INSETOS	48
3.10 CUIDADOS COM A SEGURANÇA NO RECEBIMENTO DE GRÃOS	48
4 TRANSPORTE DE GRÃOS	51
4.1 TRANSPORTE POR GRAVIDADE	51
4.1.1 Canalizações redondas	52
4.1.2 Canalizações quadradas	53
4.1.3 Principais itens das canalizações	54
4.1.4 Operação	61
4.1.5 Limpeza das canalizações	67
4.1.6 Manutenção	69

4.2	TRANSPORTE MECÂNICO.....	72
4.2.1	Elevadores de caçambas	74
4.2.2	Operação dos elevadores de caçambas.....	85
4.2.3	Correias transportadoras	93
4.2.4	Operação das correias transportadoras	103
4.2.5	Transportadores de corrente	107
4.2.6	Operação dos transportadores de corrente.....	115
4.2.7	Roscas transportadoras	117
4.2.8	Operação das roscas transportadoras.....	122
4.2.9	Cuidados especiais com os transportadores horizontais.....	124
4.2.10	Limpeza dos transportadores (todos)	125
4.2.11	Manutenção dos transportadores (todos)	128
5	EXPEDIÇÃO	131
	REFERÊNCIA	141
	ANEXO 1	143



INTRODUÇÃO

Neste volume, são apresentadas as questões relativas à segurança em uma unidade de recebimento de grãos e os processos de recebimento, transporte e expedição.

Inicia-se mostrando a importância e os cuidados primordiais que se deve ter com relação à segurança de todos os envolvidos na unidade, tanto para o pessoal interno como para visitantes.

Apresenta-se e conceitua-se um *layout* de uma unidade de recebimento e armazenagem de grãos, mostrando e identificando os diversos equipamentos que a compõe.

Também se abordam os processos que são executados na etapa de recebimento dos grãos, logo que eles chegam à unidade; os processos de transporte entre os diversos equipamentos utilizando tanto a ação da gravidade por meio das canalizações, como também o transporte mecanizado; e por fim a expedição, quando os grãos deixam a unidade e todos os cuidados que envolvem esta última etapa da armazenagem.

Destacam-se os processos e os modelos de equipamentos comerciais mais comuns no mercado brasileiro atualmente, de forma que este manual possa ser utilizado como um guia geral para equipamentos de diversos tipos, porte e fabricantes diferentes, sendo que os princípios de funcionamento e demais temas abordados se aplicam à grande maioria das máquinas existentes e em produção no país.

Espera-se que as informações aqui contidas possam ser de grande utilidade nas unidades de recebimento de grãos vegetais, servindo para que os profissionais envolvidos tanto na operação direta e na manutenção, gerentes, chefias e demais pessoas que participam do dia a dia de uma unidade de recebimento e armazenagem de grãos utilizem esses equipamentos com a maior eficácia possível, minimizando as perdas qualitativas e quantitativas dos grãos, prolongando a vida útil dos equipamentos e reduzindo custos operacionais e de manutenção, e com um cuidado especial no que se refere à segurança de todos.

Nos próximos volumes que compõem o conjunto deste manual, serão apresentadas as demais etapas, processos e equipamentos de uma unidade de recebimento e armazenagem de grãos.

1 SEGURANÇA EM UMA UNIDADE DE RECEBIMENTO E ARMAZENAGEM DE GRÃOS

Antes de iniciar a abordagem de qualquer assunto relacionado à operação dos equipamentos, vai-se tratar de um aspecto que de fundamental importância, que é a segurança nas unidades de recebimento e armazenagem de grãos.

Infelizmente, ainda existe uma incidência muito grande de acidentes em unidades de recebimento e armazenagem de grãos. Esses acidentes causam desde pequenos transtornos e prejuízos até casos gravíssimos com danos permanentes aos operadores, como perda de membros, olhos, entre outros, chegando até ao óbito.

Faz-se questão de iniciar abordando esse assunto que se julga ser de importância extrema para sensibilizar todos os envolvidos do quão graves e irreversíveis podem ser as consequências resultantes de qualquer acidente.

Em primeiro lugar, descreve-se o que se entende por **segurança**:

promover o bem estar e a integridade dos colaboradores, por meio do cumprimento da legalidade e desenvolvimento de ações voltadas para a manutenção de um ambiente de trabalho saudável e seguro.

Ou seja, pode-se dizer que segurança é cumprir o que rege a legislação e, também, tomar ações adicionais que busquem evitar a possibilidade de acidentes.

E, nesse ponto, define-se o que é um **acidente de trabalho**:

“acidente do trabalho é aquele que ocorrer pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, ou perda, ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.” (BRASIL, 1976).

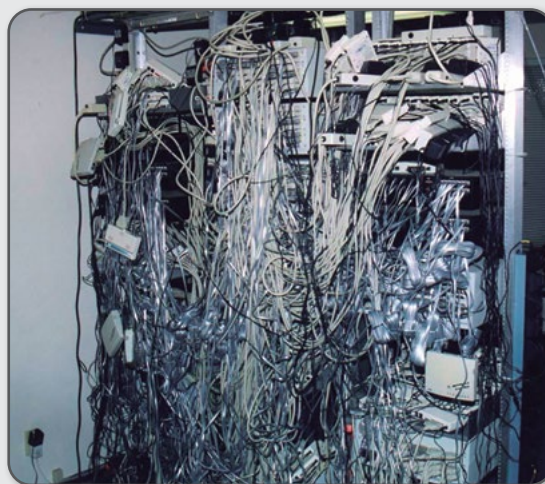
Por que acontecem os acidentes de trabalho?

Fazendo uma análise no conceito de acidente de trabalho, pode-se afirmar que os acidentes acontecem principalmente por dois motivos, sendo eles:

- **Condições inseguras** do posto de trabalho, máquinas, equipamentos, entre outros;
- **Fatores humanos**, pela inobservância da segurança pessoal.

A Figura 1 mostra o que é uma condição insegura.

Figura 1 – Quadro elétrico com condição insegura.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Já na Figura 2 tem-se uma situação insegura pela exposição do trabalhador ao risco de acidente.

Figura 2 – Possibilidade de acidente por fator humano.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

É responsabilidades de todos zelar por:

- máquinas, equipamentos e ferramentas de trabalho;
- equipamentos de proteção;
- outros trabalhadores;
- meio ambiente.

1.1 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPIs)

Os equipamentos de proteção individual (EPIs) são ferramentas de trabalho que visam proteger a saúde do trabalhador e reduzir os riscos que ameaçam a segurança e a saúde no trabalho.

A legislação, por intermédio da Norma Regulamentadora número 6 (NR 6), obriga a empresa a fornecer gratuitamente aos empregados os EPIs adequados ao risco a que esteja exposto e em perfeito estado de conservação e funcionamento.

A definição de quais EPIs que devem ser utilizados é feita por meio de um Laudo Técnico que identifica os riscos a que o colaborador está exposto em cada atividade.

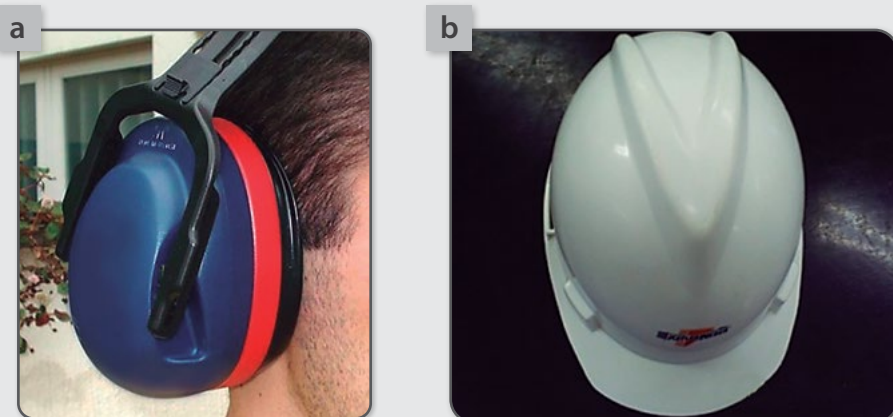
Os principais EPIs estão descritos no Quadro 1. Eles devem ser utilizados no trabalho em uma unidade de recebimento e armazenagem de grãos.

Quadro 1 – Forma correta de uso dos EPIs, suas limitações e cuidados.

EPI	FORMA CORRETA DO USO	LIMITAÇÕES	HIGIENIZAÇÃO, MANUTENÇÃO E ARMAZENAMENTO
PROTETOR AURICULAR	Ao colocá-lo, manter a haste sobre a cabeça e abrir a boca ao encaixá-lo sobre as orelhas, ajustando a altura. As mãos devem estar limpas. Figura 3a.	Evitar o uso se apresentar cabelos compridos e óculos, devido a haste atrapalhar a vedação. Quando danificado ou a almofada estiver endurecida, é necessário realizar a troca imediata. Evitar o uso coletivo.	Diariamente: aplicar um pano úmido com água e sabão neutro. Semanalmente: desmontá-lo, verificar as peças e trocá-las se danificadas. Guardar na embalagem original em local limpo, seco e arejado.
ÓCULOS DE SEGURANÇA	Ajustar as hastes dos óculos, eliminando o espaço entre estes e o rosto para manter os óculos firmes e não incomodar o usuário. Não utilizar óculos com defeito ou quebrados. Se for o caso, utilizar soluções antiembaçantes	Quando danificados ou se a lente estiver riscada, realizar a troca imediata. Não utilizar material abrasivo ou seco para a limpeza. Evitar o uso coletivo.	Diariamente: limpar com água corrente e sabão neutro. Guardá-los na embalagem original em local limpo, seco e arejado.
PROTEÇÃO PARA CABEÇA (CAPACETE)	Ajustar na cabeça por meio do manuseio da suspensão, com o auxílio da jugular. Figura 3b.	Oferece proteção limitada a objetos que estiverem caindo no topo do capacete, reduzindo a força do impacto. A exposição prolongada à luz solar pode degradar o casco.	1. Remover a carneira. 2. Limpar o capacete com sabão e água. 3. Enxaguar e secar. 4. Recolocar a carneira e utilize normalmente.
PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA	Regular os elásticos inferiores, na região do pescoço, e superiores, sobre as orelhas, sem machucar o rosto, moldando o alumínio ao nariz sem machucar. Realizar o teste de selagem e ensaio de vedação facial. As mãos devem estar limpas e secas.	Evitar o uso com barba ou pelos faciais (não haverá vedação). Trocar o respirador com filtro químicos ao sentir o cheiro ou gosto e/ou trocar o respirador com filtro mecânico ao sentir a respiração pesada (entupimento ao inalar); IMPORTANTE: Esse tipo de máscara não protege contra gases. Evitar o uso coletivo.	Evitar a limpeza com água e sabão e a utilização de ar comprimido. Guardar em sacos plásticos, caso possa ser utilizado por mais de um dia. Guardar em local limpo, seco e arejado.
CALÇADO DE SEGURANÇA	Calçar conforme a numeração adequada (exata). Manter sempre bem ajustado aos pés. Figura 4.	É feito de material permeável (couro): evitar contato com produtos químicos (ácidos, álcalis entre outros). Evitar o uso coletivo.	Diariamente: limpar com pano úmido com água e sabão. Semanalmente: aplicar graxa na parte externa. Guardar em local limpo, seco e arejado.

Fonte: Kepler Weber, 2013.

Figura 3 – Equipamentos para a cabeça.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Figura 4 – Equipamentos para os pés.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Existem outros EPIs para proteção de outras partes do corpo que estão frequentemente submetidas a riscos e devem estar sempre protegidas.

Para a proteção das mãos, são utilizadas luvas, sendo que para cada tipo de atividade temos o EPI mais apropriado, e isso se aplica principalmente no caso das luvas. Existem diversos tipos, modelos e materiais, e cada um deles tem sua aplicação e uso definido. Deve-se escolher com cuidado qual luva utilizar e que realmente oferecerá a proteção necessária para o tipo de trabalho a ser executado. Na Figura 5, estão alguns exemplos de diferentes luvas.

Figura 5 – Luvas mistas (a); Luvas de látex (b); Luvas de PVC (c); Luvas de raspa (d).



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Da mesma forma, deve-se tomar muito cuidado com a proteção do rosto (facial) durante as atividades de trabalho. Além de ser uma parte do corpo bastante exposta, ela também possui órgãos importantíssimos e ao mesmo tempo frágeis, como os olhos. Ou seja, é necessário promover a proteção adequada sempre que o trabalho apresentar qualquer risco.

Na Figura 6, tem-se um exemplo de máscara facial utilizada para atividades de desbaste, como o uso de esmeril, mas além dessa existem outros tipos de proteção que devem ser utilizados conforme o trabalho exija.

Figura 6 – Máscara para operações de desbaste.



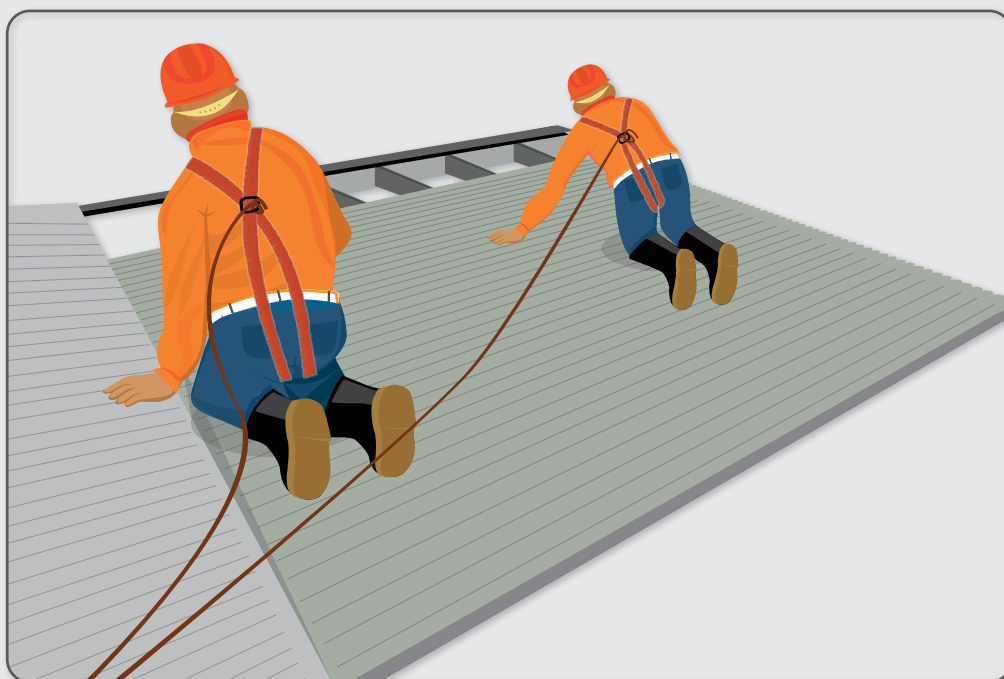
Fonte: Kepler Weber, 2013.

1.2 TRABALHO EM ALTURA

A Norma Regulamentadora número 35 (NR 35) estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com essa atividade.

Uma das principais causas de morte de trabalhadores se deve a acidentes envolvendo quedas de pessoas e de materiais. Muitos acidentes têm ocorrido nas atividades de pintura, manutenção e montagens industriais.

Figura 7 – Exemplo de trabalho em altura.



Fonte: Sincronia design, 2016.

Regras gerais para trabalho em altura (acima de 2 m do solo):

- o local deverá ser sinalizado com placas indicativas e deverá ser realizado isolamento para prevenir acidentes com pessoas que estejam trabalhando embaixo;
- é obrigatório o uso do cinto de segurança, tipo paraquedista, para trabalhos em altura superior a 2 m;
- o transporte do material para cima ou para baixo deverá ser feito, preferencialmente, com a utilização de cordas em cestos especiais ou de forma mais adequada;
- as ferramentas não podem ser transportadas em bolsos; utilizar sacolas especiais ou cintos apropriados;

- materiais e ferramentas não podem ser deixados desordenadamente nos locais de trabalho sobre andaimes, plataformas ou qualquer estrutura elevada, para evitar acidentes com pessoas que estejam trabalhando ou transitando sob tais estruturas;
- sob ameaça de chuva ou ventos fortes, suspender imediatamente o serviço.

Na Figura 8a, Figura 8b e Figura 9, estão ilustrados alguns EPIs que devem ser utilizados nos trabalhos em altura.

Figura 8 – Cinto de segurança (a); Talabarte com mosquetões (b).



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Figura 9 – Trabalhador utilizando cinto de forma adequada.



Fonte: Sincronia design, 2016.

1.3 TRABALHO EM ESPAÇO CONFINADO

A Norma Regulamentadora número 33 (NR 33) estabelece os requisitos mínimos para identificação de espaços confinados e reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos existentes, de forma a garantir permanentemente a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem direta ou indiretamente nesses espaços.

Podem-se considerar “espaços confinados” os ambientes que possuem as seguintes características:

- local não designado à ocupação humana contínua;
- possui entradas e saídas restritas;
- pode ocorrer deficiência ou enriquecimento de oxigênio.

A Figura 10 exemplifica a restrição de entrada e saída de um espaço confinado.

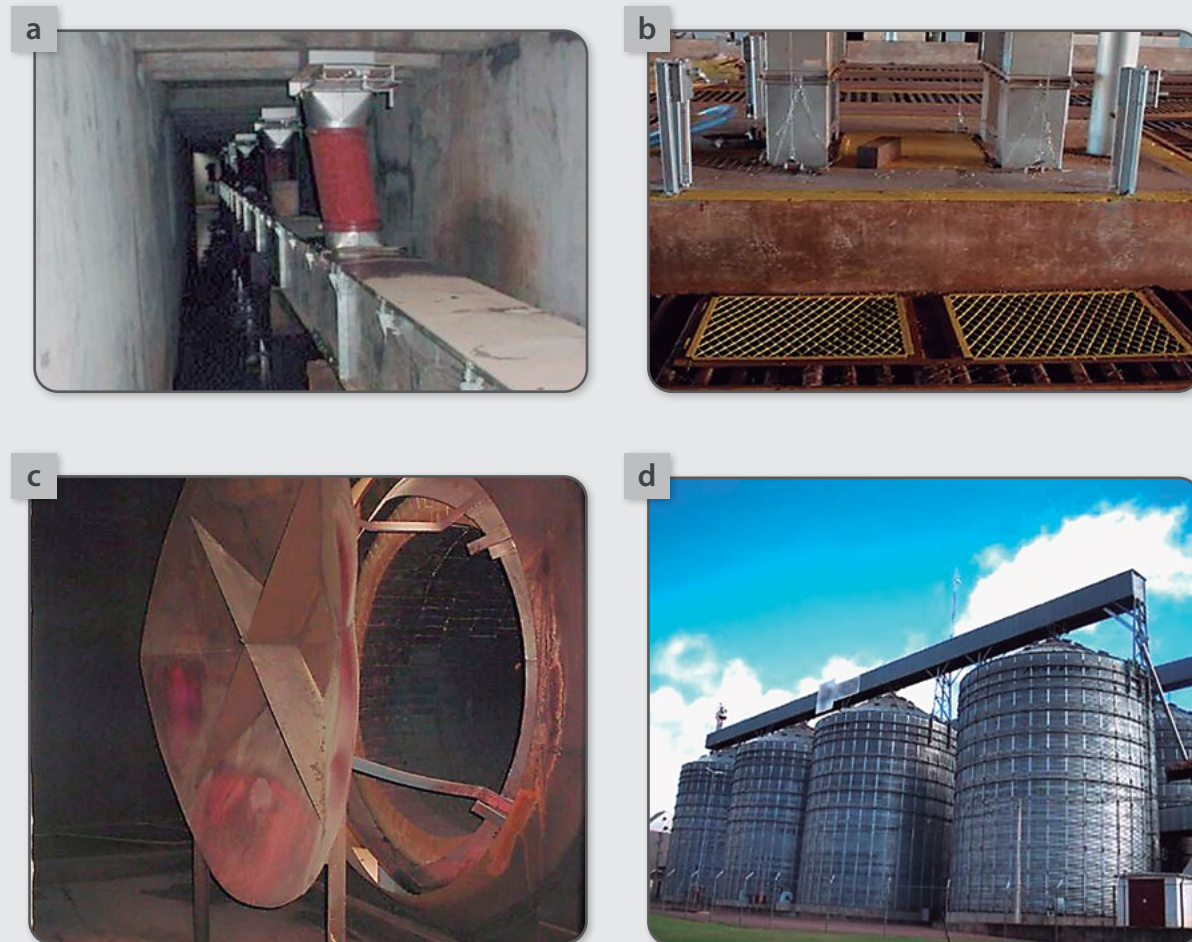
Figura 10 – Exemplo típico de espaço confinado.



Fonte: Sincronia design, 2016.

A Figura 11 apresenta os espaços confinados existentes em unidades de recebimento e armazenagem de grãos.

Figura 11 – Exemplos de espaços confinados: túnel embaixo de armazéns (a); poço de elevadores (b); interior de secadores e fornalhas (c); interior de silos e galerias (d).



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Um cuidado adicional deve ser tomado nos espaços confinados quando a unidade estiver sofrendo expurgo ou aplicação de qualquer substância química, especialmente na forma de gás.

Nesses casos, deve-se seguir fielmente as orientações do fabricante do produto com relação à segurança.

1.4 RECOMENDAÇÕES IMPORTANTES

Sempre antes de realizar atividade interna em qualquer equipamento, é necessário desligá-lo e retirar os fusíveis do quadro de comando.

Também deve-se avisar os colegas e colocar cartazes no quadro de comando indicando que o equipamento não poderá ser ligado em nenhuma hipótese.

O ideal é colocar cadeados que impeçam que alguém ligue o equipamento inadvertidamente.

Antes de realizar trabalhos em espaços confinados, seguir todas as recomendações da NR 33, especialmente no que se refere à medição do teor de oxigênio e sobre a presença de gases no ambiente, com equipamento apropriado devidamente certificado e aferido.

Qualquer imprudência pode causar graves acidentes que poderá trazer sérias consequências para o resto da vida. Por isso, nunca se deve entrar no equipamento em operação ou realizar o trabalho sozinho.

Deve-se sempre utilizar os EPIs indicados para o trabalho específico, tais como:

- cintos e trava-quedas para trabalhos em altura;
- botinas, luvas e óculos de segurança (em todos os trabalhos);
- capacete;
- máscaras para espaços confinados ou onde houver emissão de pó;
- protetores de ouvido para locais com ruído;
- protetores faciais de acordo com o tipo de trabalho;
- roupa adequada e demais proteções necessárias conforme o tipo de trabalho.

2 DISPOSIÇÃO E FLUXOGRAMA DE UMA UNIDADE DE RECEBIMENTO E ARMAZENAGEM DE GRÃOS

Para entender os temas deste manual, antes de tudo é necessário tomar conhecimento da forma como os equipamentos estão organizados em uma unidade, saber a função de cada um e seu papel no processo como um todo.

Consta no Anexo 1, no final deste volume, um fluxograma com exemplo de uma unidade de recebimento que mostra os equipamentos considerados fundamentais que deveriam estar presentes em todas as unidades, salientando, porém, que existem diversos outros arranjos possíveis e viáveis, com mais ou menos equipamentos.

Além do fluxo do produto, no anexo tem-se a vista frontal (elevação) mostrando os referidos equipamentos, com a sua localização na unidade e também as canalizações que interligam os equipamentos.

Também com relação ao fluxo dos grãos dentro da unidade, procura-se contemplar as diversas necessidades que normalmente se apresentam, permitindo que os grãos sejam levados de um equipamento ao outro, seguindo a sequência dos processos, e também que o produto retorne a um processo anterior intermediário (secagem, por exemplo), se isso se mostrar necessário.

2.1 RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Como podemos ver no fluxograma (Anexo 1), uma unidade de recebimento e armazenagem de grãos possui uma gama de equipamentos e estruturas, cada um com determinada função no fluxo.

Na legenda do desenho, pode-se ver a referência de cada equipamento (TAG), ao lado da sua denominação.

Os detalhes construtivos e operacionais desses equipamentos serão abordados nos próximos volumes deste manual.

A seguir, são listados os equipamentos e é feita uma breve descrição das suas funções:

- MR-01 – Moega rodoviária 01 – depósito localizado abaixo do nível do solo, onde são descarregados os grãos que chegam à unidade. No exemplo dado, o descarregamento se dá por meio de caminhões;
- MR-02T – Moega rodoviária 02 com tombador – idem à MR-01, posicionada ao lado desta, sendo que a MR-02T possui um tombador para caminhões, a fim de agilizar a descarga;
- EL-01 – Elevador de caçambas – recebe os grãos das moegas e os leva ou para a máquina de limpeza (ML-01) ou para a correia transportadora (CT-01);

- ML-01 – Máquina para limpeza de grãos 01 – serve tanto para as funções de pré-limpeza como para limpeza final do produto;
- CT-01 – Correia transportadora 01 – recebe grãos do EL-01 ou da ML-01 e leva os grãos para o fluxo de secagem ou para a armazenagem definitiva;
- EL-02 – Elevador de caçambas 02 – recebe os grãos da CT-01 e os encaminha no fluxo da secagem, podendo abastecer diretamente o secador de grãos (SEC-01) ou o silo pulmão (SP-01), que posteriormente abastecerá o secador. O EL-02 também serve para realizar o “rodízio” dos grãos no secador ou levar o produto do silo pulmão para a máquina de limpeza (ML-01);
- SP-01 – Silo pulmão 01 – serve como depósito temporário para os grãos úmidos que sofrerão secagem. Recebe os grãos por meio do EL-02 e os devolve pelo transportador de correntes (RD-01), que retorna para o elevador (EL-02);
- RD-01 – Transportador de corrente 01 – recebe do SP-01 e leva para o EL-02, o qual pode enviar para o secador de grãos (SEC-01) ou para a ML-01;
- SEC-01 – Secador de grãos 01 – serve para retirar a umidade em excesso dos grãos. Recebe do EL-02 e descarrega os grãos secos no elevador de grãos 03 (EL-03);
- EL-03 – Elevador de grãos 03 – recebe o produto seco que sai do secador (SEC-01). Também recebe grãos secos e limpos por intermédio da CT-01 ou grãos armazenados nos silos de armazenagem definitiva (SA-01 e SA-02) por meio da CT-02;
- RD-02 – Transportador de corrente 02 – sua função é abastecer os silos armazenadores SA-01 e SA-02, e também a caixa de expedição (CX-01). Recebe os grãos do EL-03;
- SA-01 – Silo de armazenagem definitiva 01 – recebe o produto pelo RD-02 e é descarregado pela CT-02;
- SA-02 – Silo de armazenagem definitiva 02 – idem ao SA-01; recebe o produto pelo RD-02 e é descarregado pela CT-02;
- CT-02 – Correia transportadora 02 – localizada embaixo dos silos armazenadores SA-01 e SA-02, recebe os grãos destes e leva para o elevador EL-03;
- CX-01 – Caixa de expedição 01 – sua função é servir como pulmão no processo de expedição dos grãos. É a saída dos grãos após todos os outros processos da unidade. É abastecida pelo transportador de corrente RD-02.

2.2 FLUXO DOS GRÃOS

No fluxograma (Anexo 1), têm-se várias opções de caminhos para os grãos, nominados de “A” até “I”, permitindo realizar todos os processos necessários para uma boa armazenagem de grãos.

Abaixo, explicam-se cada uma dessas alternativas de fluxo e, sucintamente, o porquê de cada uma delas:

- A** - mostra o caminho de entrada de produto recebido sujo e úmido, ou seja, terá que passar pelos processos de pré-limpeza e secagem;
- B** - caso o produto recebido já esteja limpo o suficiente, porém esteja úmido, poderá ser levado direto para o secador;
- C** - esse caminho serve para estocar produto recebido úmido no silo pulmão, para uma armazenagem temporária enquanto aguarda passar pela secagem, e depois mostra o caminho dos grãos para o secador;
- D** - em vários momentos é necessário retornar o produto que sai do secador de volta para o mesmo (rodízio); nesse caso é utilizado o fluxo “D”;
- E** - fluxo utilizado nos casos em que o produto que está no silo pulmão necessita passar pela pré-limpeza;
- F** - representa o fluxo de produto que apresenta condições adequadas para armazenagem de longo prazo, nos silos armazenadores;
- G** - mostra o fluxo de expedição dos grãos que ficaram armazenados nos silos;
- H** - fluxo que permite expedir produto que sai direto do secador, sem passar pela armazenagem;
- I** - fluxo de retorno de produto que estava armazenado nos silos, mas que necessita passar pelo processo de limpeza, ou no caso de ser necessária uma transilagem;

Para melhor entendimento, sugere-se analisar os fluxos e os equipamentos no Anexo 1.

3 RECEBIMENTO

Em princípio, pode-se pensar que o processo de armazenagem inicia logo que o produto entra na unidade. Porém, vários fatores que determinarão a qualidade final do produto armazenado já podem estar definidos antes disso.

Refere-se ao fato de que parâmetros, como tipo de grão, variedade e qualidade da semente utilizada, forma de plantio, preparação do solo, incidência de chuvas ou estiagem, colheita, transporte, entre outros, são muito importantes para definir o que ocorrerá depois, nos demais processos e principalmente durante a armazenagem.

Neste capítulo sobre recebimento, o foco são os processos e os cuidados que devem ser tomados a partir do momento em que os grãos são recebidos, pois, como é impossível agir sobre o que já ocorreu com os grãos antes de sua chegada na unidade, é a partir desse ponto que se tem condições de interferir.

Salienta-se que se os grãos recebidos forem de terceiros, eles devem ser analisados cuidadosamente para se ter certeza quanto à sua qualidade inicial e até decidir se a carga deverá ser aceita ou não. Grãos que já sofreram avarias ou que estejam mofados, fermentados, ardidos, quebrados, entre outros, certamente não são ideais para médios e longos períodos de armazenagem.

Se for inevitável receber grãos em condições como as citadas, recomenda-se segregá-los e realizar uma estocagem em separado, isolando-os dos grãos sadios.

Não se recomenda a mistura de produto danificado com grãos em boas condições, pois os problemas existentes irão proliferar e causar estragos nos demais.

3.1 TIPOS DE DESCARREGAMENTO

A forma de descarga dos grãos depende do veículo utilizado no seu transporte, e isso já deve estar previsto no projeto e construção da unidade.

Por exemplo, se a unidade possuir uma plataforma basculante, os caminhões que farão a descarga devem ter tamanho compatível com a plataforma.

Pode-se ter sistemas bastante simples para descarga, de forma a receber grãos trazidos por pequenas carretas, ou caminhões com carroceria tipo graneleira, passando por descargas com plataformas basculantes ou até descarga de vagões ferroviários.

O que todos esses sistemas têm em comum é o fato de possuírem um depósito abaixo do nível do piso, denominado de moega, onde os grãos são descarregados.

A Figura 12 mostra uma estrutura básica de recebimento com duas moegas e elevador central.

Figura 12 – Moega para recebimento de grãos.



Fonte: Autor, 2014.

No nível do piso, as moegas possuem grades, geralmente metálicas, que permitem a passagem dos grãos, mas impedem a queda de objetos maiores ou pessoas.

As moegas padrão têm a forma de uma pirâmide invertida, sendo que no seu vértice inferior existe uma abertura com registro. Essa abertura fica ligada a um transportador que conduzirá os grãos para outros destinos, e o registro serve para liberar, bloquear ou dosar o fluxo de grãos.

Em unidades de pequeno porte, as moegas são estruturas bastante simples (Figura 12), podendo ser constituídas de uma ou mais células independentes.

Atualmente estão se tornando comuns sistemas de moegas com plataforma basculante que eleva o caminhão e realiza um descarregamento de forma muito mais rápida.

A Figura 13 ilustra uma plataforma basculante instalado em moega.

Figura 13 – Tombador de grãos para caminhões.



Fonte: Saur Equipamentos, 2015.

Pode-se observar que a plataforma da Figura 13 é deslizante (lateralmente) e serve para descarregamento em mais de uma moega.

Na Figura 14, observa-se o momento do descarregamento de grãos por meio de plataforma basculante.

Figura 14 – Caminhão no ato da descarga em plataforma basculante.



Fonte: Saur Equipamentos, 2015.

3.2 PORQUE SEPARAR NO RECEBIMENTO

Mesmo em unidades pequenas, o ideal é que se tenha moegas com no mínimo duas células independentes. Isso porque os grãos são recebidos em cargas, as quais, mesmo sendo da mesma espécie de grãos, normalmente diferem em questões como umidade, impurezas, qualidade, granulometria, entre outras.

Deve-se evitar ao máximo misturar produtos com características diferentes entre si, pois em praticamente todos os processos futuros aos quais os grãos serão submetidos como limpeza, secagem, transporte e armazenamento a existência de diferenças acentuadas nas suas características implicaria a necessidade de diferentes regulagens e uma operação específica em cada equipamento.

Até o escoamento dos grãos pelas canalizações, registros, direcionadores, entre outros, é alterado conforme o teor de umidade e impurezas da massa, sendo que grãos mais úmidos ou com mais impurezas têm maior dificuldade de escoamento do que os limpos e secos.

O mesmo acontece no processo de limpeza. Não só a maior quantidade de impurezas a ser retirada é fator de diminuição de capacidade das máquinas de limpeza, mas também a umidade dos grãos influencia bastante no seu rendimento.

Infelizmente, ainda não existem sistemas de regulagens automáticas que permitam que as máquinas se adequem conforme as condições de entrada do produto.

Além de interferir na limpeza, diferentes tipos de impurezas poderão causar um comportamento anormal para determinadas porções da massa de grãos nos processos seguintes, como secagem e armazenagem, dificultando e aumentando os riscos nessas outras etapas.

A secagem é um dos pontos mais críticos em relação às diferenças na massa de grãos pois não só a umidade dos grãos e das impurezas afeta o rendimento do secador, mas também a questão da forma, das dimensões e do escoamento. Diferenças entre partes da mesma carga dentro do secador provocarão anomalias de funcionamento, segregação de impurezas e pó, além de que diferenças na umidade de saída dos grãos poderão ser componente ativo para aumentar o risco e incidência de incêndios e outros problemas graves.

Na armazenagem, produtos com características diferentes entre si poderão causar segregação e concentração de impurezas de forma irregular dentro do silo.

Aborda-se mais adiante, no capítulo sobre conservação, que a segregação e a concentração de impurezas, aliadas à existência de regiões com produto mais úmido, são fatores de alto risco para a armazenagem.

Para que não ocorram focos de aquecimento, desenvolvimento de fungos, proliferação de insetos, e para que a aeração consiga atingir todos os pontos da massa de grãos dentro do silo ou armazém, é fundamental que exista uma uniformidade e homogeneidade nos grãos armazenados, e isso se consegue desde a recepção do produto.

Caso os grãos que chegaram na unidade estejam com sua qualidade comprometida, ou fora das especificações de mercado e em condições sanitárias inadequadas, sugere-se que eles não sejam aceitos.

Existem níveis máximos de micotoxinas estabelecidos pela legislação para certos tipos de grãos.

Nas seções seguintes, apresentam-se as recomendações para separação do produto no recebimento de acordo com a umidade e teor de impurezas da massa de grãos.

3.3 UMIDADE

O teor de umidade é um parâmetro básico para comercialização e armazenagem dos grãos. Sabe-se que a legislação prevê que umidade de até 14% não sofrerão "descontos", mas que para grãos com umidade acima desse patamar o valor de comercialização cai de acordo com tabelas vigentes.

Nesse ponto, é importante introduzir um conceito, que é o da "umidade média". Sempre que se fala em umidade dos grãos, refere-se à umidade da massa como um todo. Porém, essa massa de grãos é constituída por inúmeros "indivíduos" que possuem características próprias, por exemplo, as físicas (dimensões e formato) e as químicas (teor de óleo, proteínas, açúcares), que poderão distingui-los entre si nos teores de umidade.

Ou seja, cada grão é único e devemos enxergar a massa de grãos como um aglomerado de indivíduos que possuem diferenças entre si e que, quando se realiza a medição do teor de umidade ou de outras características, faz-se uma média das características de vários indivíduos.

Diferenças nas características físicas e químicas dos grãos são normais e inevitáveis, porém, se estas diferenças forem muito acentuadas, elas poderão interferir em todos os processos de uma unidade de recebimento e armazenagem.

Pode-se afirmar, sem dúvida, que o conteúdo de água é uma característica que possui grande influência em todos os demais processos.

A umidade do grão afeta desde seu escoamento no transporte e influencia em todas as demais etapas posteriores como limpeza, secagem e armazenagem.

Então, um dos principais critérios que se deve utilizar para separar as cargas que chegam na unidade é o teor de umidade dos grãos.

Recomenda-se que a moega de recepção possua no mínimo duas ou, de preferência, mais células independentes, sendo que quatro seria uma quantidade excelente.

Sugere-se que não sejam colocadas na mesma célula cargas de produtos com diferença de umidade superior a 2% entre si, ou seja, caso se tenha uma célula para produto com umidade de 18%, por exemplo, não se deve colocar nessa mesma célula produto com menos de 17% ou mais de 19% de umidade.

Na prática, sabe-se que isso pode ser difícil de realizar, e pode ser necessário ampliar esse intervalo, porém, salienta-se que todos os esforços dispendidos para conseguir atingir esse objetivo irão se mostrar extremamente benéficos no futuro.

Outro aspecto importante que se deve salientar com relação à umidade de recebimento do produto é que, se esta for muito elevada, poderá ocasionar sérios problemas já dentro das próprias moegas.

Um produto acima de 20% de umidade possui uma atividade metabólica muito intensa. Isso, aliado às altas temperaturas ambiente, principalmente nos períodos de safra de verão, pode causar uma rápida deterioração do produto ainda dentro da moega.

Então, recomenda-se que **nunca** se deixe produto úmido depositado na moega de recepção.

A função da moega é apenas de receber os grãos e de maneira nenhuma deve servir como depósito ou muito menos para armazenagem.

Caso o fluxo dos processos seguintes crie gargalos no recebimento, sugerem-se duas alternativas. A primeira seria a instalação de um silo pulmão com fundo elevado e sistema adequado de aeração para produto úmido, salientando-se que, mesmo com a aeração, esses silos não servem para armazenar produto úmido por longos períodos.

Sua função é apenas evitar a rápida deterioração e empedramento do produto dentro da moega, além de liberar espaço nela para receber novas cargas.

O dimensionamento do sistema de moegas e de silos pulmão deve ser muito bem planejado para que seja compatível com os fluxos de recebimento e de processamento dos grãos.

Outra alternativa seria **não** receber produto com umidade acima de 20% se não for possível realizar os demais processos de forma imediata, como limpeza e secagem, pois, ao colocar um produto úmido dentro da moega, o recebedor assume o risco das perdas e prejuízos que podem vir a ocorrer.

Quanto ao teor de umidade máxima que pode ser recebida, este é um critério que cada empresa define de acordo com sua política.

Existem empresas que adotam um valor de umidade máxima para todas as suas unidades, enquanto outras possuem parâmetros diferentes para cada localidade, podendo, por exemplo, uma determinada unidade receber produto com até 25% de umidade, outra até 22% e outra unidade receber produto com no máximo 20%, sendo que o que define isso basicamente é a estrutura existente em cada uma.

A Figura 15 mostra a operação de determinação de umidade com um tipo de aparelho semiportátil, que é largamente empregado nesse procedimento.

Figura 15 – Operação de determinação do teor de umidade de uma amostra de grãos.



Fonte: Autor, 2015.

Tipos de medidores de umidade de grãos

A determinação do teor de umidade dos grãos pode ser realizada por meio de dois métodos principais: direto e indireto.

No método direto, retira-se e mede-se o volume total de água contida em uma porção de grãos e, assim, sabe-se o teor de umidade. Isso é feito por meio da destilação da água. É um método muito preciso, porém demorado, necessita ser realizado em laboratório, sendo praticamente impossível utilizá-lo comercialmente em unidades de recebimento e armazenagem.

O segundo método é o de medição indireta, que associa características físicas específicas dos grãos com seu teor de umidade. Uma dessas características, e que é utilizada por esses medidores, é a constante dielétrica dos grãos.

Existem no mercado diversos tipos e modelos de medidores de umidade de grãos para uso nas unidades de recebimento e armazenagem, os quais utilizam o princípio de medição indireta.

É importante salientar que em transações comerciais é obrigatória a utilização de medidores de umidade de boa qualidade e certificados pelo Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO).

Figura 16 – Modelo de determinador de umidade (semi) portátil amplamente utilizado.



Fonte: Gehaka, 2015.

O procedimento para medição da umidade é bastante simples e rápido, bastando seguir as instruções do fabricante.

Atentar para que o peso da amostra esteja de acordo com o indicado para aquele aparelho, pois uma variação nessa quantidade certamente acarretará distorções na medição.

Outro modelo de medidor de umidade que ainda é um dos mais utilizados é o chamado "universal".

Figura 17 – Determinador de umidade "universal".



Fonte: Mediza, 2015.

Salienta-se, porém, que esse tipo de medidor de umidade está em vias de ser proibido para transações comerciais, pois **não** recebe o certificado do Inmetro.

As empresas que possuem esse tipo de aparelho devem estar cientes disso, e recomenda-se que eles sejam utilizados apenas em etapas e processos internos, como, por exemplo, para verificar a umidade de entrada e saída dos grãos do secador.

A operação desses medidores é mais complexa e demanda mais tempo e, se não forem adequadamente operados, haverá distorções nas medições ou leitura da umidade.

Para uma medição mais prática dentro da unidade, sugere-se utilizar outros tipos de medidores realmente portáteis, como o mostrado na Figura 18.

Figura 18 – Medidor portátil de umidade de grãos.



Fonte: Platinum, 2015.

É importante observar que a bateria desses medidores deve estar com a carga adequada para não causar distorções nas medições.

3.4 IMPUREZAS

Pode-se definir como impurezas em uma massa de grãos os detritos da cultura, como por exemplo no milho, a palha e pedaços de sabugo, e pequenos pedaços de grãos da espécie em questão. Já as matérias estranhas são os corpos ou detritos de qualquer natureza, estranhos ao produto, tais como grãos ou sementes de outras espécies vegetais, sujidades, insetos mortos, entre outros.

Para efeitos da qualidade do processo de armazenamento, tudo aquilo que for diferente do grão íntegro propriamente dito é uma impureza para a massa de grãos. Alguns exemplos de impurezas são: terra, areia, cascas, sabugos, vagens, ramas, pedras, grãos de espécies diferentes da cultura original (invasoras), pequenos pedaços quebrados de grãos ou qualquer outro material diferente do grão íntegro.

Tomando por base que todas as matérias estranhas somadas às impurezas sejam chamadas apenas de **impurezas**, as empresas que recebem os produtos realizam uma análise do teor de impurezas e fazem os devidos descontos no valor pago pelo produto, de acordo com o percentual de impurezas presente neles.

Além disso, o teor de impurezas é importante também para definir o destino e os processos que os grãos sofrerão na unidade a partir do recebimento.

A medição do teor de impurezas é realizada por meio da sua separação e pesagem, e é expressa em percentual (%). Como exemplo, o limite máximo tolerado de impurezas e matérias estranhas para a soja e o milho é de 1%.

Para separação das impurezas dos grãos, utilizam-se peneiras apropriadas e, para a pesagem, deve ser utilizada balança de precisão devidamente aferida.

Qualquer erro na determinação da quantidade de impurezas pode trazer prejuízos tanto para quem entrega o produto como para quem recebe e, ainda, causar transtornos e prejuízos nos processos futuros aos que os grãos serão submetidos depois do recebimento.

Antigamente, era comum ocorrer a entrega de produto com níveis de impurezas bastante elevados da ordem de 8% ou mais, no entanto, com o passar do tempo e evolução tecnológica do campo, esses percentuais baixaram drasticamente e hoje é raro encontrar produtos que vêm da lavoura para as unidades de recebimento e armazenagem com teores de impurezas acima de 3 ou 4%, sendo que em muitos casos o nível de impurezas do produto entregue fica em torno de 1% ou menos.

A Figura 19 mostra um equipamento utilizado nos laboratórios de recebimento de grãos que determina o percentual de impurezas das amostras retiradas das cargas.

Figura 19 – Equipamento para determinação do teor de impurezas em uma amostra de grãos.



Fonte: Autor, 2015.

Esse equipamento é muito importante nas unidades de recebimento, pois, além da questão comercial com relação a descontos nos valores pagos, o percentual de impurezas também definirá por quais processos os grãos deverão passar antes de serem secos e armazenados.

3.5 GRÃOS GENETICAMENTE MODIFICADOS

Atualmente, existem diversas espécies de grãos com variedades geneticamente modificadas (transgênicos).

Dependendo da destinação final, alguns clientes compram somente grãos convencionais (não transgênicos) e, nesses casos, é necessário fazer testes para identificar a presença de grãos transgênicos na carga. Também se faz necessária para identificação de tecnologias patenteadas e, nesses casos, pagamentos de *royalties*.

Essa análise é realizada utilizando produtos reagentes que identificam a existência desse tipo de grãos.

Na Figura 20 tem-se uma vista parcial do laboratório de recebimento onde podemos ver as embalagens com os diversos reagentes utilizados nessa operação.

Figura 20 – Instrumentos e reagentes utilizados para identificação da presença de grãos geneticamente modificados (transgênicos) em uma amostra.



Fonte: Autor, 2015.

Essa análise é muito importante porque a presença de transgênicos na carga afeta seu valor comercial e também impede que ela seja enviada para clientes que não aceitam produtos desse tipo.

3.6 GRÃOS QUEBRADOS, AVARIADOS E DESCONTOS

Outro critério de classificação de produtos é a quantidade de grãos avariados e quebrados, sendo que existem critérios para sua classificação normatizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por exemplo a Instrução Normativa 60, de 2011, que estabelece o regulamento técnico de classificação para o milho.

Os grãos quebrados são os pedaços que vazarem por determinado tamanho de peneira, especificado nas instruções normativas para cada produto, por exemplo, peneiras de 5 e 3 mm para o milho. Os grãos avariados podem ser classificados assim por estarem ardidos, chochos, fermentados, germinados, mofados, dentre outros.

Os limites normatizados pelo MAPA para alguns parâmetros da soja (IN 11 e IN 37 do ano de 2007) são: 8% de grãos avariados e 30% de grãos quebrados e partidos.

Da mesma forma, existem limites definidos para o milho (IN 60 de 2011 e IN 18 de 2012) classificando o produto em três tipos. Como exemplo, os limites do tipo 1 são: 6% de grãos avariados (com limite de 1% de ardidos) e 3% de grãos quebrados.

Além desses, as próprias empresas que recebem grãos para armazenamento mantêm os seus critérios para descontos, estipulando limites máximos de acordo com a política de trabalho e com a capacidade técnica de operação da unidade de recebimento. Com isso, são estipulados valores de descontos para o produtor rural que entregar produtos que excedem os limites estipulados. Segue um exemplo hipotético de critérios para a soja e milho:

- **Descontos para milho em grãos:** Serão descontados 1,15% a título de quebra de teor de umidade para cada grau acima de 13% (treze por cento). Durante o período de armazenagem o milho e soja sofrerão uma quebra técnica de 0,3% ao mês e mais 0,5% cada semestre, conforme normas técnicas.
- **Descontos para soja em grãos:** A soja entre 13% e 20% (treze a vinte por cento) descontos de 1,5%. E a partir de 20,1% (vinte virgula um) em diante descontos de 2%.
- **Impurezas:** Não haverá tolerância no desconto de impurezas, que serão descontadas de acordo com o percentual apurado na classificação. O produtor rural não terá direito a retirada das impurezas e quíleras.

A umidade de uma massa de grãos é resultado da média das umidades individuais de cada grão da amostra analisada, ou seja, pode-se ter grãos com umidades bastante diferentes entre si, mas que, no seu somatório, representarão uma umidade média da massa como um todo.

Procedimentos como a mistura de produto danificado ou deteriorado só "maquiam" o problema que ocorreu antes do recebimento, e nunca deve ser realizado para lesar o futuro proprietário ou usuário desse produto.

Grãos que sofreram deterioração pela ação de insetos, fungos, fermentação e outros, poderão causar sérios problemas de armazenagem e, futuramente, acarretar prejuízos à saúde humana ou animal quando forem consumidos.

Com relação ao percentual de "quebrados", também é importante que se faça uma análise precisa do seu percentual dentro de cada carga de grãos. Os grãos quebrados são mais suscetíveis ao ataque de pragas, principalmente fungos.

Além disso, é importante saber, quais os tamanhos dos diversos fragmentos, conforme a necessidade e exigência do cliente final. Para isso, são utilizadas peneiras teste, com furação predeterminada e que separarão os quebrados de acordo com seu tamanho.

Depois de separados, esses fragmentos são pesados para assim poder-se determinar o seu percentual na carga.

A Figura 21 mostra o jogo de peneiras-teste.

Figura 21 – Kit de peneiras para determinar percentual de quebrados em uma amostra.



Fonte: Autor, 2015.

3.7 TABELAS DE DESCONTOS PARA SECAGEM

Cada empresa que recebe grãos possui sua política própria com relação aos valores de descontos aplicados com relação à secagem dos produtos recebidos.

O cálculo desses valores leva em consideração diversos fatores e variáveis envolvidas e que podem ser influenciadas pela localização da unidade, sua infraestrutura, equipamentos disponíveis e custos diversos.

Na Tabela 1, tem-se exemplos de descontos em Reais por tonelada de grãos, de acordo com os teores de umidade da carga.

Tabela 1 – Exemplo hipotético de descontos conforme teor de umidade .

Nº	Umidade %	Milho (R\$/Tonelada)	Soja (R\$/Tonelada)
1	13,00 a 14,00	0,00	0,00
2	14,1 a 16,00	5,40	5,40
3	16,1 a 18,00	5,94	5,94
4	18,1 a 20,00	6,53	6,53
5	20,1 a 22,00	7,18	7,18
6	22,1 a 24,00	7,89	7,89
7	24,1 a 26,00	8,67	8,67

Salienta-se que esses valores servem apenas para exemplificar como é calculado o desconto, não servindo como base de comparação e muito menos para transações comerciais.

Os grãos com umidade acima de 14% (padrão) precisam passar pelo processo de secagem antes de serem armazenados, por isso, é aplicado desconto proporcional para umidade superior ao padrão. Pois um produto com alto teor de umidade possui mais água e menos matéria seca.

3.8 AMOSTRAGEM

Na recepção, antes da pesagem da carga, deve-se fazer uma amostragem, visando determinar a qualidade e o teor de umidade do produto e, a partir disso, se define o destino do produto de acordo com as análises feitas.

O produto pode ser direcionado para limpeza, secagem ou para armazenamento imediato.

No caso do trigo, além de medir umidade, impureza e avaliar a qualidade em geral, deve ser medido o peso hectolitro, também conhecido como "ph".

Durante o período de armazenamento, deverá ser realizada amostragem para verificar a ocorrência de insetos, roedores, deterioração e o teor de umidade do produto.

Nos caminhões, as amostras devem ser coletadas em diferentes profundidades pois os grãos localizados na parte superior da carga do caminhão ou vagão podem ter sofrido influência de ventos, chuva ou sol.

Durante o transporte do produto, as impurezas mais pesadas tendem a acomodar-se no fundo do caminhão e as mais leves, na parte superior (segregação).

3.8.1 Legislação sobre amostragem de grãos

A amostragem na área de grãos tem como referência as Normas Brasileiras da ABNT de 1985: NBR 5425, NBR 5426 e 5427.

AMOSTRAGEM, segundo o Decreto nº 6.268, de 22 de novembro de 2007.

Art. 1. Definições:

- Amostragem é o processo de retirada de amostra de um lote ou volume.
- Amostra é a porção representativa de um lote ou volume do qual foi retirada.
- Amostra de classificação é a coletada para fins de determinar as características intrínsecas e extrínsecas do produto vegetal, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, objetivando a emissão do documento de classificação.
- Amostra de fiscalização é a coletada para fins de aferição da qualidade dos serviços prestados e da conformidade da classificação dos produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico.

Art. 18. Nos produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico classificados por amostra, a classificação deverá ser representativa do lote ou volume do qual se origina a amostra.

§ 3º Caberá ao proprietário, possuidor, detentor ou transportador arcar com a identificação e com a movimentação do produto vegetal, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, independentemente da forma em que se encontrem, propiciando as condições necessárias à sua adequada amostragem.

§ 4º As amostras coletadas, que servirão de base à realização da classificação, deverão conter os dados necessários à identificação do interessado ou solicitante da classificação, do produto vegetal, seus subprodutos e resíduos de valor econômico.

Art. 19. Nas operações de compra e venda ou doação pelo Poder Público, a amostragem e a confecção das amostras para a classificação serão realizadas por entidade credenciada.

Art. 20. Quando da classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico importados, a amostragem e a confecção das amostras, serão realizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento ou pela entidade credenciada que prestar apoio operacional.

Art. 21. Na classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico destinados diretamente à alimentação humana, a amostragem e a confecção das amostras serão de responsabilidade da entidade credenciada ou do interessado, devendo ser observados os mesmos critérios e procedimentos de amostragem fixados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Art. 22. Os produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico embalados e classificados devem apresentar-se homogêneos quanto às suas especificações de qualidade, apresentação e identificação.

Art. 23. Na classificação de fiscalização, a amostragem dos produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico embalados será realizada observando-se as suas especificidades.

§ 1º Nos produtos vegetais classificados por amostras será retirado volume ou número de pacotes ou embalagens em quantidade suficiente para compor, no mínimo, quatro vias de amostras, devidamente identificadas, lacradas e autenticadas.

§ 2º Nos produtos hortícolas será retirada quantidade suficiente para o trabalho de aferição de conformidade.

§ 3º Nos subprodutos e resíduos de valor econômico de produtos vegetais destinados diretamente à alimentação humana, oriundos de operações de compra e venda do Poder Público ou, quando da importação, encontrados nos portos, aeroportos e postos de fronteira será retirado volume, ou número de pacotes ou de embalagens, em quantidade suficiente para compor, no mínimo, quatro vias de amostra, devidamente identificadas, lacradas e autenticadas.

Art. 24. Na classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico importados e na classificação de fiscalização, o detentor da mercadoria fiscalizada, seu representante legal, seu transportador ou seu armazenador deve propiciar as condições necessárias aos trabalhos de amostragem e confecção das amostras exigidas (BRASIL, 2007).

3.8.2 Retirada e análise de amostras

A amostragem é a prática que consiste em obter uma porção representativa de um lote ou partida de grãos, objetivando-se o conhecimento de sua qualidade e identidade.

A retirada e análise das amostras devem ser realizadas em locais próprios para essas operações, com cobertura para os caminhões e que também possua os equipamentos e instrumentos necessários para uma operação de acordo com as normas e leis vigentes.

Na Figura 22, tem-se uma vista interna de um setor de recebimento de grãos de uma unidade.

Figura 22 – Vista interna parcial de setor de recebimento de grãos.



Fonte: Autor, 2015.

Observa-se que existe um monitor com imagens do local onde os caminhões estacionam para retirada de amostra. Essas imagens servem para orientar o operador e também para sanar possíveis dúvidas e questionamentos sobre o processo.

Para fins de classificação, a amostra poderá ser apresentada pelo interessado, o qual deverá seguir a metodologia, critérios e os procedimentos estabelecidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Responderá legalmente pela representatividade da amostra a pessoa física ou jurídica que a coletou, de acordo com o art. 21º do Decreto n. 6.268/2007 (BRASIL, 2007).

Caberá ao detentor do produto arcar com a identificação e com a movimentação do produto vegetal, subproduto e resíduos de valor econômico, de forma a propiciar as condições adequadas à sua adequada amostragem, segundo o § 3º do art. 18º do Decreto n. 6.268/2007 (BRASIL, 2007).

A finalidade da amostragem é obter uma porção de produto com tamanho adequado para testes, na qual estejam presentes os mesmos componentes do lote a ser classificado e em proporções semelhantes.

Lote é uma quantidade de um produto vegetal, seus subprodutos e resíduos de valor econômico com especificação de identidade, qualidade e apresentação perfeitamente definidas, descritas no item XVII do art. 1º do Decreto n. 6.268/07 (BRASIL, 2007).

O lote será identificado por número, letra ou uma combinação dos dois, pelo interessado.

A seguir, transcrevem-se algumas definições da legislação brasileira sobre amostragem de grãos.

Lei n. 10.711, de 5 de agosto de 2003

- Art. 1º O Sistema Nacional de Sementes e Mudas objetiva garantir a identidade e a qualidade do material de multiplicação e de reprodução vegetal produzido, comercializado e utilizado em todo o território nacional.
- Art. 2º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:
 - I – amostra: porção representativa de um lote de sementes ou de mudas, suficientemente homogênea e corretamente identificada, obtida por método indicado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Mapa;
 - II – amostra oficial: amostra retirada por fiscal, para fins de análise de fiscalização;
 - III - amostragem: ato ou processo de obtenção de porção de sementes ou de mudas, definido no regulamento desta Lei, para constituir amostra representativa de campo ou de lote definido;
 - IV - amostrador: pessoa física credenciada pelo Mapa para execução de amostragem;
 - V - armazenador: pessoa física ou jurídica que armazena sementes para si ou para terceiros;
 - VI - beneficiamento: operação efetuada mediante meios físicos, químicos ou mecânicos, com o objetivo de se aprimorar a qualidade de um lote de sementes;
 - VII - beneficiador: pessoa física ou jurídica que presta serviços de beneficiamento de sementes ou mudas para terceiros, assistida por responsável técnico (BRASIL, 2003)

3.8.3 Tipos de amostras

- Simples
- Composta
- Média
- Trabalho

Amostra simples: quando se faz uma amostragem de um lote de sementes armazenados em recipientes ou a granel. Várias amostras individuais são retiradas de diferentes recipientes ou lugares.

Amostra composta: todas amostras retiradas de um lote são colocadas em um mesmo recipiente apropriado (saco, caixa, bandeja) e, uma vez misturadas, passam a ser amostra composta. É usualmente maior do que a exigida para diferentes determinações e precisa ser reduzida.

Amostra média: quando a amostra composta foi propriamente reduzida, ela passa a ser chamada de média, sendo enviada ao laboratório para análise.

Amostra de trabalho: amostra obtida no laboratório, por redução da amostra média, para ser usada em cada um dos exames de laboratório. Deve refletir o lote amostrado. Amostra deve ser homogeneizada para ser subdividida. Bem embalada, analisada e conservada. Conservar a identidade de cada amostra. Evitar danos causados por roedores, insetos e fungos. Evitar exposição a variações extremas de temperatura e umidade.

3.8.4 Identificação das amostras

As amostras devem ser devidamente embaladas, sendo que essas embalagens devem assegurar:

- Identificação segura;
- Inalterabilidade;
- Inviolabilidade.

Para identificação das amostras, deve-se utilizar etiquetas, conforme mostrado na Figura 23, onde se registram todas as informações importantes sobre a amostra e sua origem.

Figura 23 – Exemplo de etiqueta de identificação de uma amostra de grãos.

NOME DA EMPRESA

UNIDADE _____

ENDEREÇO _____

DEPOSITANTE _____

DATA _____

MERCADORIA _____

LOTE Nº _____

Nº DE VOLUMES _____

UMIDADE (%) _____

IMPUREZA (%) _____

PROCEDÊNCIA _____

RESPONSÁVEL PELA AMOSTRAGEM: _____

Fonte: Sincronia design, 2016.

3.8.5 Amostragem de carga em sacarias

Para um número "N" de sacos do lote, está indicado na Tabela 2, o número de sacos ("a") a serem amostrados.

Tabela 2 – Número de amostras em grãos ensacados.

N	a
362 - 400	20
842 - 900	30
1522 - 1600	40
2402 - 2500	50
3482 - 3600	60
4762 - 4900	70
6242 - 6400	80
7922 - 8100	90
9802 - 10000	100

N = número de sacos por lote;
a = número de sacos a serem amostrados.

Fonte: CASEMG, 2015

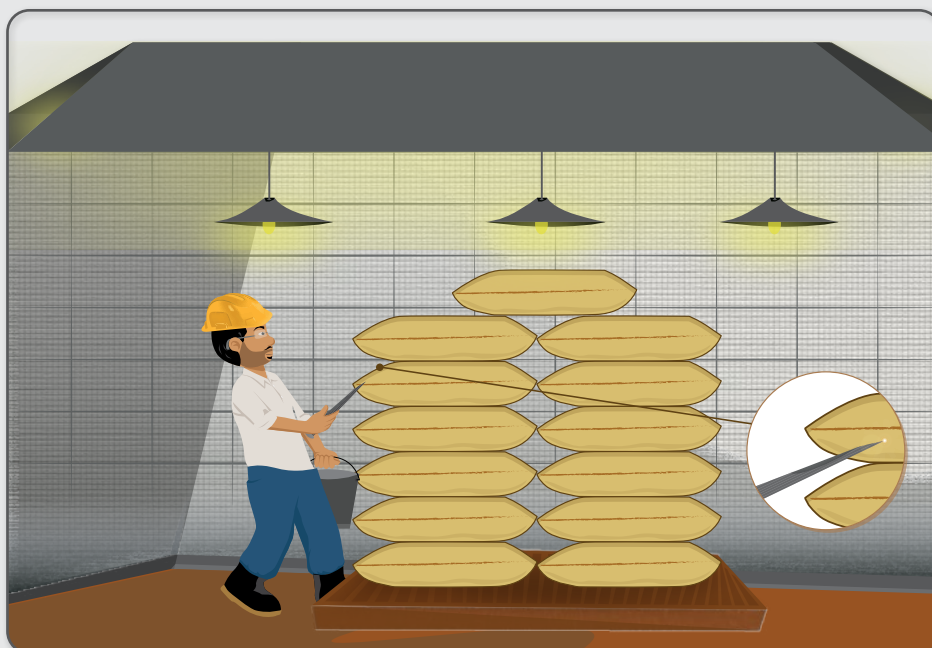
Se o lote for formado por mais de 10.000 sacos, "a" será a raiz quadrada de "N", arredondando, se for o caso, para o número inteiro superior.

As amostras devem ser retiradas de todas as faces da pilha, desde embaixo até em cima.

A coleta da amostra deve ser feita utilizando-se um calador simples, introduzindo-o na diagonal, aproximadamente na região central superior do saco, procurando chegar o mais fundo possível.

A Figura 24 mostra a forma de se realizar a amostragem em sacarias.

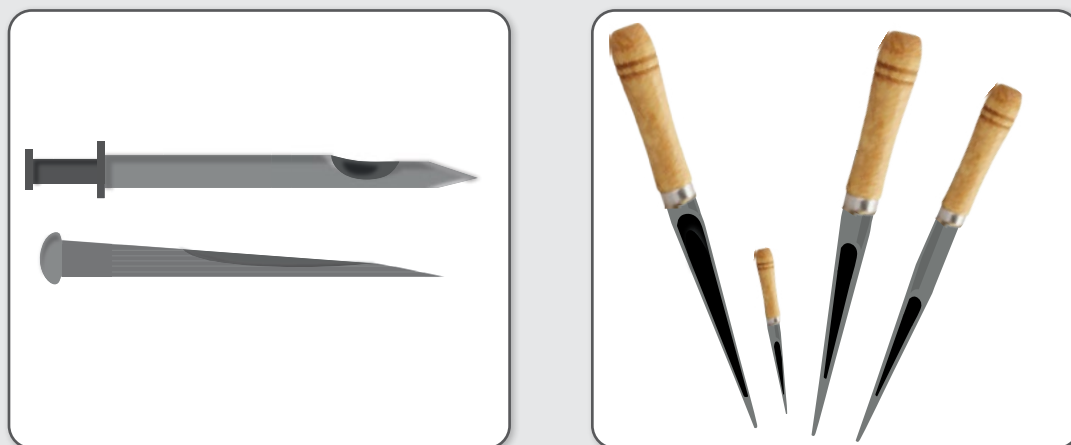
Figura 24 – Retirada de amostra de grãos em sacarias.



Fonte: Sincronia design, 2016.

Na Figura 25 observa-se caladores simples utilizados para retirar amostras de sacarias.

Figura 25 – Exemplos de caladores simples utilizados em sacarias.



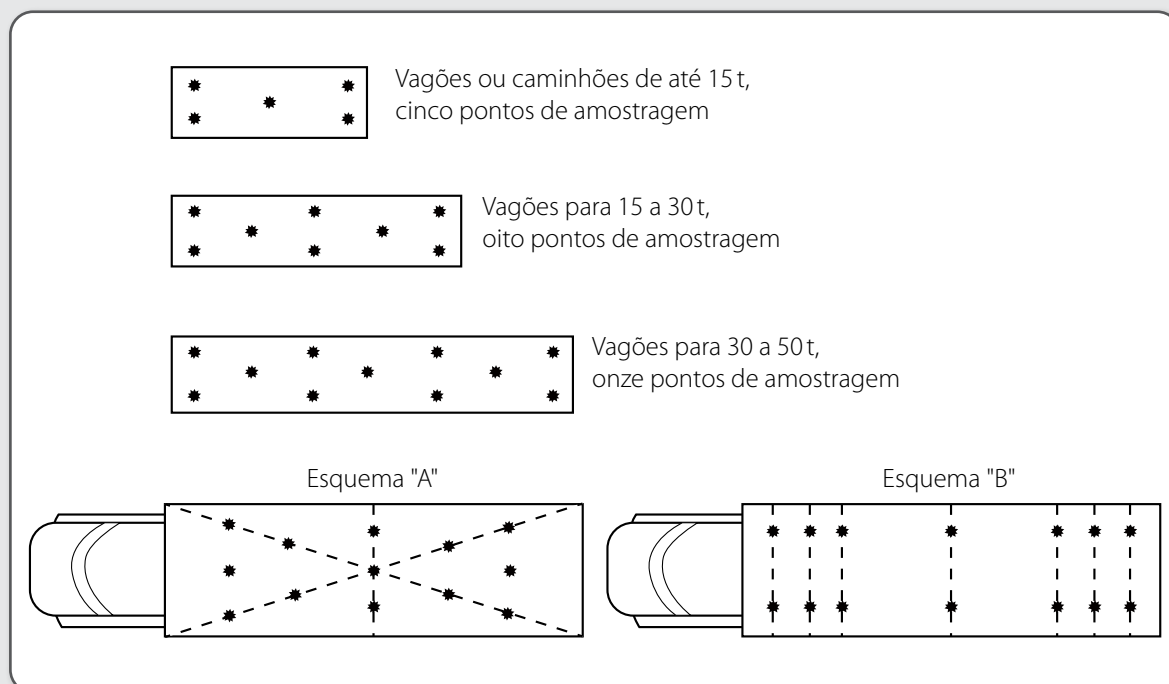
Fonte: Adaptado de Manual de amostragem de grãos – Almeida e Cia, 2005.

3.8.6 Amostragem de carga a granel

Em vagões ou caminhões: deve-se retirar aleatoriamente, no mínimo cinco amostras em pontos diferentes, duas em cada extremidade e uma no centro, com coletor de amostras apropriado.

A Figura 26 exemplifica e mostra os pontos de amostragem para diversos tamanhos de carrocerias de caminhões graneleiros e vagões ferroviários.

Figura 26 – Pontos de coleta de amostras em caminhões e vagões graneleiros.



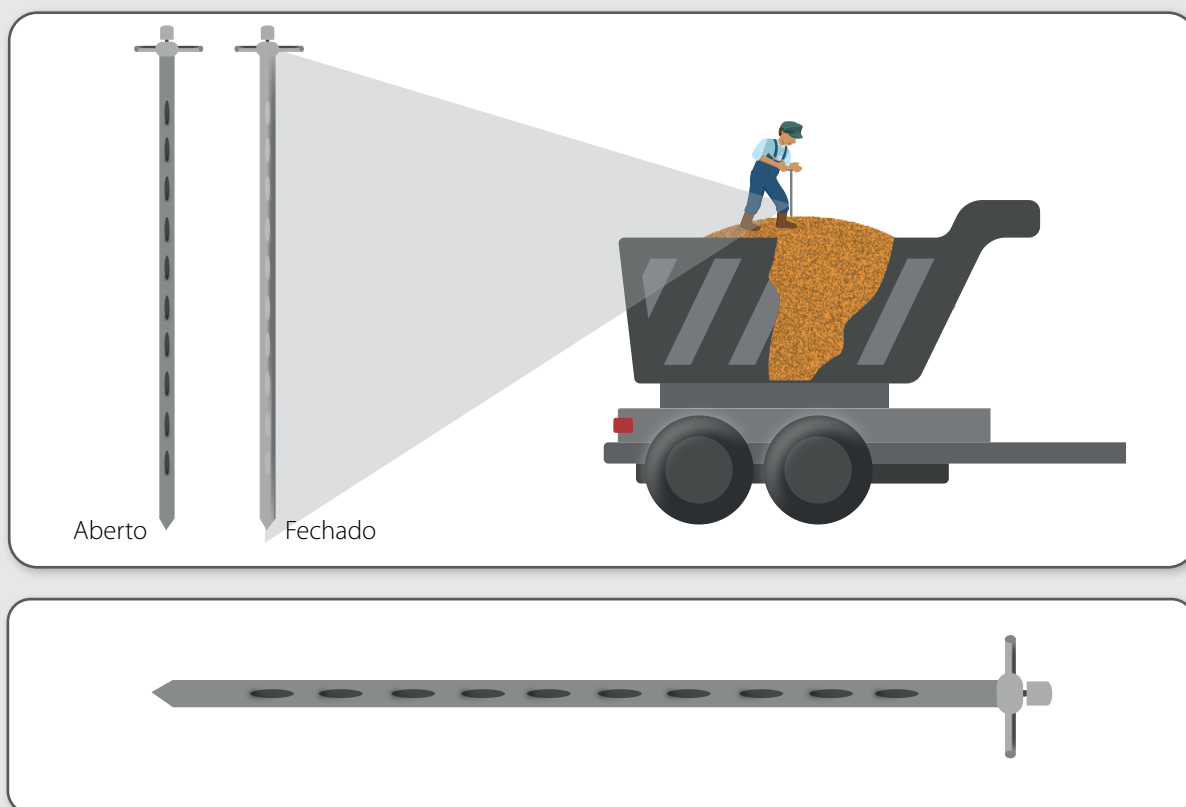
Fonte: Adaptado de Manual de amostragem de grãos – Almeida e Cia, 2005.

Tanto o esquema "A" como o esquema "B" podem ser utilizados. Recomenda-se que os amostradores variem a forma de amostragem das cargas.

Equipamentos para tomada de amostras em cargas a granel

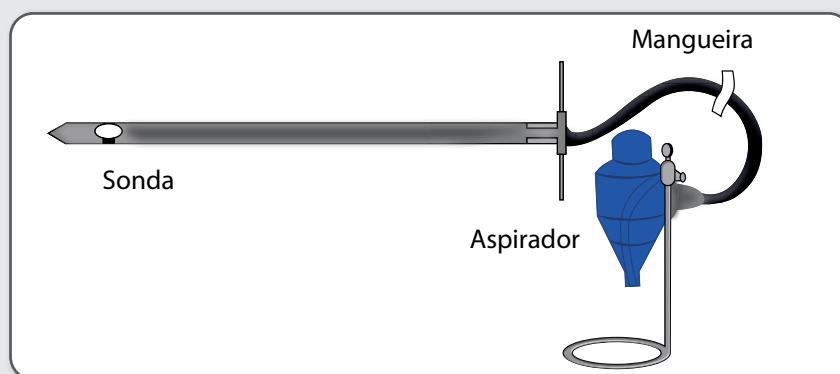
Nas Figuras 27 a 30, apresentam-se sondas para amostragem manual em caminhões, carretas e vagões e a forma de realizar o procedimento.

Figura 27 – Sondas manuais para cargas de caminhões.



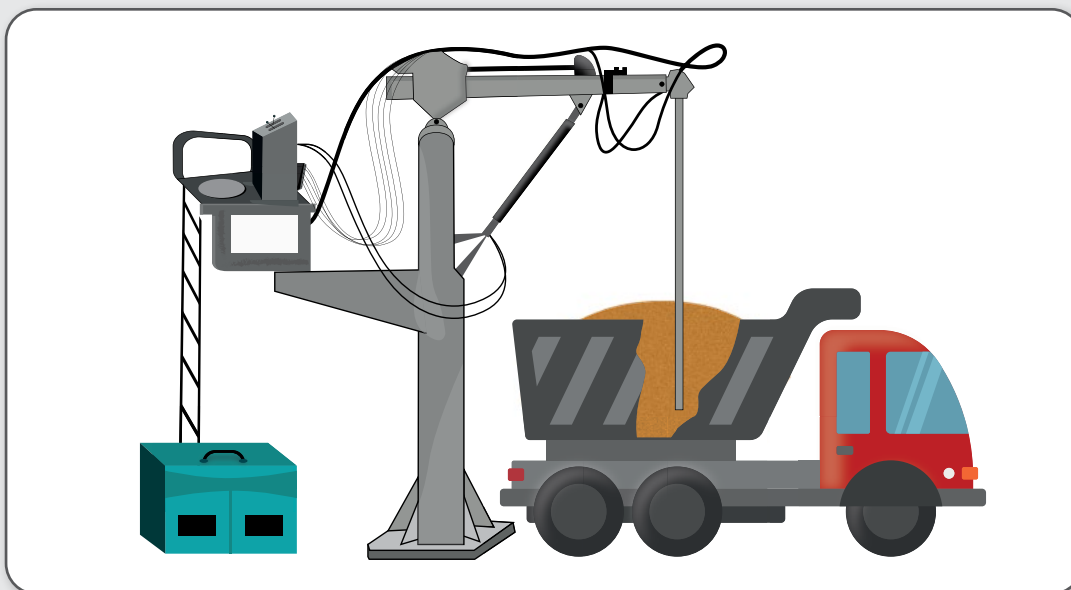
Fonte: Adaptado de Manual de amostragem de grãos – Almeida e Cia, 2005.

Figura 28 – Componentes principais de sonda pneumática para cargas a granel.



Fonte: Adaptado de Manual de amostragem de grãos – Almeida e Cia, 2005.

Figura 29 – Equipamento automático para retirada de amostras em caminhões ou vagões graneleiros, com sonda pneumática.



Fonte: Adaptado de Manual de amostragem de grãos – Almeida e Cia, 2005.

Figura 30 – Equipamento automático com sonda pneumática.



Fonte: Autor, 2015.

3.8.7 Amostragem em transportadores

No caso de transportadores por correia e gravidade, a amostra deve ser retirada em períodos determinados, de acordo com o fluxo de grãos, usando-se caneca ou equipamentos mecânicos.

A Figura 31 mostra um tipo de caneca comumente utilizada para retirada de amostras de produtos a granel.

Em roscas transportadoras, deve-se utilizar uma abertura com tampa na sua parte inferior a qual é aberta em intervalos regulares para a coleta da amostra com caneca.

Pode-se também coletar amostras na extremidade do transportador na saída dos grãos.

No elevador de caçambas as amostras são coletadas na entrada da bica de carga, ou na saída superior do elevador em períodos determinados.

Figura 31 – Coletor de amostras tipo caneca para fluxo de grãos.



Fonte: Sincronia design, 2016.



IMPORTANTE

Nunca colocar a mão dentro de transportadores de grãos em movimento, pois o risco de acidentes é elevado! Qualquer retirada de produto deve ser realizada no fluxo de produto fora do transportador.

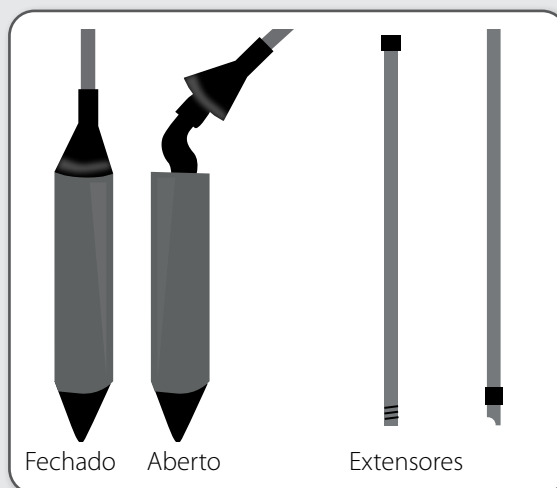
3.8.8 Amostragem em silos e armazéns

Pode-se realizar a coleta de amostras do produto a granel após armazenado.

Para isso, utilizam-se dispositivos específicos.

Esses dispositivos podem possuir um cilindro metálico com capacidade que varia de 125 a 254 g de grãos. Introduz-se o coletor o qual permanece fechado até a profundidade desejada na massa de grãos, abrindo-o quando atingir o ponto de coleta. Pode-se retirar amostras até 8 m de profundidade.

Figura 32 – Tipos de sondas que são utilizadas para amostrar produto armazenado a granel.

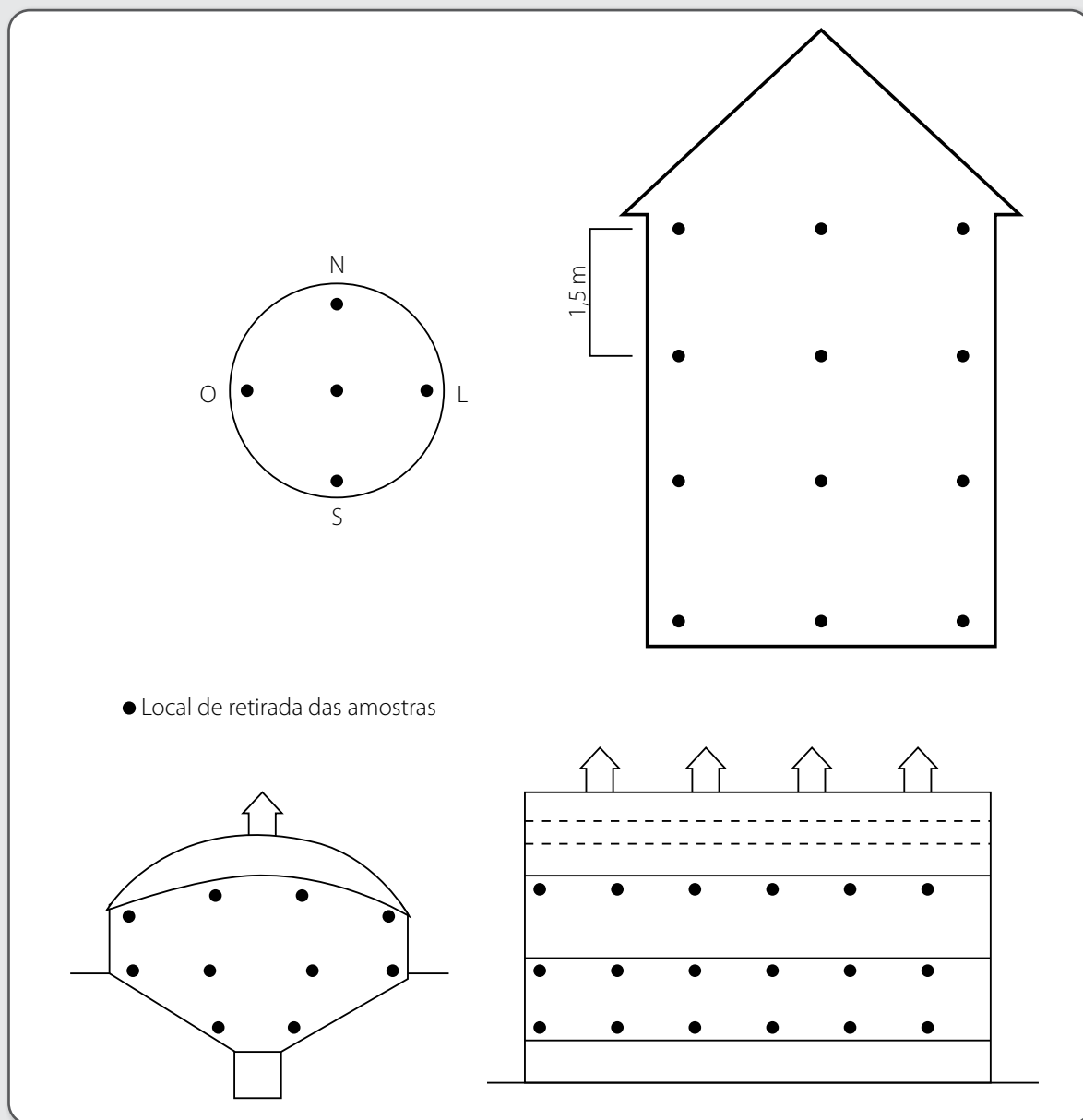


Fonte: Manual de amostragem de grãos – Almeida e Cia, 2005.

Alguns modelos de amostradores possuem termômetros acoplados que permitem verificar a temperatura da massa no ponto onde é realizada a coleta.

Isso pode ser importante para associar os dados da amostra com relação à umidade, impurezas, insetos, fungos, entre outros, e a temperatura daquele ponto específico.

Figura 33 – Pontos que devem ser amostrados em um silo e armazém graneleiro.



Fonte: Sasseron, 1979.

É importante salientar que amostras com impurezas podem fornecer resultados errôneos. Um teor de impurezas de 2% causa uma variação de 1,5 a 10% no teor de umidade; 6% de grãos quebrados causam aumento de 1 a 4% no teor de umidade.

3.8.9 Divisor de amostras

Quando há amostras grandes, é preciso dividi-la em sub-amostras. Para isso, é fundamental que a amostra original seja homogênea.

Os equipamentos divisores de amostras dividem a amostra principal pela metade e homogeneízam o material. Deve-se realizar a divisão antes de qualquer outro procedimento.

O divisor mais comum é o tipo Boerner, em que o movimento dos grãos se dá por gravidade.

São aparelhos portáteis e possuem uma moega cônica receptora de grãos, com válvula para controlar o fluxo.

A moega comunica-se com o cone de expansão, em que os grãos são distribuídos por células radiais que dividem a amostra em partes iguais e as depositam em dois recipientes na base do divisor.

Figura 34 – Divisor de amostras tipo Boerner.



Fonte: Sincronia design, 2016.

Figura 35 – Divisor de amostras tipo “quarteador”.



Fonte: Autor, 2015.

3.9 INFESTAÇÃO DE INSETOS

A Tabela 3 indica os níveis de infestação de insetos de acordo com o número de indivíduos pelo número de amostras.

Tabela 3 – Classificação de infestação de insetos.

Nº de amostras de 1 kg de peso	Quantidade de insetos vivos	Classificação de infestação
4	1	Pouco
2	1	Ligeiramente
1	2 a 5	Moderadamente
1	5 a 15	Densamente
1	> 15	Altamente

Fonte: Manual de amostragem de grãos – Almeida e Cia, 2005.

3.10 CUIDADOS COM A SEGURANÇA NO RECEBIMENTO DE GRÃOS



IMPORTANTE

Ao retirar amostras de produto, nunca colocar a mão dentro de transportadores de grãos ou qualquer outro equipamento em movimento, pois o risco de acidentes é elevado!

Qualquer retirada de produto deve ser realizada no fluxo de produto fora do equipamento.

Nunca permanecer próximo da plataforma basculante em operação, nem mesmo próximo ao local de descarga de produto nas moegas.

Manter-se afastado, a uma distância segura, de caminhões ou vagões em deslocamento ou manobra.

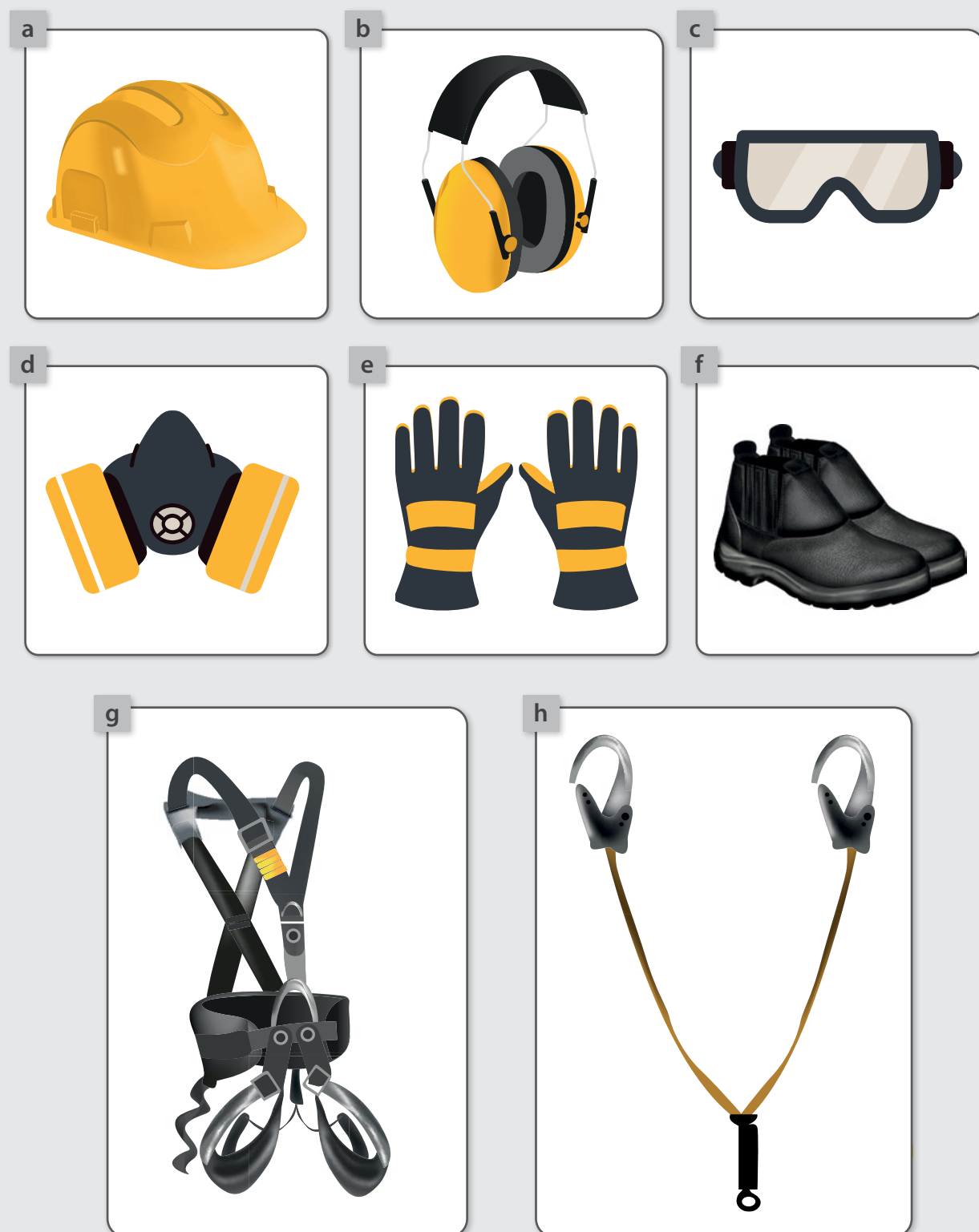
Qualquer imprudência pode causar graves acidentes.

Um acidente pode trazer sérias consequências para o resto da vida.

Sempre utilize os EPIs indicados para o trabalho específico, tais como:

- botinas, luvas e óculos de segurança (em todos os trabalhos);
- máscaras para espaços confinados ou onde houver emissão de pó;
- protetores de ouvido para locais com ruído;
- roupa adequada e demais proteções necessárias conforme o tipo de trabalho.

Figura 36 – EPIs recomendados para trabalhos na recepção de grãos: capacete (a), protetor auricular (b), óculos de segurança (c), respirador (d), luvas (e), botas de segurança (f), cinto de trabalho em altura (g) e talabarte (h).



Fonte: Sincronia design, 2016.

4 TRANSPORTE DE GRÃOS

Dentro da unidade de recebimento e armazenagem, os grãos precisam ser levados de um equipamento para o outro, de forma que passem por todos os processos necessários, desde o recebimento até a expedição final.

Essa movimentação pode ser realizada de duas formas, sendo que a primeira delas utiliza a ação da força da gravidade, por meio das canalizações, e a outra é feita utilizando equipamentos mecânicos denominados transportadores.

4.1 TRANSPORTE POR GRAVIDADE

Figura 37 – Detalhes de canalizações de grãos.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Finalidade das canalizações

Denomina-se canalizações as peças e componentes que realizam a interligação entre os diversos equipamentos presentes em uma unidade de armazenagem.

Elas conduzem os grãos pelo efeito da gravidade e, por meio de peças específicas, podem direcionar o fluxo para um ou outro destino.

As canalizações são fundamentais e sempre estarão presentes em uma unidade de recebimento e armazenagem de grãos. Sem elas, ficaria impossível levar os grãos até os equipamentos onde são realizados os processos.

Princípios de transporte de grãos por gravidade

O transporte por gravidade possui algumas restrições que devem ser observadas. A principal delas se refere ao ângulo de inclinação utilizado nas canalizações e seus componentes.

Para produtos de fácil escoamento e não coesivos, como no caso dos grãos, um ângulo de inclinação pouco superior ao ângulo de talude natural do produto já seria suficiente.

Para a maioria dos grãos, o ângulo de acomodação natural ou talude se situa em torno de 28° em relação à horizontal. No entanto, para se assegurar que ocorra um bom escoamento dos grãos evitando embuchamentos, recomenda-se um ângulo mais acentuado que esse.

Na prática, verifica-se que um ângulo mínimo de 45° para a instalação das canalizações traz um resultado satisfatório e, com isso, se consegue um transporte adequado.

4.1.1 Canalizações redondas

Para a condução pelo efeito da gravidade, basicamente são utilizados dois tipos de canalização, que diferem entre si pela forma dos canos.

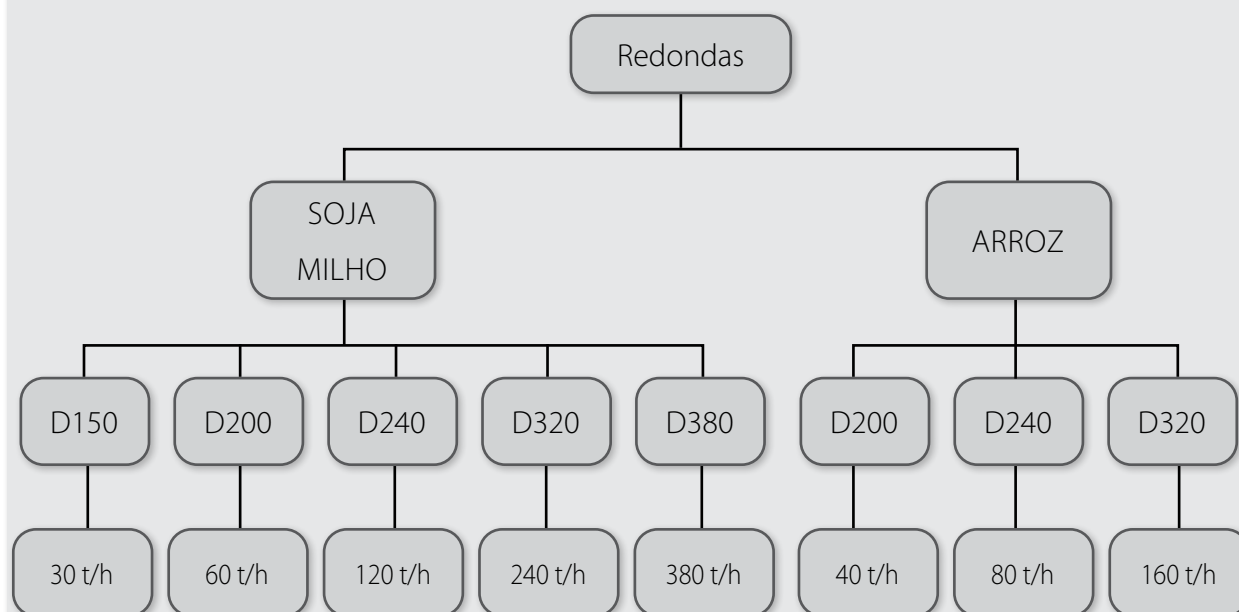
As canalizações redondas são as normalmente utilizadas na maioria das instalações agrícolas. Possuem baixo custo de aquisição, grande versatilidade e facilidade de instalação, isso as tornam opção mais econômica sob o ponto de vista do investimento inicial.

Existem muitos fabricantes que produzem esse tipo de canalização e há também uma grande diversidade de peças e acessórios para elas, facilitando os reparos e a manutenção.

Uma de suas limitações é a dificuldade para colocação de revestimento interno contra desgaste. Assim, muitas vezes, a durabilidade é comprometida em alguns pontos podendo ser um grande inconveniente durante a safra, pois força paradas indesejadas dos equipamentos da unidade.

A Figura 38 mostra as capacidades de transporte de grãos em canalizações redondas conforme o diâmetro das mesmas.

Figura 38 – Capacidade de transporte canalizações redondas inclinadas a 45°.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

4.1.2 Canalizações quadradas

Esse tipo de canalização é mais utilizado para grandes capacidades de transporte de grãos, acima de 200 t/h, sendo que, para outros produtos que não sejam grãos, elas são as mais recomendadas.

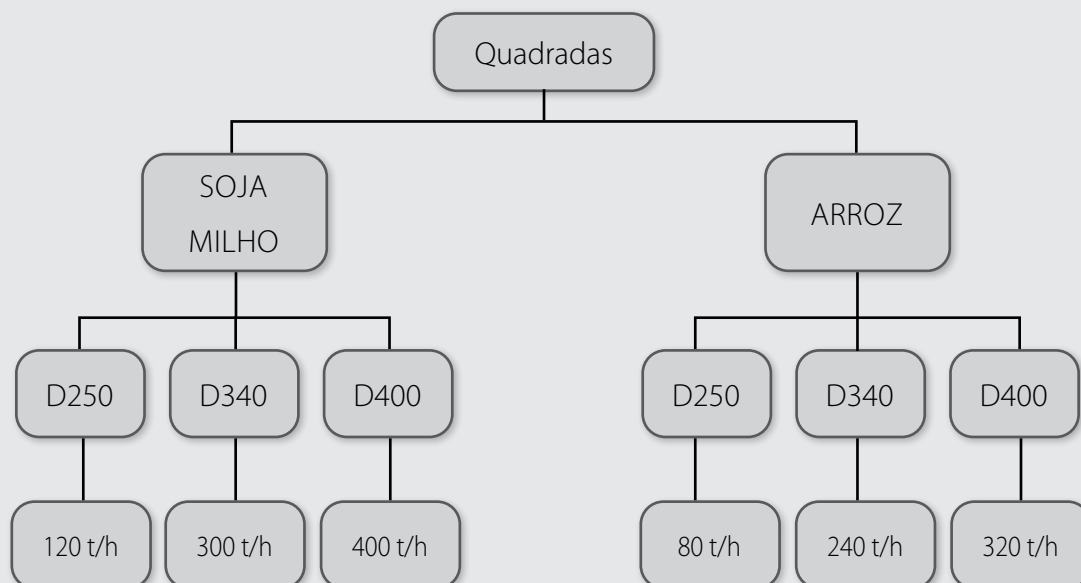
Sua forma construtiva exige projeto, fabricação e montagem mais complexos, principalmente das peças de interligação e direcionadoras do fluxo.

No entanto, possuem mais facilidade para colocação de revestimento interno contra desgaste, na forma de placas de materiais do tipo UHMW, que é polietileno com peso molecular ultraelevado, ou outros do gênero.

Seus componentes, inclusive os canos, podem possuir “tampa” removível que facilita a manutenção e a troca do revestimento.

A Figura 39 mostra as capacidades de transporte de grãos das canalizações quadradas mais usuais.

Figura 39 – Capacidade de transporte canalizações quadradas inclinadas a 45°.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

4.1.3 Principais itens das canalizações

O elemento principal da canalização é o tubo. Porém, para interligar um cano ao outro e poder direcionar o produto por meio de um fluxo completo, é necessária uma série de peças e acessórios projetados para cada fim específico.

Canos

É o item básico das canalizações.

Na Figura 40, vemos exemplo de canos redondos em barras de 6,0 m de comprimento, normalmente utilizadas nas unidades de recebimento e armazenagem de grãos.

Figura 40 – Canos redondos.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

A união dos canos redondos entre si ou com outras peças de canalização ou equipamentos é realizada por meio de um sistema de "anel e presilha".

É importante salientar que o processo de fabricação dos canos redondos evoluiu nos últimos anos. Originalmente, eles eram fabricados a partir de retângulos de chapa de aço que eram calandradas e soldadas longitudinalmente. Após isso, fazia-se a emenda de várias peças para obter canos de 3 até 6 m de comprimento que eram então enviadas para as obras. Esse é um processo bastante demorado e resultava em peças muitas vezes imperfeitas, ovalizadas, desalinhadas, entre outros.

Há pouco mais de uma década iniciou-se a fabricação de canos em conformação contínua.

Nesse processo, utiliza-se um equipamento denominado "perfilador", constituído por uma sequência de rolos conformadores.

A extremidade de uma bobina de chapa de aço com a largura adequada, conforme o diâmetro de cano a ser produzido, é então colocada no início da máquina. Com o seu funcionamento, o cano vai tomando forma e ao final do processo um sistema de solda "MIG" em arco submerso realiza a união das bordas da chapa resultando no cano. Esse é um processo contínuo e teoricamente poderia produzir canos de comprimento muito grande.

Porém, o comprimento padrão de fabricação é de 6 m em vista das limitações de transporte e manuseio, sendo que já foram vistos canos de 12 m fabricados por esse processo, utilizados em algumas obras.

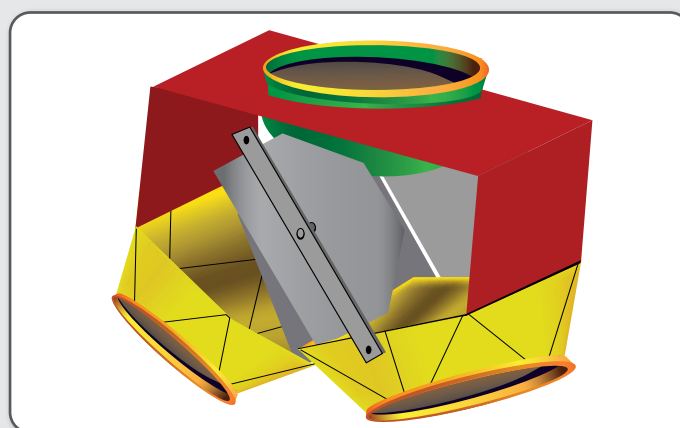
Quando o cano atinge o comprimento desejado, um dispositivo de corte (oxi-corte ou plasma) é fixado no ponto desejado e executa o corte do cano sem que se interrompa o processo de fabricação. O resultado é um produto com qualidade superior que não apresenta os problemas que haviam nos canos calandrados e soldados em várias partes, e que possui um custo de fabricação bem mais baixo que os antigos

Direcionadores de fluxo

São componentes utilizados para alterar o fluxo de grãos para destinos diversos. Possuem normalmente uma entrada e duas ou mais saídas.

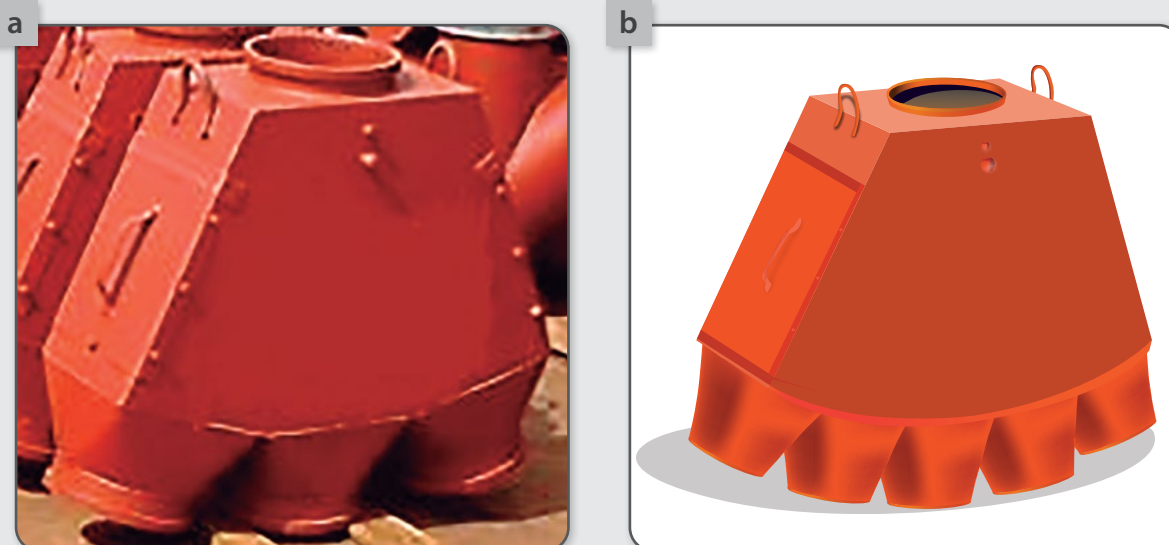
Nas Figuras 41 e 42, veem-se alguns exemplos de direcionadores de grãos.

Figura 41 – Bifurcado com acionamento manual.



Fonte: Sincronia design, 2016.

Figura 42 – Pendular 3 saídas (a) e pendular 5 saídas (b), acionamento manual.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Além das peças ilustradas nas Figuras 41 e 42, dentro do grupo dos direcionadores pode haver distribuidores rotativos, divisores de fluxo, caixas extravasoras entre outros. Esses componentes podem ser acionados manualmente ou por cilindro pneumático ou servo-motores.

O acionamento por algum dispositivo que não seja manual é utilizado para permitir automações e atuação remota a partir de uma central de controle, sem que o operador necessite se deslocar ao local de instalação da peça.

Registros

São peças destinadas a interromper ou permitir o fluxo de grãos. É fácil imaginar onde são utilizados. A aplicação típica se dá na saída de silos, moegas, entre outros, e também na entrada de produto de transportadores.

No caso de colocar registros na saída de um transportador, eles devem ser alocados apenas nas saídas intermediárias e nunca na saída final de produto. Isso porque, se o transportador estiver ligado, com fluxo de produto e inadvertidamente alguém fechar o registro na saída final, provocará embuchamentos, que podem ter graves consequências.

Os registros utilizados em canalizações de transporte de grãos podem ser desde peças bastante simples como registros tipo gaveta de acionamento manual até dispositivos mais complexos com acionamento pneumático ou por servo-motores.

Nas Figuras 43 e 44, apresentam-se exemplos de registros bastante utilizados.

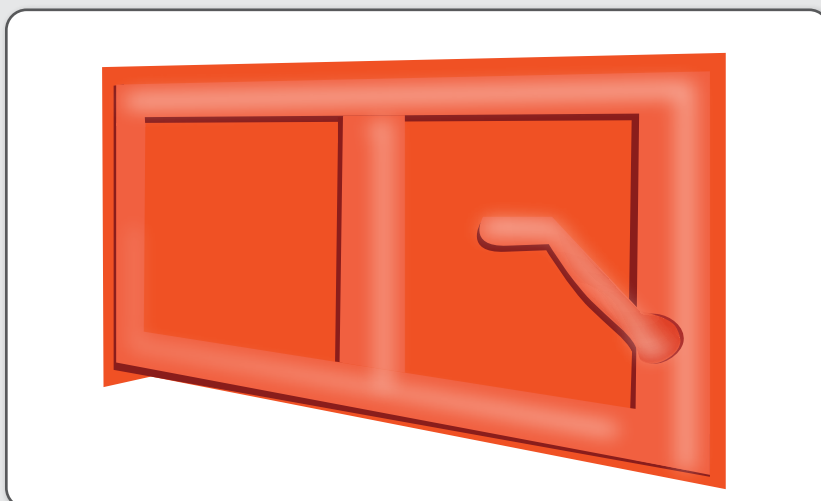
Figura 43 – Registro gaveta.



Fonte: Sincronia design, 2016.

O registro gaveta é bastante simples e sua aplicação se limita à canalizações de baixa capacidade e diâmetro.

Figura 44 – Registro manivela.



Fonte: Sincronia design, 2016a.

Os registros manivela são os mais utilizados. Se forem utilizados em canalizações redondas, eles necessitam de peças de ligação com os canos que são denominadas de "transições", as quais possuem uma extremidade redonda para acoplar ao cano e a outra extremidade retangular para ligar ao registro.

Esses registros também podem ter acionamento pneumático ou por servo-motores. Nesses casos, o ideal é que possuam duas linguetas, sendo uma delas acionada pelo cilindro pneumático ou servo-motor e a outra acionada por manivela, como o registro da Figura 44.

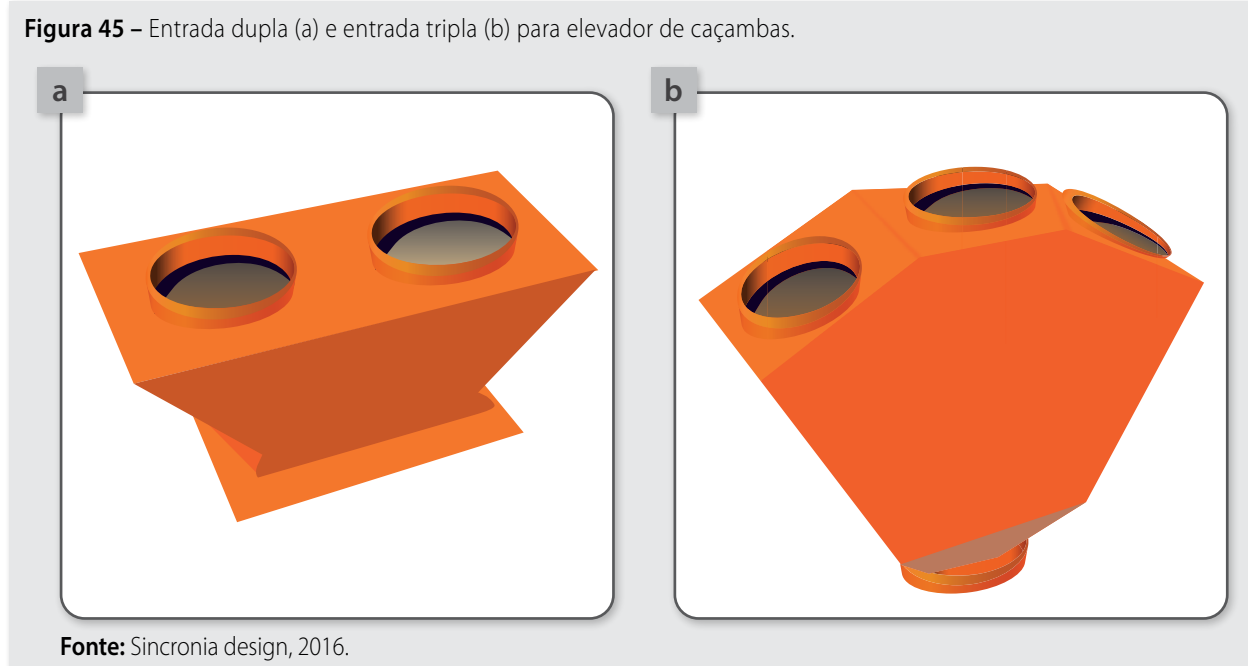
Isso é importante por dois motivos. O primeiro é que, como a lingueta pneumática opera totalmente fechada ou totalmente aberta, com ela não se consegue regular a vazão de produto. Então, a lingueta acionada por manivela serve para realizar essa regulação.

O outro motivo é que se ocorrer alguma pane no dispositivo de abertura ou mesmo falta de energia elétrica, a lingueta manual permite que se opere o sistema.

Nos registros com acionamento pneumático, sempre deve ser utilizada válvula solenoide com retorno por mola do tipo normalmente fechada (NF), para que, no caso de falta de energia, o registro feche automaticamente evitando embuchamentos.

Entradas e saídas

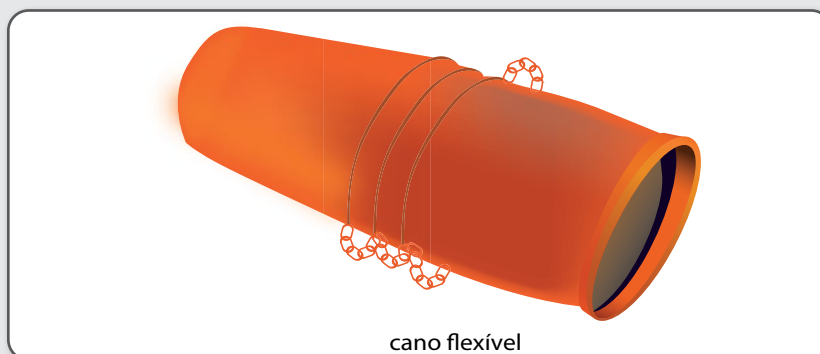
Muitas vezes, é necessário utilizar peças especiais na entrada ou na saída dos equipamentos. Exemplos disso são entradas duplas ou triplas para elevadores conforme mostrado nas Figuras 45 e 46.



Essas peças, demonstradas nas Figuras 45 a e b, permitem que o equipamento receba produto de mais de uma fonte. Porém, é importante salientar que esse recebimento deve ocorrer apenas de uma fonte por vez, sob o risco de haver uma sobrecarga de produto e consequente embuchamento do equipamento.

Um exemplo típico de saída especial é o cano flexível mostrado na Figura 46.

Figura 46 – Cano flexível saída de tulha.



Fonte: Sincronia design, 2016.

Essa peça permite que se "direcione" o fluxo de produto manualmente para o local desejado. É muito utilizada nas saídas das tulhas de expedição, pois facilitam o enchimento das caçambas dos caminhões, levando o produto a todos os pontos dela.

Peças de união

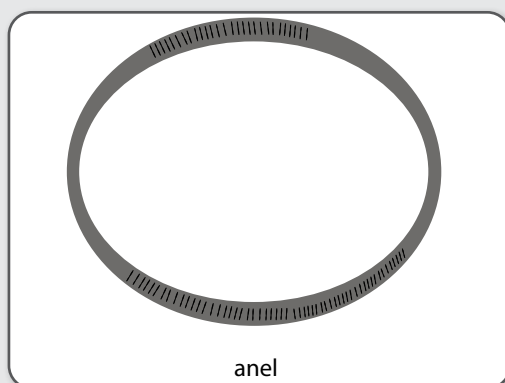
As peças de canalizações quadradas normalmente são unidas entre si com a utilização de flanges aparafusados.

Essa solução é bastante simples, barata e facilita a instalação. Apenas deve-se tomar cuidado adicional quando forem utilizadas curvas ou peças especiais em pontos de chegada aos equipamentos em que a canalização não esteja "alinhada" com o equipamento. Nesses pontos, normalmente é necessário que se fabriquem peças especiais projetadas para aquele ponto específico. Isso pode causar dificuldades em realizar um ajuste perfeito entre as peças.

No caso das canalizações redondas com diâmetro até 320 mm, o tipo de união mais utilizado é feito por anéis e presilhas.

Na Figura 47 veem-se em detalhes essas peças.

Figura 47 – Anéis e presilhas para emenda de canalizações redondas.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Os anéis são soldados nas extremidades dos canos ou peças da canalização e a presilha funciona como uma abraçadeira.

Amortecedores

Os grãos, ao serem conduzidos pelo efeito da gravidade dentro das canalizações, adquirem uma determinada velocidade. Esta é influenciada por diversos fatores, como tipo de grão, umidade, inclinação dos canos, entre outros.

Um desses fatores é, logicamente, o comprimento do cano. Quanto maior essa distância, maior será a velocidade que os grãos irão assumir.

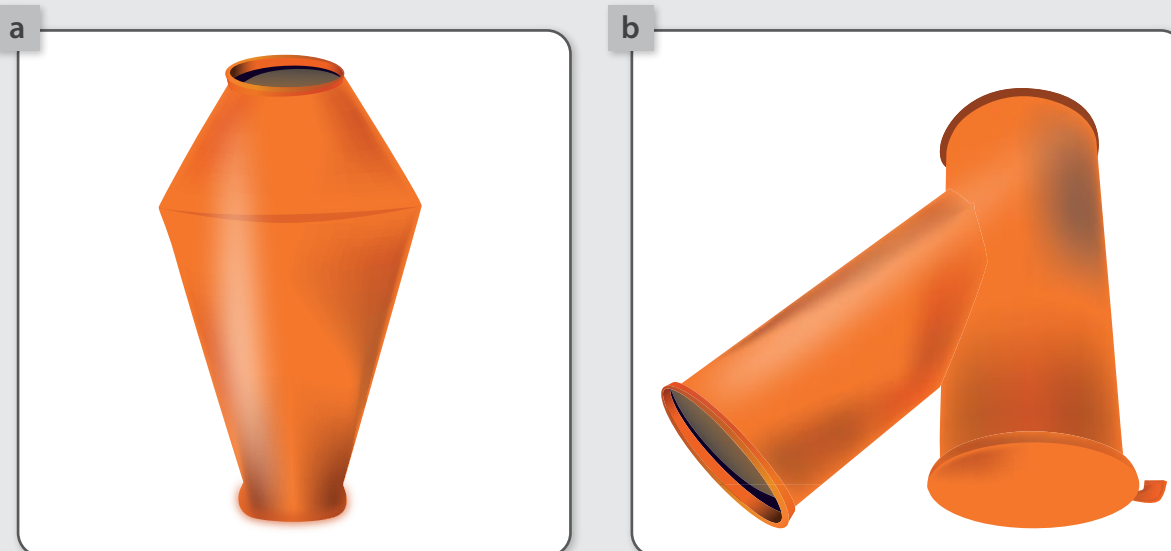
Essa velocidade pode causar alguns problemas, sendo o principal deles o desgaste prematuro dos materiais que compõem as canalizações.

Para limitar a velocidade dos grãos, existem peças denominadas de amortecedores. Basicamente existem dois tipos.

O primeiro é o amortecedor de linha, ilustrado na Figura 48 (a), que é colocado ao longo da canalização. Ele faz uma retenção do produto que está escoando pelo cano e, assim, diminui a velocidade dos grãos. Esse amortecedor possui um sistema de autolimpeza, ou seja, quando se interrompe o fluxo de grãos não fica produto retido.

O outro tipo de amortecedor de grãos é denominado "amortecedor final". Isso porque ele é colocado no final do cano logo antes do equipamento que está sendo alimentado.

Figura 48 – Amortecedor de linha (a); amortecedor final (b)



Fonte: Kepler Weber, 2013.

O modelo mostrado na Figura 48 (b) nada mais é que um "Y" de 45° com uma tampa em uma das extremidades.

Diversos

Além das peças citadas, existem outros componentes utilizados nos sistemas de canalização. Entre eles, podem-se citar curvas, transições, estaiamento, entre outros.

Com relação ao estaiamento, refere-se a um sistema utilizado em canos com comprimento elevado, para evitar que estes apresentem deformações devido ao peso ou ação do vento.

Na Figura 49, há um exemplo de estaiamento em canalizações.

Figura 49 – Canalização com estaiamento.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Esse sistema utiliza cabos de aço e o esticamento se dá pela ação de esticadores existentes no quadro central.

4.1.4 Operação

A seguir, aborda-se a operação e uso das canalizações de grãos. Os pontos básicos apresentados servem tanto para as canalizações redondas como as quadradas, e seus diversos componentes.

Verificações iniciais

As canalizações também devem ser inspecionadas sempre que forem utilizadas. Antes de iniciar a passagem de produto por elas, é importante verificar:

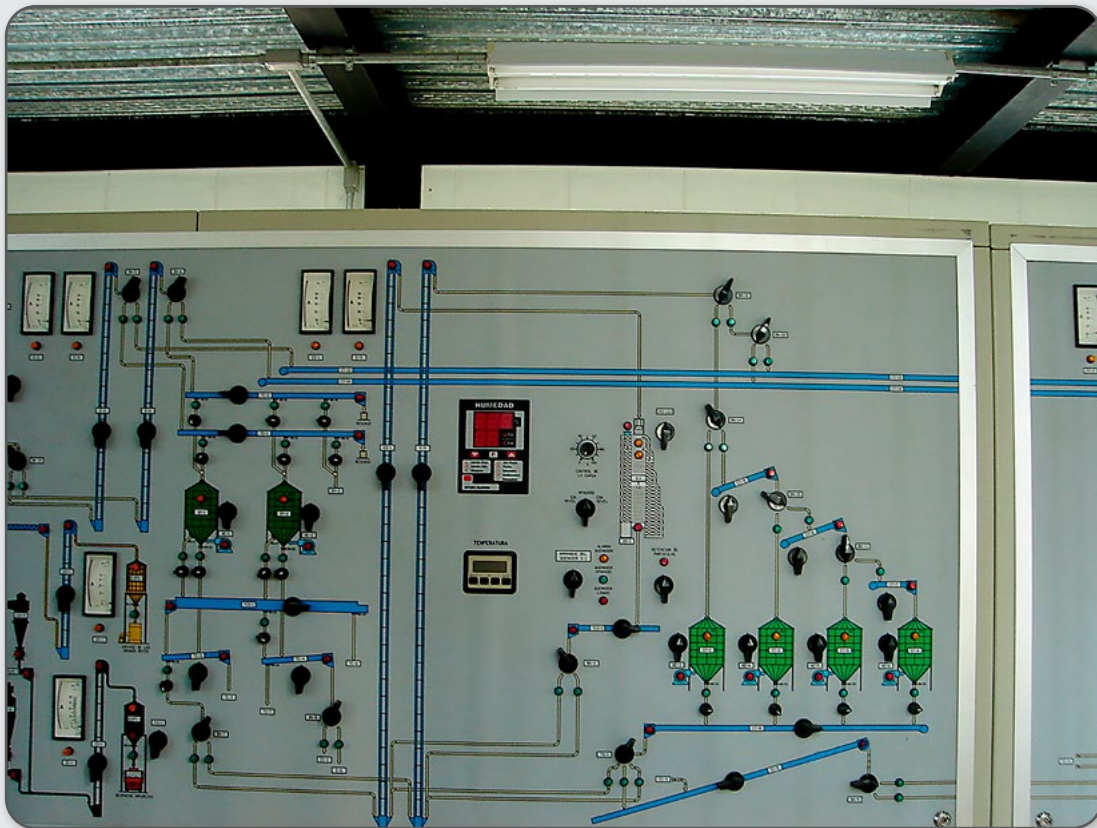
- estado geral dos itens das canalizações;
- existência de corpos estranhos ou produto acumulado em algum ponto do fluxo;
- presença de vazamentos, furos ou saída de produto em locais impróprios;
- funcionamento, posicionamento e trava das válvulas direcionadoras (bifurcadas, trifurcadas, entre outros) permitindo o fluxo desejado;
- fechamento dos registros embaixo de silos, tulhas, entre outros;
- funcionamento dos equipamentos do fluxo.

Quadro de comando (sinótico)

As unidades de recebimento e armazenagem de grãos normalmente possuem um controle central, de onde são acionados os equipamentos que compõem a instalação. Nesse controle central, muitas vezes existe um quadro geral de comando, chamado de quadro sinótico.

Na Figura 50 estão representados todos os equipamentos do fluxo e suas interligações e um exemplo de quadro sinótico e a forma como os equipamentos e as canalizações são representados.

Figura 50 – Quadro sinótico de uma unidade de armazenagem de grãos.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Por meio de controles específicos, pode-se ligar e desligar os diversos equipamentos e, em instalações automatizadas, é possível acionar a abertura e fechamento de registros, mudar a direção no fluxo de bifurcadas, pendulares, entre outros.

Antigamente, esse quadro sinótico era físico e representava todos os equipamentos. Atualmente, o sinótico aparece na tela de um computador e um *software* é utilizado para realizar os comandos desejados.

Fluxo de grãos

Após as verificações iniciais, pode-se iniciar a passagem de grãos pelas canalizações, desde que não observe nenhuma anormalidade. Para isso, é fundamental direcionar as válvulas existentes no fluxo como bifurcadas ou pendulares de forma que se obtenha o fluxo desejado.

Somente após concluir que todos os direcionadores estão posicionados de maneira correta deverá ligar os equipamentos. E, depois de ligar os transportadores correspondentes, procede-se à abertura dos registros no ponto de onde virão os grãos como moega, silos, entre outros.

A abertura dos registros, deve ser feita de forma gradual. Recomenda-se que se abra no máximo 1/3 da lingueta do registro e se verifique a intensidade do fluxo.

Se for constatado que o fluxo está abaixo da capacidade desejada, deve-se abrir mais o registro de forma gradual até atingir o desejado.

Com o tempo, o operador saberá qual a posição de abertura da lingueta corresponde à capacidade de fluxo desejado.

Cuidados nas mudanças de fluxo

Durante a operação, é normal haver a necessidade de alterar o destino ou a própria origem dos grãos no fluxo. Nesses casos, deve-se adotar os mesmos procedimentos e cuidados mencionados no item "fluxo de grãos".

Um ponto importante é evitar abrir registros adicionais que aumentem o fluxo de produto, sem fechar ou diminuir o fluxo dos registros já abertos, pois esse aumento no fluxo pode causar sérios inconvenientes, incluindo o "embuchamento" dos equipamentos de transporte e de outros equipamentos da unidade.

Nesses casos, deve-se cuidar para que não ocorram vazamentos e transbordamentos indesejados, pois isso pode trazer outras consequências mais sérias, além da simples parada do equipamento e da perda de tempo para recuperar o sistema.

Entre essas consequências, incluem-se a quebra de componentes importantes como eixos, polias, tambores e até a quebra de motorreductores e queima dos motores elétricos dos acionamentos.

Portanto, recomenda-se muito cuidado ao realizar qualquer alteração ou mudança no fluxo dos grãos. É importante sempre fechar o fluxo original antes de abrir o novo fluxo.

Ajustes durante a operação

Fatores como presença de impurezas e variação na umidade dos grãos afetam o escoamento dos grãos nas canalizações. O operador deve ficar atento a essas variações e compensá-las abrindo mais ou menos os registros.

Outros fatores como a variação na capacidade dos equipamentos, a exemplo de secadores ou máquinas de limpeza, durante a operação podem exigir ajustes no fluxo. O importante é cuidar para que sempre a intensidade do fluxo obedeça ao equipamento de **menor** capacidade.

Deve-se pensar o fluxo de grãos como uma corrente em que a capacidade de resistência da corrente é igual à resistência do elo mais fraco. Essa analogia serve para entender que o fluxo de grãos está limitado sempre ao equipamento de menor capacidade, que pode estar na própria canalização em pontos de mudança de direção, curvas acentuadas, inclinações fora do recomendado, pontos de estrangulamento, entre outros.

Se isso ocorrer, as causas dessas limitações devem ser investigadas e corrigidas, caso contrário está-se subutilizando os demais equipamentos em função de deficiências da própria canalização.

Também devem ser tomados todos os cuidados em relação à segurança antes de realizar qualquer alteração no fluxo. É necessário ter certeza de que não existem pessoas em pontos que serão afetados.

Por exemplo, se for acionar um registro no fundo de um silo, deve-se verificar que não existe ninguém dentro desse silo. Infelizmente já ocorreram muitos acidentes, fatais inclusive, devido ao soterramento de pessoas que estavam dentro de silos quando o produto começa a escoar pelos registros.

Troca de produto

Quando for necessário trocar o produto a ser transportado, deve-se tomar alguns cuidados:



VERIFICAR

- nunca permitir a presença de dois tipos diferentes de produto dentro dos componentes da canalização;
- antes da troca, certificar-se de que o produto anterior foi totalmente removido;
- fazer uma limpeza geral nos componentes, observar os pontos indicados no item "limpeza";
- iniciar a operação e realizar os ajustes necessários citados no item "ajustes durante a operação" de forma que atenda às novas condições;
- verificar se não apareceram pontos de vazamento ou transbordamento de produto;
- ficar atento a possíveis embuchamentos com o novo produto, pois o comportamento deste poderá ser bem diferente do que estava sendo transportado anteriormente.

Automação em equipamentos de uma unidade armazenadora

Não é conhecido nenhum sistema realmente "automático" em que, ao realizar um comando para mudança de fluxo, todos os dispositivos relacionados sejam acionados de forma automática e na sequência desejada. Talvez isso seja possível, mas entende-se que o custo de um sistema assim não justificaria sua implantação. Isso porque os sistemas de atuação remota existentes são de fácil operação.

Uma função importante e que existe há muito tempo é o encadeamento em "cascata" dos equipamentos. Isso significa que se algum dos equipamentos do fluxo sofrer interrupção, todos os demais equipamentos serão desligados. Essa função é desativada quando se opera no modo "teste".

Então, recomenda-se que, durante a operação normal do equipamento, o quadro sinótico **nunca** seja operado nesse modo (teste).

Para os componentes da canalização serem atuados remotamente, é necessário que eles sejam projetados e construídos para este fim, ou seja, é preciso dotar os direcionadores e registros de atuadores, como cilindros pneumáticos ou servo-motores elétricos.

Nesses casos, os acionamentos pneumáticos são os mais utilizados, principalmente se foram muitos pontos de atuação e se já houver uma linha de ar comprimido na instalação.

Os servo-motores são utilizados quando são poucos pontos de atuação que não justificam a instalação de um compressor só para eles, ou quando a distância deles até a rede de ar comprimido for muito grande.

Cuidados Especiais

Um aspecto que deve receber uma atenção especial sempre que instalar os componentes de uma canalização é o alinhamento entre as peças. Isso porque a prática já demonstrou que onde existir qualquer ponto de descontinuidade como degraus, ressaltos, entre outros, ao longo da canalização, este será um ponto de provável desgaste prematuro dos elementos.

Emendas entre os canos ou entre os demais componentes devem ser muito bem realizadas de modo que se evitem essas descontinuidades. O local mais importante para observar isso é na área onde haverá contato direto do produto com as peças.

Se, por algum motivo, não se conseguir um perfeito alinhamento em todos os pontos de contato entre as peças, deve priorizar o alinhamento da região onde existe o contato dos grãos. O importante é o alinhamento **interno** das faces.

Quando ocorrer a montagem de equipamentos novos, é de responsabilidade do fabricante proceder esses alinhamentos, por isso, recomenda-se atenção para esse ponto.

Da mesma forma, qualquer manutenção que se faça nas canalizações que implique remoção ou alteração nas peças, o alinhamento deve ser muito bem observado.

Antes de colocar o equipamento em funcionamento deve ser verificado a existência de pontos que apresentem desgaste e, mesmo que ainda não tenha apresentado vazamento, proceder à manutenção preventiva adequada.

A Figura 51 mostra um amortecedor final, em que se pode constatar que existe um vazamento de grãos.

Figura 51 – Vazamento em amortecedor final.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Observa-se que a peça da Figura 51 já foi "remendada" em vários pontos.

No Quadro 2, são apresentados os problemas mais comuns que ocorrem durante a operação das canalizações de grãos, prováveis causas e quais medidas corretivas são sugeridas.

Quadro 2 – Situações anormais em canalizações de grãos.

Problema	Causa provável	Ação corretiva recomendada
Vazamentos	- Canalização furada - Corpos estranhos / acúmulo de produto - Excesso de carga - Conexões/vedações malfeitas	- Identificar o ponto de saída de produto e “remendar” o item ou substituir. - Limpar/retirar qualquer objeto ou produto acumulado. - Verificar capacidade do fluxo e adequá-lo. - Revisar a união dos componentes, ajustando presilhas, flanges e restaurando as vedações.
Embuchamentos	- Restrições nas saídas - Ângulos inadequados - Produto muito úmido / muito sujo - Excesso de carga - Equipamento com mau funcionamento	- Verificar presença de corpos estranhos. - Verificar pontos onde ângulo esteja menor que 45° e corrigir. - Verificar condições do produto transportado. - Reduzir a carga dos equipamentos. - Fazer verificação nos transportadores e outros equipamentos do fluxo.
Canalização não atende a capacidade desejada	- Restrições nas saídas/entradas de produto - Ângulos inadequados - Produto muito úmido / muito sujo	- Verificar presença de corpos estranhos. - Verificar pontos onde ângulo esteja menor que 45° e corrigir. - Verificar condições do produto transportado.
Desgaste prematuro	- Desalinhamentos entre os componentes - Corrosão - Presença de abrasivos (areia, terra, entre outros)	- Verificar alinhamento e corrigir, mantendo o mais alinhado possível o lado de escoamento de produto. - Verificar entrada/acúmulo de água. - Melhorar sistema de limpeza dos grãos.
Produto não chega ao destino desejado	- Direcionadores emperrados ou com algum problema nos atuadores ou linguetas - Restrições nas saídas/entradas de produto	- Verificar direcionadores e seus componentes. - Verificar presença de corpos estranhos.
Travamento de linguetas / registros	- Atuadores com defeito / quebrados - Falta de ar comprimido nos atuadores pneumáticos	- Verificar atuadores revisando pinhões, cremalheiras, alavancas, manivelas, cilindros pneumáticos, válvulas solenoides, entre outros. - Verificar compressor, linha de ar comprimido, válvulas solenoides.

4.1.5 Limpeza das canalizações

A limpeza adequada das canalizações e seus componentes, assim como de qualquer equipamento, é de fundamental importância para o seu bom funcionamento, durabilidade e principalmente para a **segurança**.

Importância da limpeza

A falta de uma limpeza adequada em uma unidade armazenadora de grãos, além de uma série de transtornos operacionais, é um dos principais fatores de causa de **acidentes**!



IMPORTANTE

Antes de qualquer limpeza, verificação ou trabalho nas canalizações que envolva altura ou espaços confinados, observar as normas de segurança.

Também deve-se avisar aos colegas e colocar cartazes no quadro de comando indicando que o equipamento não deve ser ligado em nenhuma hipótese.

O ideal é colocar cadeados que impeçam que alguém ligue o equipamento inadvertidamente.

Problemas potenciais causados por sujeira, pó, impurezas e outros

Abaixo, relaciona-se uma série de problemas e transtornos que a falta de uma limpeza adequada nas canalizações pode causar:

- redução da vida útil do equipamento;
- mal funcionamento;
- contaminação do produto;
- mistura de produtos diferentes;
- diminuição da capacidade de transporte;
- desgaste prematuro;
- acidentes.

Frequência da limpeza

Todo o sistema de canalização deve ser limpo ao final da safra, ou antes de iniciar qualquer recebimento de grãos.

Sempre que ocorrer troca de produto, o equipamento deve sofrer uma limpeza geral.

Durante a operação da unidade qualquer ponto onde apresente vazamento de grãos, deve ser limpo assim que constatado o problema e a causa do vazamento corrigida.

Da mesma forma, se ocorrer um embuchamento, antes religar o equipamento, todo o produto acumulado deve ser removido e o local completamente limpo.

Locais que devem ser verificados e limpos

Nas canalizações redondas não temos acesso ao interior dos canos para realizar limpeza.

No entanto, os direcionadores e demais componentes normalmente possuem tampas de acesso que servem para inspeção e limpeza.

Devem ser verificados alguns pontos.

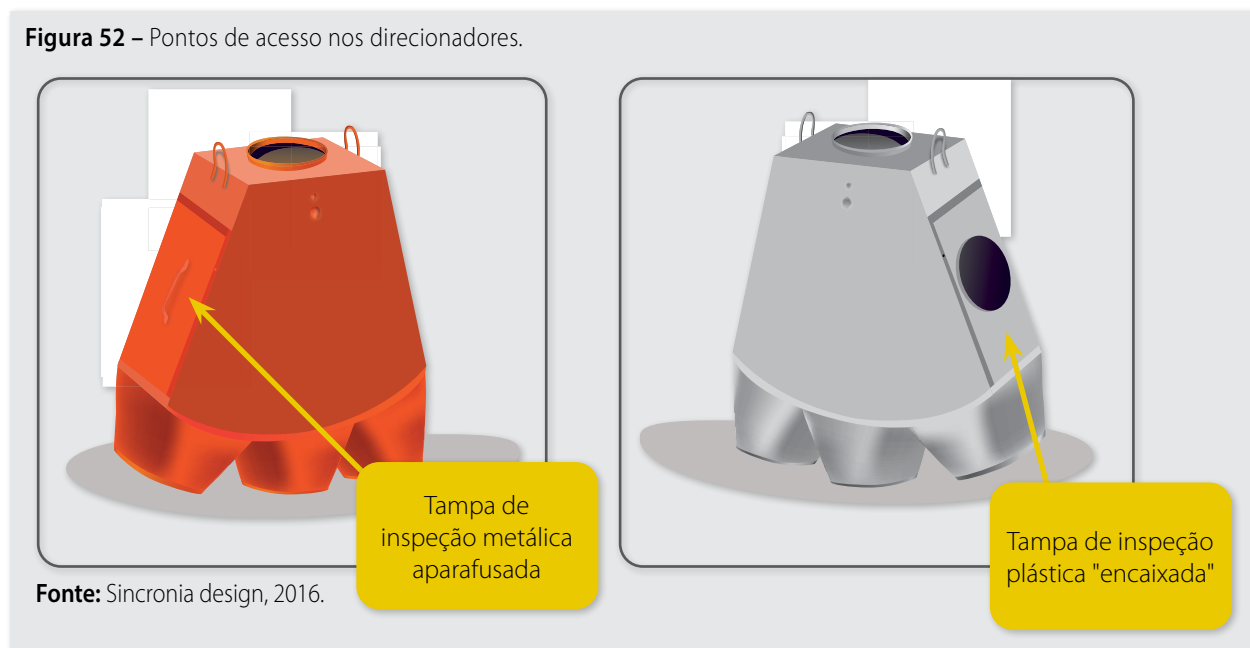


VERIFICAR

- limpeza geral interna e das linguetas por meio das tampas de inspeção;
- limpeza dos atuadores, mecânicos ou pneumáticos.

Na Figura 52, destaca-se o posicionamento das tampas de acesso para limpeza nos direcionadores de duas e três saídas.

Figura 52 – Pontos de acesso nos direcionadores.



Apesar de seu maior custo, as tampas aparafusadas devem ser preferidas. Isso porque as tampas plásticas encaixadas muitas vezes são expulsas pela ação dos próprios grãos e correntes de ar que fluem dentro da canalização.

Se a canalização for quadrada, é possível retirar a tampa dos canos e promover a verificação e limpeza interna deles. Nesse caso, recomenda-se que realize a limpeza ao final da safra ou antes de iniciar o recebimento de grãos.

4.1.6 Manutenção

Assim como qualquer outro equipamento de uma instalação de recebimento e armazenagem de grãos, as canalizações necessitam de cuidados especiais e específicos quanto à sua manutenção.

Importância da manutenção

Uma manutenção adequada, utilizando peças originais de reposição e serviço autorizado aumenta a vida útil das canalizações de grãos e de qualquer equipamento. Além disso, minimizam-se a probabilidade de ocorrerem “surpresas” desagradáveis durante os períodos em que o equipamento é mais solicitado que é durante a safra de grãos.

É **imprescindível** que realize a leitura do “Manual do Proprietário” antes de operar o equipamento, e também que sigam as orientações nele contidas em relação à manutenção

Quando ocorrer a quebra de algum componente, deve-se investigar e corrigir a **causa**, e não apenas consertar ou substituir o item danificado.

Pontos que devem ser revisados

No Quadro 3, encontram-se listados os principais pontos que devem ser verificados na manutenção das canalizações de grãos.

Quadro 3 – Pontos de verificação durante a manutenção preventiva

Componente	Ação preventiva recomendada
Mancais de rolamentos (todos)	Verificar estado geral dos rolamentos e caixas com relação a ruídos, folgas, vibrações, temperatura, trincas (nas caixas), entre outros. Realizar a troca caso algum componente apresente sinais de desgaste ou qualquer anomalia. Se estiver tudo correto, proceder à lubrificação do conjunto, seguindo as orientações do Manual do Proprietário.
Borrachas e vedações	Examinar o estado geral das borrachas, se não estão danificadas ou ressecadas Proceder à substituição caso apresente qualquer anomalia
Escadas e plataformas de manutenção	Verificar se os guarda-corpos estão em bom estado, sem sinais de corrosão e com todos os parafusos de fixação devidamente apertados. Verificar se os pisos não apresentam desníveis ou “buracos” que podem causar sérios acidentes . Proceder às devidas correções caso apresente qualquer anomalia.
Acionamento	Examinar o estado geral dos itens, como manivelas, cremalheiras, eixos, cilindros e válvulas pneumáticas. Verificar se o sistema de ar comprimido está operando sem vazamentos de ar. Verificar a existência de qualquer ruído estranho ou “batida” quando são acionados. Verificar o sistema de lubrificação dos cilindros. Proceder à correção ou substituição caso algum componente apresente qualquer anomalia.

Cuidados com a Segurança nas Canalizações de Grãos



IMPORTANTE

Antes de qualquer atividade em altura ou em espaços confinados, observar as normas de segurança.

Deve-se avisar aos colegas e colocar cartazes no quadro de comando indicando que o equipamento não deve ser ligado em nenhuma hipótese. O ideal é colocar cadeados que impeçam que alguém ligue o equipamento inadvertidamente.

Qualquer imprudência pode causar graves acidentes. Um acidente, por menor que seja, pode trazer sérias consequências para o resto da vida.

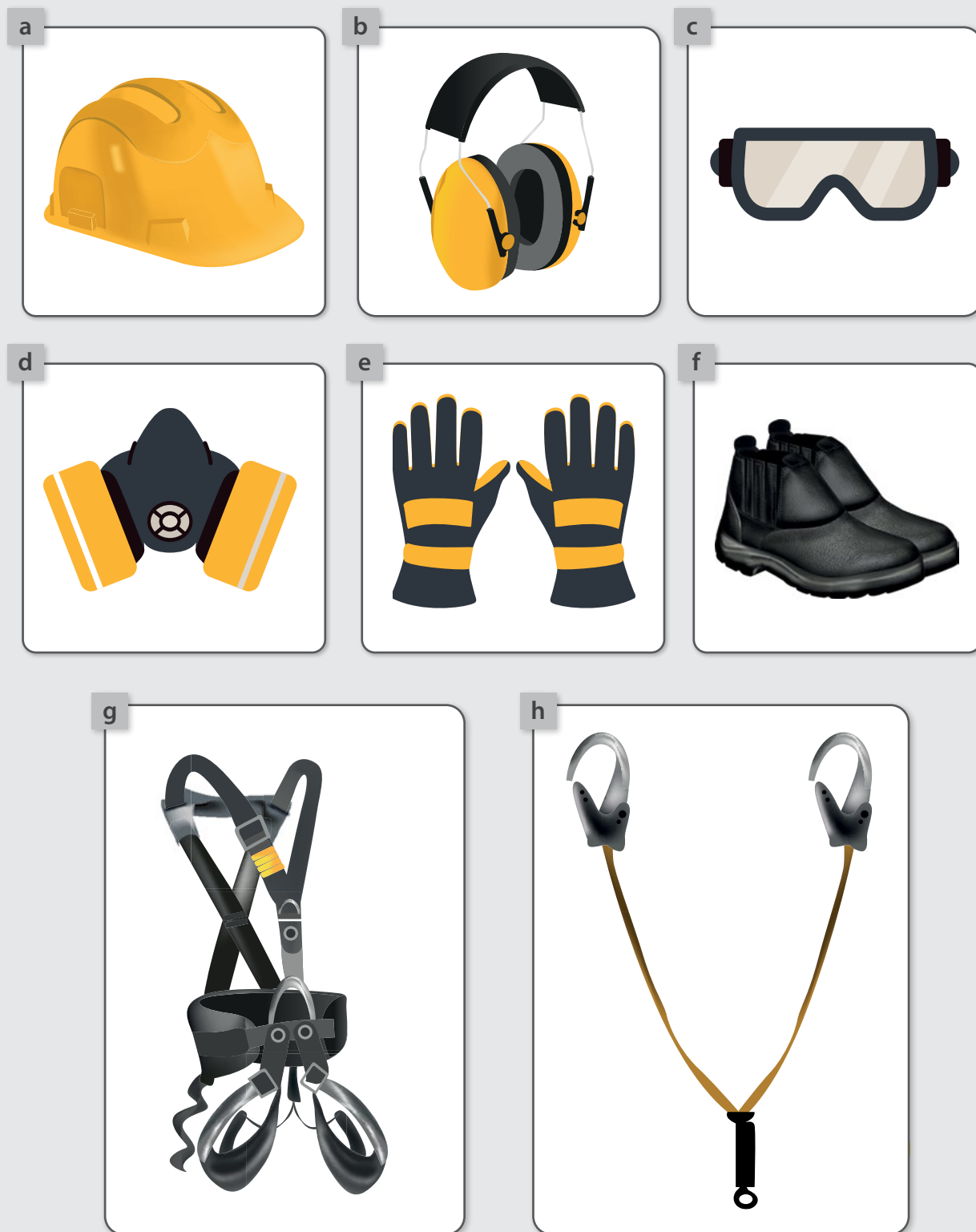
Nunca coloque a mão dentro do equipamento em operação. Nunca realize qualquer trabalho sozinho.

Sempre utilize os EPIs indicados para o trabalho específico, tais como:

- cintos, trava-quedas, entre outros, para trabalhos em altura;
- botinas, luvas e óculos de segurança (em todos os trabalhos);
- capacete;
- máscaras para espaços confinados ou onde houver emissão de pó;

- protetores de ouvido para locais com ruído;
- protetores faciais de acordo com o tipo de trabalho;
- roupa adequada e demais proteções necessárias conforme o tipo de trabalho.

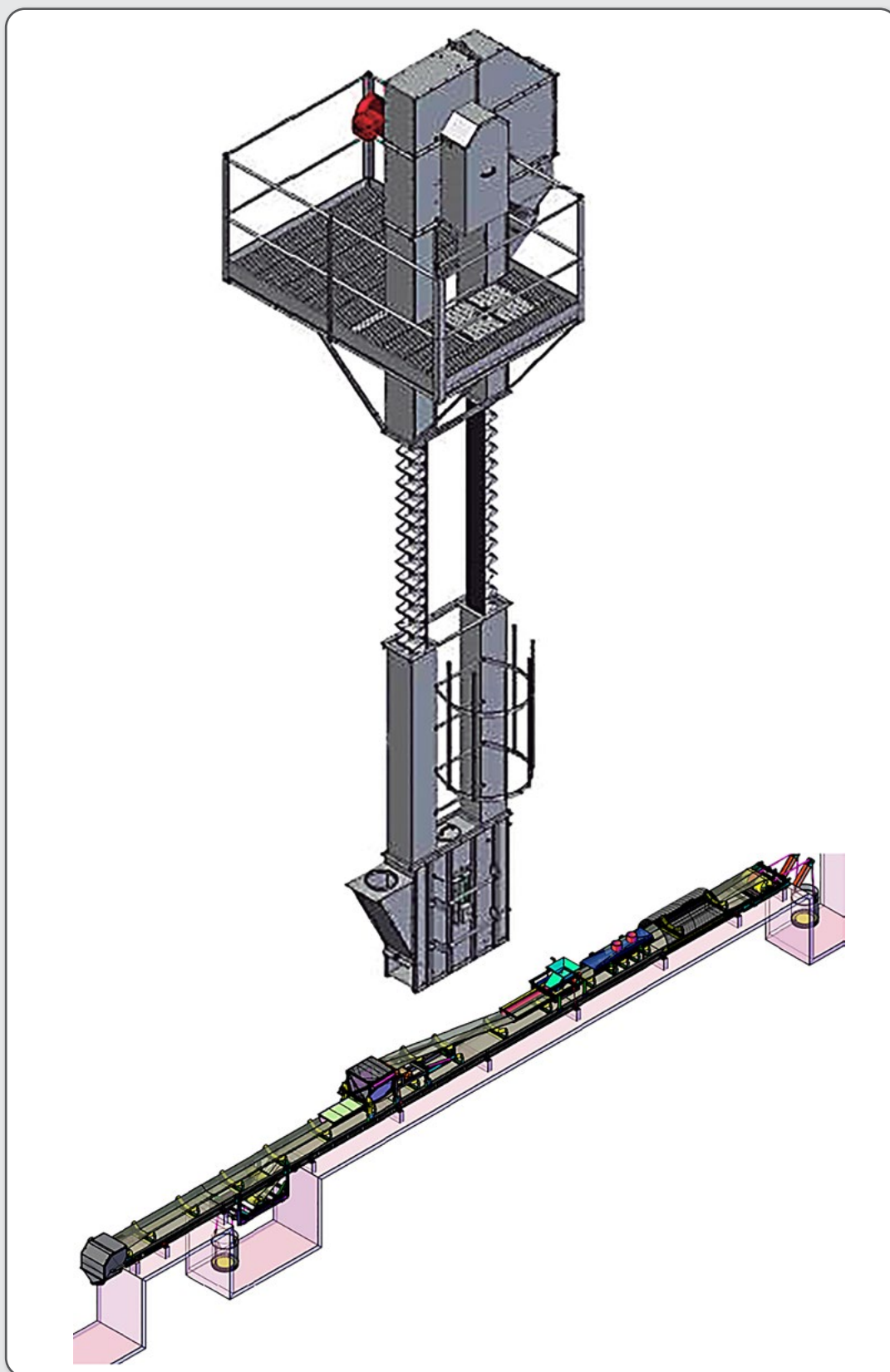
Figura 53 – EPIs recomendados para trabalhos na recepção de grãos: capacete (a), protetor auricular (b), óculos de segurança (c), respirador (d), luvas (e), botas de segurança (f), cinto de trabalho em altura (g) e talabarte (h).



Fonte: Kepler Weber, 2013.

4.2 TRANSPORTE MECÂNICO

Figura 54 – Transportadores de grãos.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Finalidade dos transportadores

Os transportadores são equipamentos destinados a realizar a movimentação dos grãos entre os demais equipamentos (secadores, máquinas de limpeza, silos, entre outros) desde a recepção na moega até a expedição final.

Em conjunto com as canalizações, os transportadores são responsáveis pela interligação entre os equipamentos do fluxo de grãos em uma unidade de recebimento e armazenagem.

Princípios de transporte de grãos

O transporte pode ser na vertical, horizontal ou inclinado, o *layout* e o fluxograma da unidade é o que determina qual forma mais apropriada em cada situação.

Se o transporte puder ser feito pelo efeito da gravidade, utilizam-se as canalizações em vez de transportadores, desde que existam as condições necessárias, principalmente em relação à inclinação dos canos.

Para um transporte adequado dos grãos, alguns parâmetros importantes devem ser respeitados e, nesse caso, um dos principais fatores é a velocidade máxima de transporte recomendada em cada tipo de transportador, para que não ocorram danos mecânicos, vazamentos, embuchamentos, transbordamentos, entre outros.

A carga e descarga de produto é muito importante e devem ser realizadas de modo a se minimizar ou evitar choques ou mudanças bruscas de direção dos grãos.

É importante salientar que um elevado conteúdo de impurezas e/ou elevada umidade da massa de grãos pode dificultar o transporte e ocasionar uma série de transtornos e problemas operacionais.

As impurezas, além de possuírem forma diferente dos grãos e dificultar a entrada e saída do produto nos transportadores, têm um peso específico menor, ou seja, ocupam mais volume e isso acarreta também em diminuição na capacidade de transporte.

Já a umidade mais elevada diminui a fluidez da massa de grãos dificultando o transporte.

Um ponto fundamental em qualquer transportador é a sua alimentação. Se não for bem realizada, não adianta ter um transportador de alta eficiência e alta capacidade que o resultado certamente não será o desejado.

Da mesma forma, qualquer restrição na saída do produto ocasionará queda na capacidade, embuchamentos e vazamentos.

Tipos de transportadores mecânicos

Podem-se separar os transportadores em três grupos básicos distintos, de acordo com a direção do transporte que pode ser vertical, horizontal ou inclinado.

Abaixo, há exemplos mais comuns de transportadores em cada um destes grupos.

Transportadores verticais:

- elevadores de caçamba;
- transportadores de corrente tipo *bulk-flow*.

Transportadores horizontais:

- correias transportadoras;
- transportadores de corrente;
- roscas transportadoras.

Transportadores inclinados:

- roscas tubulares;
- transportadores de corrente tipo *bulk-flow*.

Além desses, existem outros tipos, porém como não são comumente utilizados em unidades de armazenagem de grãos, não serão detalhados.

Os *bulk-flows* não são muito usuais em unidades de recebimento e armazenagem. Eles são equipamentos de transporte mais adequados para uso em indústria, principalmente na alimentícia ou extração de óleo.

São utilizados quando se deseja realizar um transporte de forma hermética, sem que os grãos ou outros produtos transportados tenham contato com o ambiente.

As roscas tubulares, citadas no transporte inclinado, não são muito comuns no Brasil. Em outros países, como EUA, esse tipo de transportador é largamente utilizado.

Porém, por uma questão cultural, esses equipamentos têm seu uso muito limitado no Brasil. Em pequena escala, algumas unidades brasileiras utilizam roscas tubulares inclinadas, normalmente móveis, apelidadas de "chupins".

O transporte inclinado, de forma geral, não é muito utilizado no Brasil nas unidades armazenadoras.

Os equipamentos mais utilizados, são dos grupos de transporte horizontal e transporte vertical.

Esses transportadores são:

- elevadores de caçambas;
- correias transportadoras;
- transportadores de corrente;
- roscas transportadoras.

4.2.1 Elevadores de caçambas

São os transportadores utilizados para elevar os grãos. São imprescindíveis em uma unidade armazenadora, pois são eles que conferem energia potencial à massa de grãos para que seja conduzida pelas canalizações por meio do efeito da gravidade, e assim alimentar os diversos equipamentos do fluxo.

O principal representante dessa família de transportadores, e sem dúvida o mais utilizado nas unidades armazenadoras, são os elevadores de caçambas, também chamados de elevadores de canecas.

Na Figura 55, vê-se uma imagem de vários elevadores em uma instalação típica junto a outros equipamentos.

Figura 55 – Unidade típica de armazenagem de grãos.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Na Figura 55 podem ser vistos os elevadores alimentando uma série de equipamentos, inclusive dois secadores de grãos.

Atualmente, os elevadores são de construção metálica e utilizam chapas e perfis de aço como matéria-prima principal, porém em sua origem, há mais de cinquenta anos, eram feitos de madeira.

Assim como outros equipamentos agrícolas, até algum tempo atrás, em geral, o acabamento era feito com pintura. Atualmente, a maioria desses equipamentos utiliza acabamento galvanizado para aumentar sua durabilidade.

Os fabricantes nacionais de elevadores de caçambas padronizaram os tamanhos a partir das larguras das correias elevadoras e das larguras das caçambas.

As larguras de correia usuais no mercado são de 5", 6", 8", 12" e 15" para elevadores com capacidades entre 10 e 300 t/h e alturas que normalmente podem atingir 50 m.

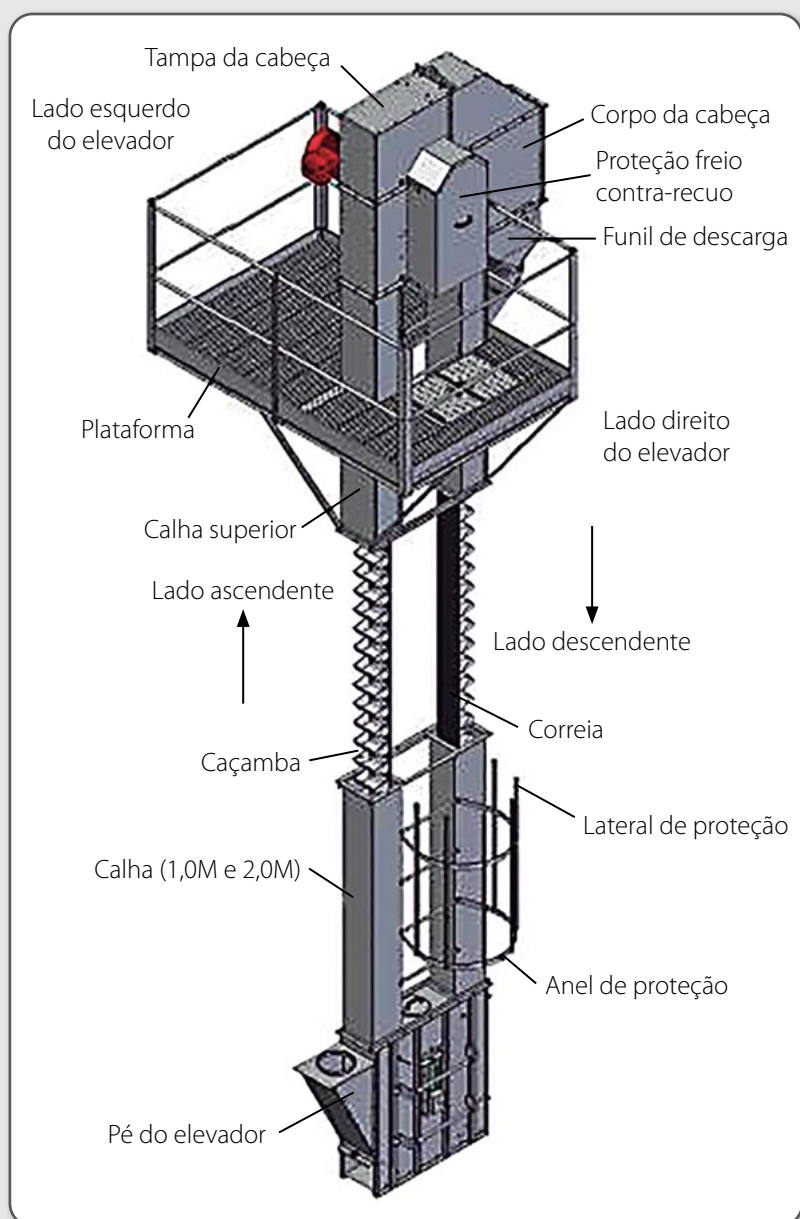
A velocidade da correia nos elevadores de grãos depende do tipo de produto transportado. Para grãos, utilizam-se velocidades em torno de 3,0 m/s. Já para sementes e farelos a velocidade fica próxima a 1,5 m/s.

O produto e a velocidade da correia definem se a descarga é centrífuga ou por gravidade.

Principais componentes de um elevador de caçambas

Na Figura 56, são apresentados os principais componentes de um elevador de caçambas.

Figura 56 – Componentes de um elevador de caçambas.



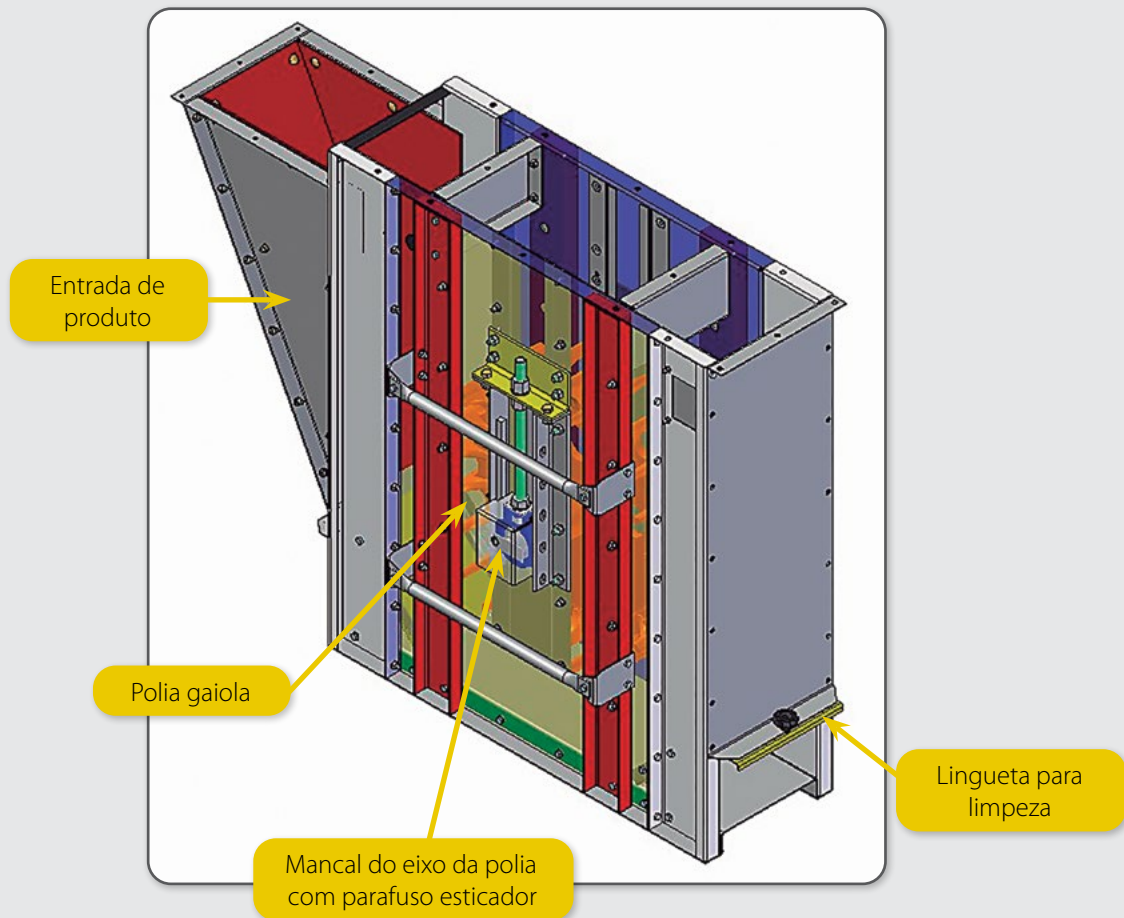
Fonte: Kepler Weber, 2013.

Pé

O pé do elevador fica localizado na parte inferior (base) do equipamento. Sua função é servir de base estrutural, acomodar a polia de retorno da correia e é por ele que se faz a alimentação de grãos.

No pé que se realiza o esticamento da correia com caçambas, por meio de parafusos esticadores existentes para esse fim.

Figura 57 – Detalhe de pé de elevador e seus componentes.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

A polia que faz o retorno da correia é denominada de "gaiola" porque é constituída de "nervuras" as quais ficam em contato com a correia.

Em elevadores mais antigos, com mais de trinta anos, ainda vemos polias lisas no pé. Porém, essa forma construtiva foi abandonada, pois se ocorrer queda de produto (grãos) entre a correia e a polia, em sendo uma polia lisa, ela esmagará esses grãos contra a correia. Isso, além de ocasionar danos e perdas no produto, também traz problemas operacionais, como patinamento da correia e outros inconvenientes.

Calhas

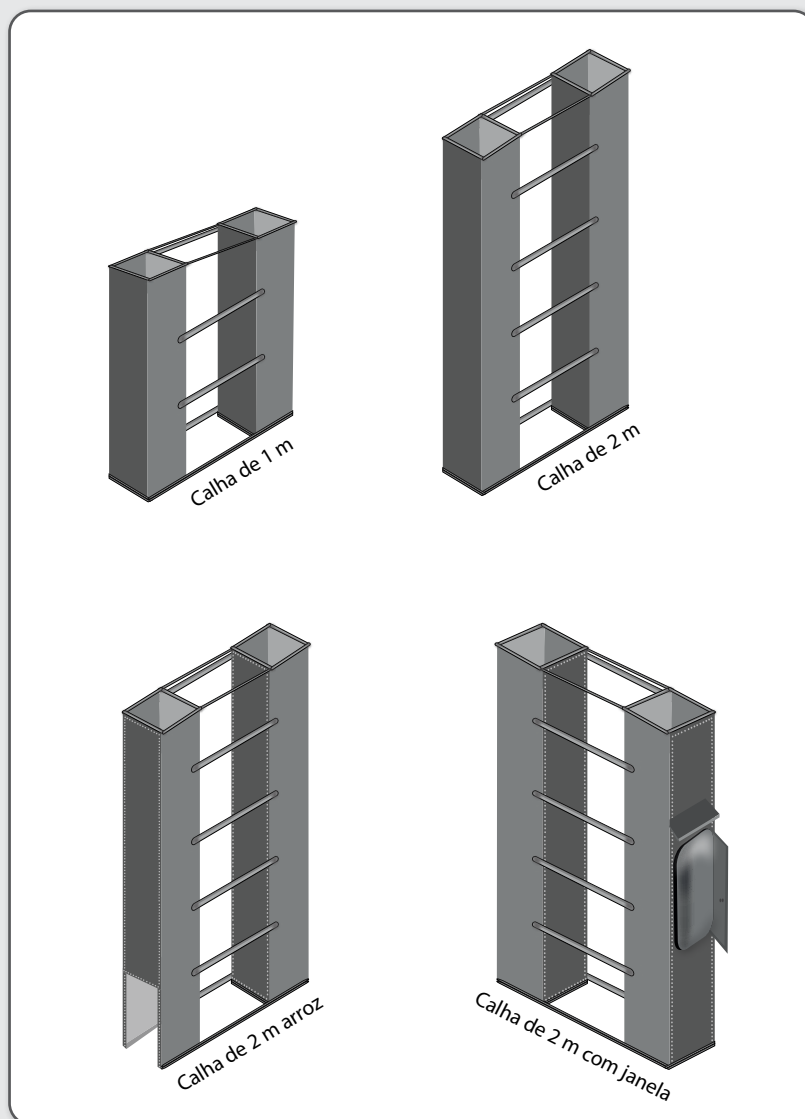
Também são chamados de "corpo". Dentro delas passa a correia com caçambas e produto.

São componentes estruturais e normalmente suportam a cabeça com acionamento. São aparafusadas entre si com os demais componentes do elevador, como pé e cabeça, por meio de flanges de perfil de aço tipo cantoneira. São dotadas de degraus que servem de escada para acesso à cabeça.

Existem as calhas padrão, geralmente com 2 m de altura, e calhas especiais, como as calhas com janela.

As calhas com janela possuem aberturas em suas faces para permitir inspeção, limpeza, montagem e colocação da correia e caçambas. Elas devem ser montadas logo acima do pé ou logo acima do nível do piso quando o elevador estiver em um poço, de forma a permitir fácil acesso dos operadores à correia e às caçambas.

Figura 58 – Exemplos de calhas de elevador de caçambas .



Fonte: Sincronia design, 2016.

Correia com caçambas

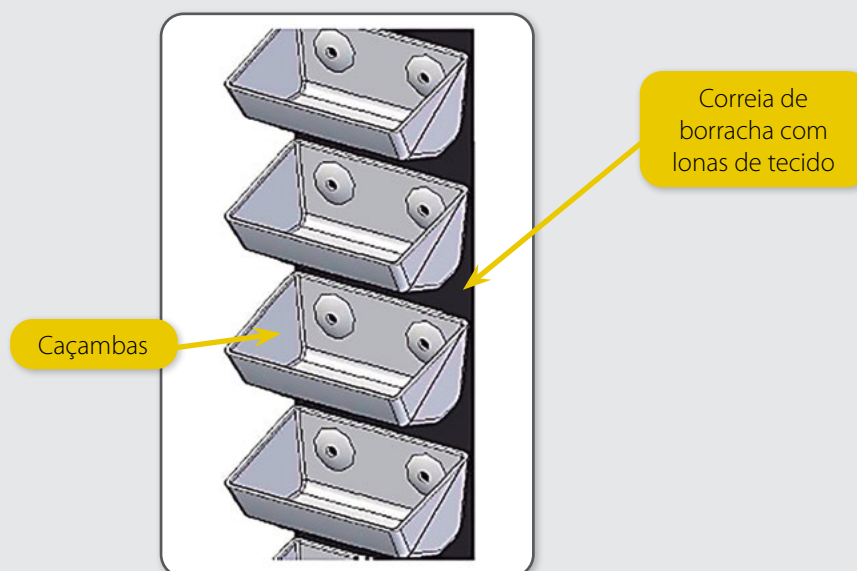
O conjunto de correia de borracha com as caçambas é que realiza o transporte de grãos. Esse conjunto é movimentado por meio do tambor de acionamento que fica localizado na cabeça do elevador.

A tração da correia ocorre por meio do atrito do tambor com a correia. Esse atrito é obtido pelo esticamento da correia pela polia gaiola do pé.

A correia é composta de camadas de borracha sintética e camadas de lonas de tecido. A quantidade de camadas de lonas depende do cálculo do elevador, da sua capacidade, altura, tipo de produto, geometria da caçamba e potência do acionamento.

As correias podem ser com ou sem cobertura, que é uma camada externa de borracha que cobre as lonas. A cobertura de borracha aumenta o atrito da correia com o tambor e prolonga a vida útil da correia.

Figura 59 – Correia com caçambas montadas.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

As caçambas podem ser metálicas feitas com chapa de aço ou plásticas.

Antigamente, todas as caçambas eram metálicas, porém existe uma tendência de que se utilizar cada vez mais caçambas plásticas nos elevadores. Isso porque elas apresentam algumas vantagens em relação às metálicas, como a de não sofrerem corrosão, se sofrerem algum impacto e deformação normalmente voltam à sua forma original, são mais leves e não produzem faíscas.

Até pouco tempo atrás existia certo tabu com relação ao desgaste das caçambas plásticas. Porém, com a utilização de materiais apropriados, consegue-se uma durabilidade superior à das caçambas metálicas, inclusive para produtos bastante abrasivos, como no caso do arroz.

O único inconveniente que ainda apresentam é um custo ligeiramente superior ao das caçambas metálicas, mas, com a difusão e aumento do uso e consequente aumento na escala de produção, esse custo tenderá a baixar.

Existem inúmeras formas e tipos de caçambas, que foram sendo desenvolvidas e aprimoradas conforme as características do produto a ser transportado.

Para transporte de grãos, existem dois tipos básicos que são as caçambas normais e as caçambas "sem fundo" também chamadas de "HF" que é a sigla de *high flow* (alta capacidade, em inglês).

No grupo das "normais", existem variações de forma, mas ultimamente tem-se utilizado caçambas modelo *super starco* que possui um perfil bastante interessante e que permite transportar elevadas capacidades.

O outro grupo de caçambas é o das "caçambas furadas/vazadas" ou sem fundo.

As caçambas sem fundo são colocadas muito próximas umas das outras de forma que os grãos formam uma coluna contínua.

Para dar sustentação a essa coluna, a cada 5 ou mais caçambas sem fundo coloca-se uma com fundo.

Figura 60 – Tipos de caçambas de elevadores de grãos.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

As caçambas furadas ou vazadas foram criadas para obter maior capacidade de transporte para o equipamento. Porém, com o desenvolvimento das caçambas normais, as caçambas furadas vêm perdendo terreno e seu uso vem diminuindo. Isso porque os equipamentos desse tipo são mais sensíveis a questões como alimentação, velocidade, entre outros, sendo que qualquer pequena anomalia interfere muito na capacidade do equipamento.

Outro fator negativo é que o maior peso de produto na coluna ascendente exige um atrito maior entre correia e polia de acionamento e, se a correia não estiver perfeitamente esticada ou se algum outro fator interferir nesse atrito, ocorrerá o patinamento da correia, com sérios danos a ela e risco de embuchamento.

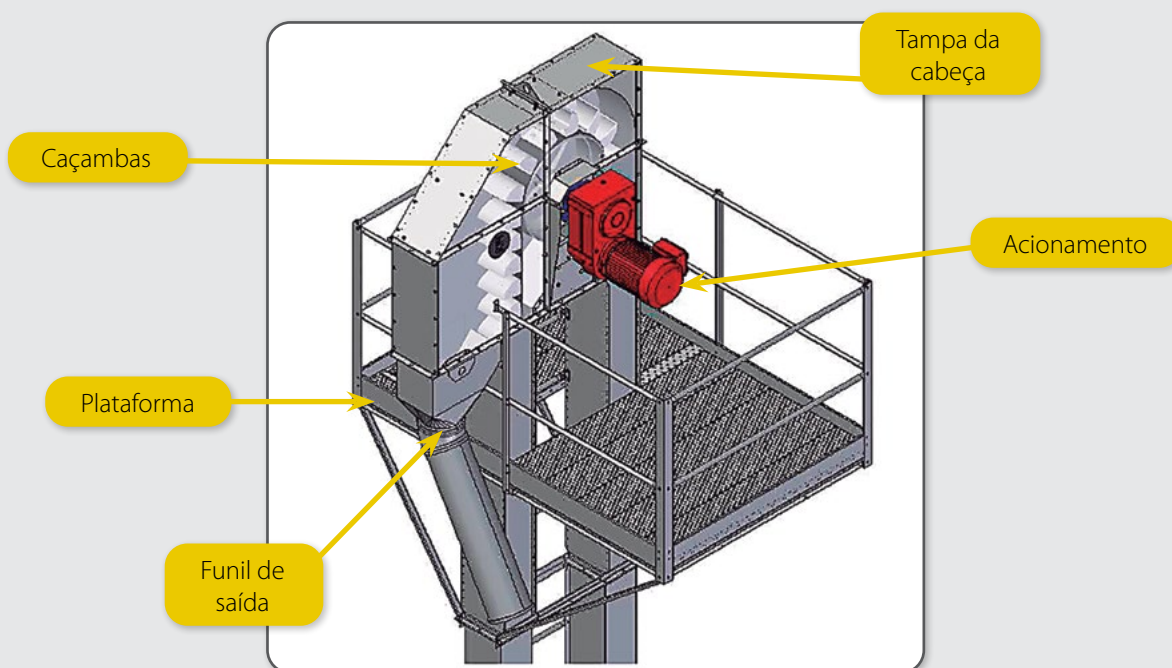
Cabeça de acionamento

Para realizar o movimento da correia com caçambas, precisamos de um conjunto de motor elétrico e um sistema de redução de velocidade (rotação).

Esse conjunto de acionamento é localizado na cabeça do elevador. Isso porque no tambor da cabeça é onde temos a maior tensão na correia que proporciona o atrito necessário para o movimento da correia com caçambas e grãos.

A cabeça, além de abrigar o tambor e acionamento, também serve para descarregar o produto das caçambas.

Figura 61 – Cabeça de acionamento típica de elevador de caçambas.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

O acionamento mostrado utiliza um motorreductor de eixo oco, que é a solução mais adotada atualmente para elevadores de médio e pequeno porte nas instalações de armazenagem.

Antigamente, utilizavam-se acionamentos com motor elétrico e um sistema de transmissão de velocidade com polias e correias em "V". Porém, com o desenvolvimento e barateamento de custo dos redutores de engrenagens, hoje em dia não se justifica mais o uso de polias e correias. E, tratando-se de redutores, a solução com motorreductor de eixo vazado torna-se bastante interessante na medida em que dispensa o uso de acoplamentos elásticos e bases para o conjunto de acionamento.

Porém, é comum que equipamentos dotados com esse tipo de acionamento, quando for necessário remover o motorreductor do eixo, ocorram dificuldades para sua remoção. Isso acontece principalmente quando existe algum problema de ajuste entre eixo e redutor, e também quando não são tomados os cuidados necessários na instalação.

Um cuidado essencial é a aplicação do lubrificante correto no eixo, antes de montar o redutor, sendo que o tipo de graxa que demonstra melhor resultado e não causa o engripamento é à base de lítio que possui coloração roxa.

O tambor de acionamento, é liso, e muitas vezes é revestido com uma camada de borracha para melhorar o atrito com a correia, sendo que o que define a necessidade de possuir esse revestimento é o dimensionamento e o cálculo do elevador. No entanto, mesmo em elevadores menores e de baixa capacidade é recomendável que o tambor seja emborrachado.

Também na cabeça normalmente existe uma plataforma de inspeção e manutenção, e o acesso a essa plataforma dá-se pela escada existente no corpo (calhas) do elevador.

A tampa superior que fecha a cabeça é removível e deve possuir um perfil que ajude a direcionar os grãos para o funil de descarga.

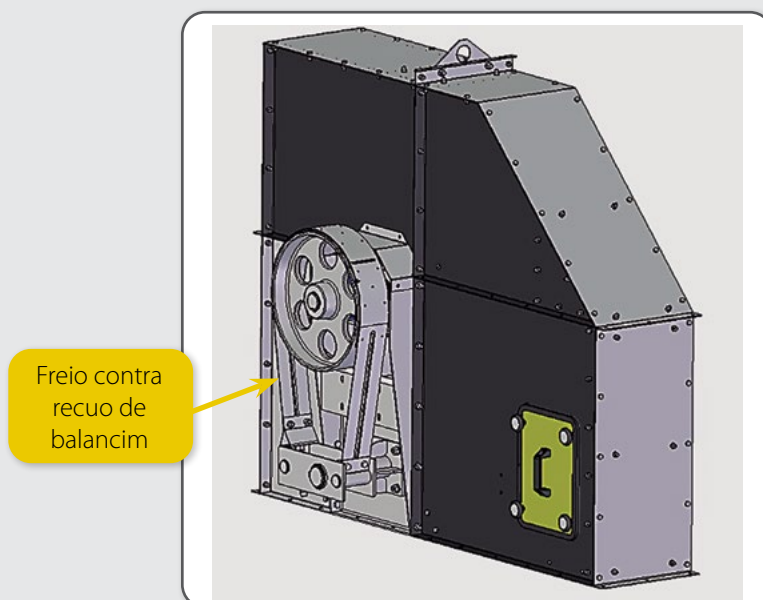
Na seção referente à operação dos elevadores, mostra-se a trajetória que os grãos percorrem durante a descarga e aborda-se melhor o porquê isso é importante.

Freio contra recuo

Um item de suma importância em um elevador de grãos é o sistema antirrecuo. Isso porque no caso de alguma pane no equipamento ou no caso de falta de energia elétrica, o peso do produto nas caçambas no lado ascendente faria a correia voltar (descer) nesse lado com grande velocidade. Para evitar que isso ocorra, é necessário utilizar um sistema de frenagem que impeça esse retorno nos referidos casos.

Basicamente, existem dois tipos de freio contra recuo. O mais antigo é um modelo instalado de forma independente do acionamento, que utiliza um sistema de balancim e lonas de freio atuando em um tambor externo como mostrado na Figura 62.

Figura 62 – Freio contra recuo de balancim.

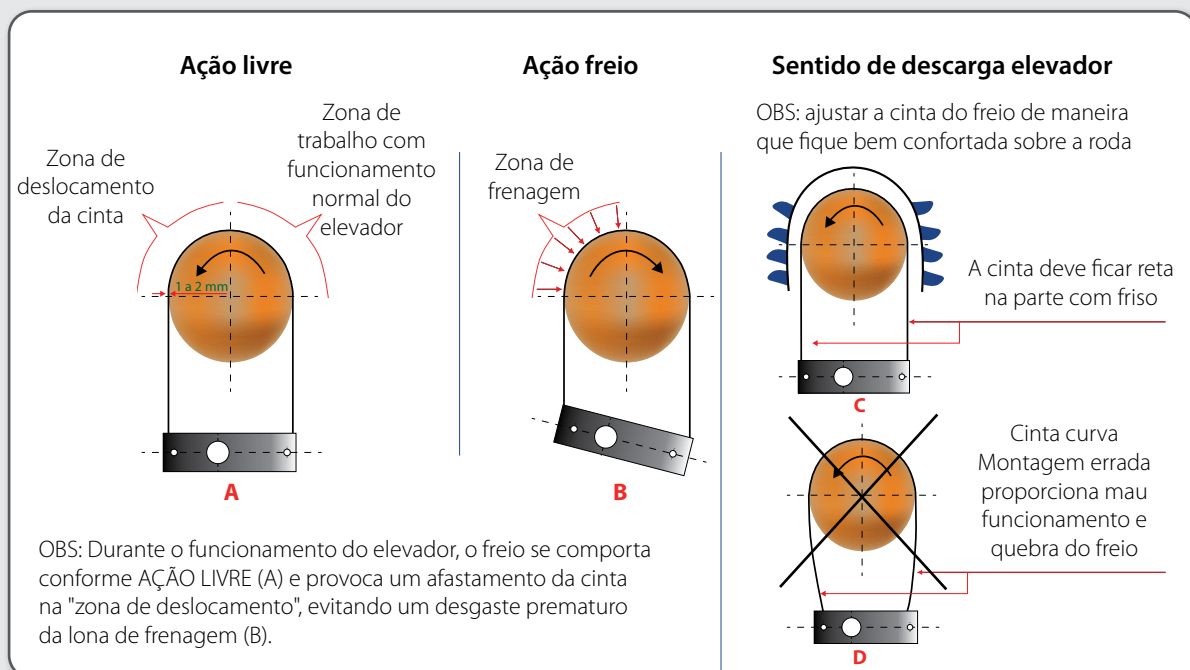


Fonte: Kepler Weber, 2013.

O tambor do freio onde atua a lona de frenagem é montado no próprio eixo do tambor superior, no lado oposto ao acionamento.

Na Figura 63, mostra-se o princípio de seu funcionamento e os cuidados que devem ser tomados para que realize sua função.

Figura 63 – Funcionamento do freio contra recuo de balancim.



Fonte: Sincronia design, 2016.

Esse sistema foi bastante utilizado por muitos anos e era um padrão de mercado até pouco tempo atrás, mas, com a adoção dos motorredutores, foi substituído por meios mais modernos e eficientes.

O segundo grupo de freios contra recuo são aqueles instalados no próprio sistema de acionamento, redutor ou motor. Nesse grupo, têm-se algumas variações, sendo uma alternativa o freio eletromagnético instalado no eixo do motor elétrico.

É um sistema que utiliza um disco de freio com pinças que prendem o eixo do motor sempre que ele estiver desligado, e ao se acionar o motor, um dispositivo eletromagnético libera o disco de freio e o motor pode girar livremente.

Quando a alimentação elétrica do motor é interrompida, as pinças voltam a prender o disco. É um sistema bastante eficiente e se aplica até médias potências. Uma vantagem do sistema é que após liberado o freio, o motor pode girar em qualquer um dos sentidos.

Isso evita transtornos em caso de alterações no sentido de giro do elevador devido a mudanças de *layout* da instalação e previne contra erros de projeto.

Uma desvantagem é que se a instalação elétrica não for realizada corretamente, ao acionar o motor, o freio não libera, podendo levar à queima do motor elétrico.

Outro modelo desse grupo é o contra recuo tipo catraca no próprio redutor. Esse sistema apresenta uma elevada capacidade de retenção pois impede que as engrenagens do redutor girem no sentido oposto ao desejado.

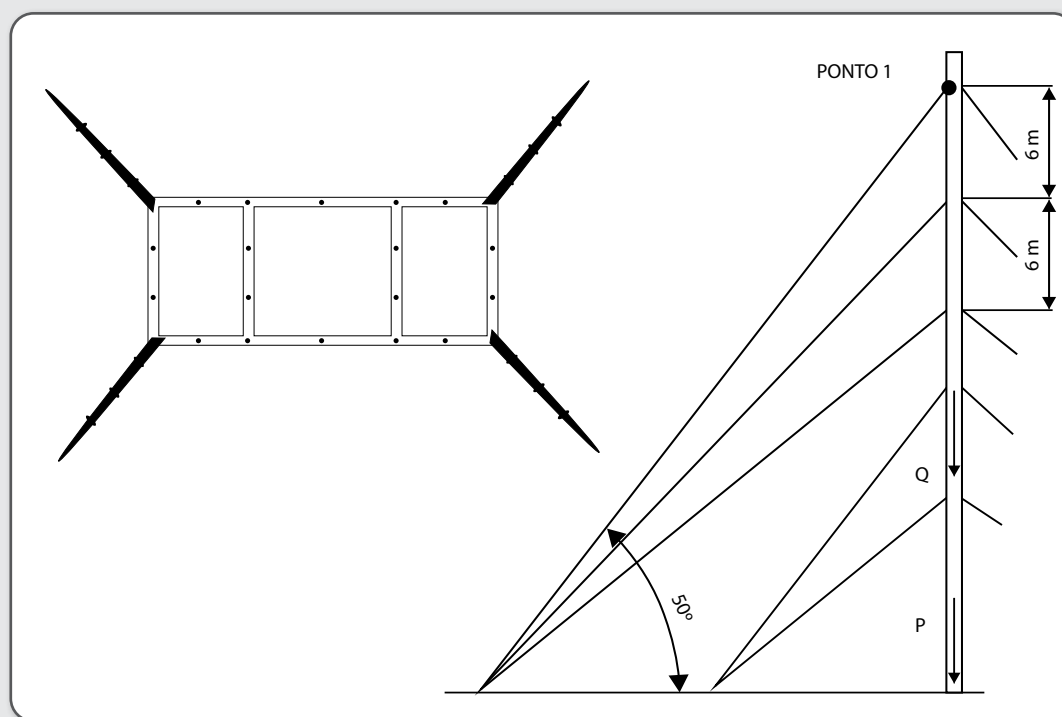
Porém, um inconveniente é que se, por algum motivo for necessário fazer a inversão do sentido de giro do tambor, precisará ser feita a desmontagem do contra recuo e reposiciona-lo no redutor para permitir que o eixo gire ao contrário.

Estaiamento

Apesar de não ser um componente do próprio elevador, na maioria das vezes está presente um sistema de estaiamento com cabos de aço. Ele é necessário devido ao fato de que os elevadores são estruturas muito esbeltas e, tendo em vista essa esbeltez e sua altura, não seria possível manter sua sustentação sem o auxílio de algum dispositivo estrutural adicional.

O estaiamento com cabos de aço consiste em uma série de tirantes colocados ao longo do corpo do elevador e que ficam com uma extremidade presa nas calhas do elevador e a outra presa ao solo ou em pontos de ancoragem.

Figura 64 – Esquema de estaiamento típico de um elevador de caçambas.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Observar que os cabos de aço devem estar posicionados de forma que resistam à ação do vento, independentemente da direção que ele ocorra.

Sensores

Nem todos os elevadores são dotados de sensores. São itens opcionais e, geralmente, em unidades de menor porte e equipamentos de menor capacidade não são utilizados.

No entanto, nos últimos anos vem crescendo a sua presença em elevadores de médio e principalmente grande porte.

Os principais sensores que podem equipar os elevadores são os seguintes:

- zero velocidade: indica se o equipamento parou de funcionar. Deve ser instalado **sempre** no eixo do pé do elevador. Isso porque pode ocorrer da correia romper ou patinar e o acionamento continuar funcionando. Nesse caso, a polia do pé vai parar e o sensor indicará essa situação anormal e desligará de forma automática todos os equipamentos do fluxo;
- desalinhamento da correia: acusa se a correia está desalinhando lateralmente. Existem vários tipos desses sensores, alguns realizam a leitura pela posição das caçambas, outros pela posição da própria correia e ainda pela posição das cabeças dos parafusos que prendem as caçambas. Serve para evitar que a correia ou que as caçambas raspem nas calhas ou em outras partes internas do pé e cabeça. Se houver desalinhamento, o sistema desliga o equipamento e os demais equipamentos do fluxo;
- embuchamento: são sensores de presença que indicam se há acúmulo de produto no pé ou na descarga do elevador. Caso ocorra um acúmulo anormal de produto, eles param o elevador e os demais equipamentos do fluxo antes que ocorra um embuchamento;
- temperatura de mancais: verificam a temperatura dos mancais de rolamento. São colocados nos quatro mancais, dois no eixo superior e dois no eixo inferior. Caso ocorra um aquecimento anormal, esses sensores indicarão e realizarão a parada do equipamento e interrupção de todo o fluxo.

4.2.2 Operação dos elevadores de caçambas

A seguir são apresentados os procedimentos recomendados para uma boa operação dos elevadores de caçamba.

Verificações iniciais

Antes de iniciar a operar com qualquer tipo de transportador, deve-se checar alguns pontos.



VERIFICAR

- estado geral do equipamento, verificando pontos de corrosão, alinhamento e prumo do equipamento, condições do estaiamento, entre outros;
- existência de corpos estranhos ou produto acumulado nos pontos de carga e descarga;
- giro do motor para o lado correto;
- funcionamento dos sistemas de freio ou contra recuo;
- existência de ruído estranho quando ligado em vazio;
- tensionamento dos cabos de estaiamento e seu estado geral de conservação, incluindo os grampos e sapatas;
- tensionamento da correia e presença de desgaste;
- presença de caçambas frouxas, deformadas ou soltas;
- funcionamento dos sensores de desalinhamento, embuchamento, rotação, entre outros.

Quadro de comando

Os transportadores de grãos não possuem quadro de comando próprio. O seu funcionamento é feito a partir do quadro geral (sinótico) apresentado na seção das canalizações.

Alimentação

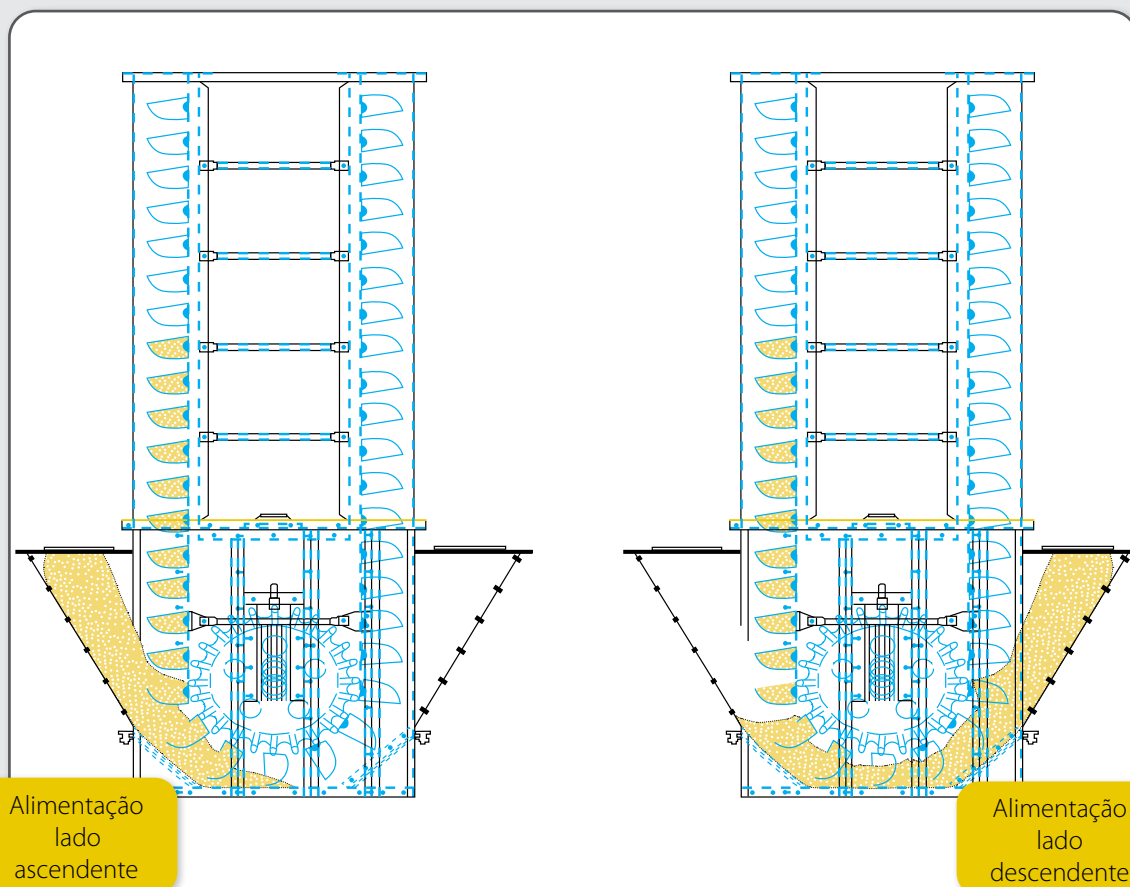
A alimentação de produto é fundamental para que o transportador alcance a sua capacidade nominal. No caso dos elevadores, ela é feita por meio das bicas laterais existentes no pé do elevador.

A alimentação pode ocorrer no lado “ascendente” ou no lado “descendente” da correia.

Se o equipamento foi bem projetado e o fluxo de chegada de produto não apresenta deficiência, a alimentação por qualquer um dos lados deverá permitir que o equipamento atinja sua capacidade nominal.

A alimentação pelo lado descendente tende a fornecer uma capacidade maior, mas salienta-se que, para um equipamento de boa qualidade e com alimentação adequada, qualquer um dos lados pode ser utilizado.

Figura 65 – Opções de alimentação de produto em um elevador de grãos.



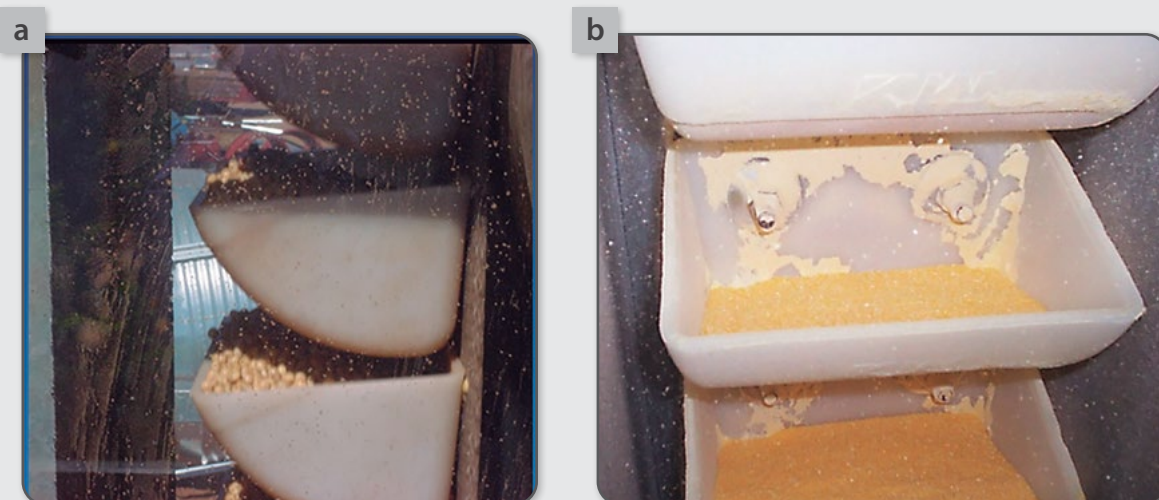
Fonte: Kepler Weber, 2013.

Para alguns produtos como arroz ou farelo, que possuem escoamento mais difícil, a alimentação pelo lado ascendente requer alguns cuidados especiais. O mesmo ocorre para os elevadores com caçambas furadas "HF".

Nesses casos, normalmente é necessário colocar uma peça especial para a alimentação, logo acima da bica de entrada e isso implica uma maior profundidade no poço do elevador.

De outra forma, se a alimentação ocorrer do lado descendente, esses problemas normalmente não ocorrem.

Figura 66 – Caçambas plásticas normais de alta capacidade e duas situações de enchimento.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

A Figura 66a, demonstra caçambas cheias de grãos. Já na Figura 66b, observa-se caçambas com enchimento parcial de farelo, que ilustra a maior dificuldade de alimentação com alguns tipos de produto sendo o farelo um deles.

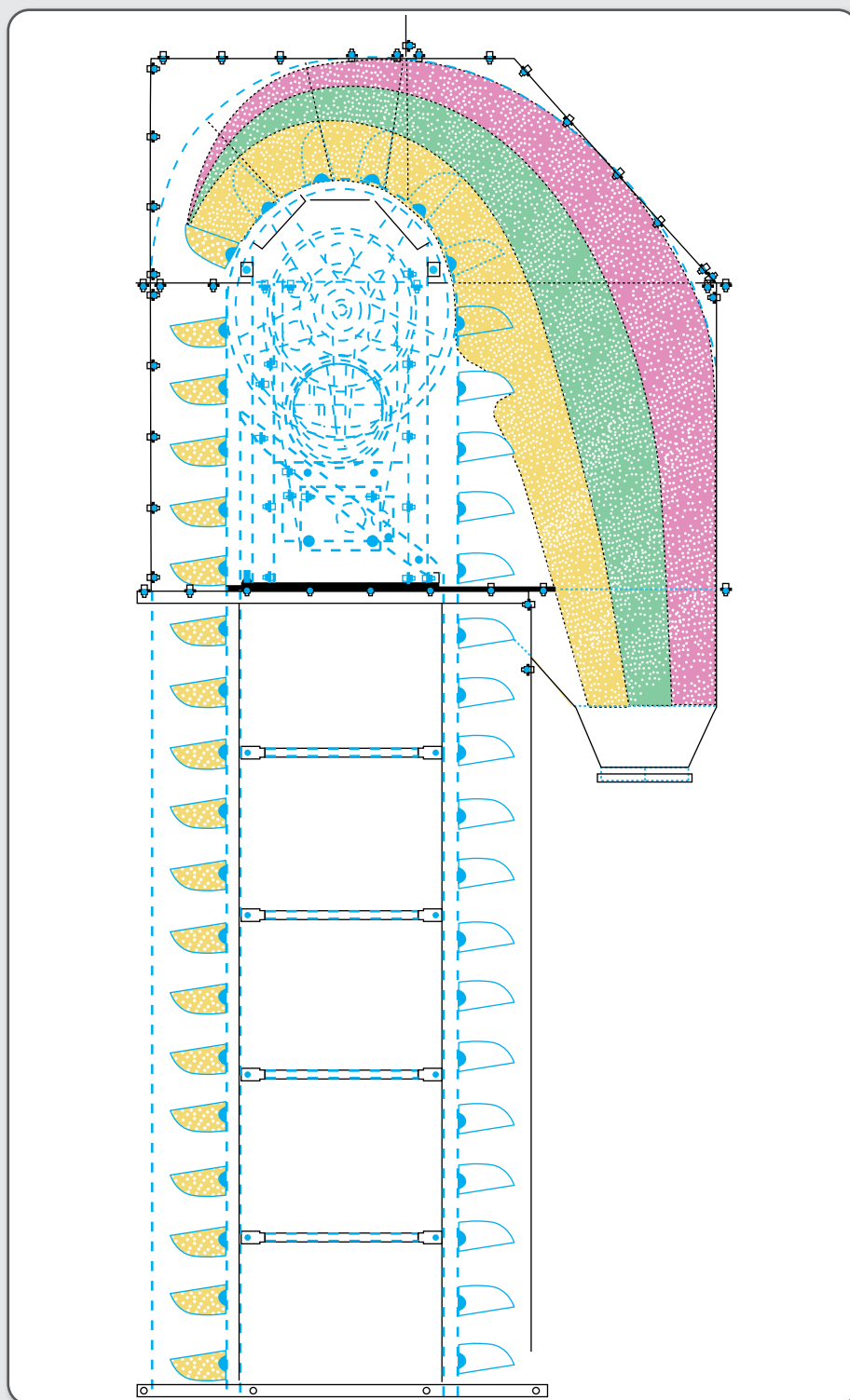
Descarga

Uma boa descarga do produto é fundamental para que o equipamento atinja sua capacidade nominal de transporte.

É importante salientar que os elevadores de grãos utilizam o princípio da descarga centrífuga. Isso significa que o produto quando chega no tambor da cabeça do elevador é lançado em direção à cobertura da cabeça.

O formato da cobertura é projetado de forma a direcionar o fluxo de grãos para o funil de saída.

Figura 67 – Trajetória do produto sendo descarregado.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

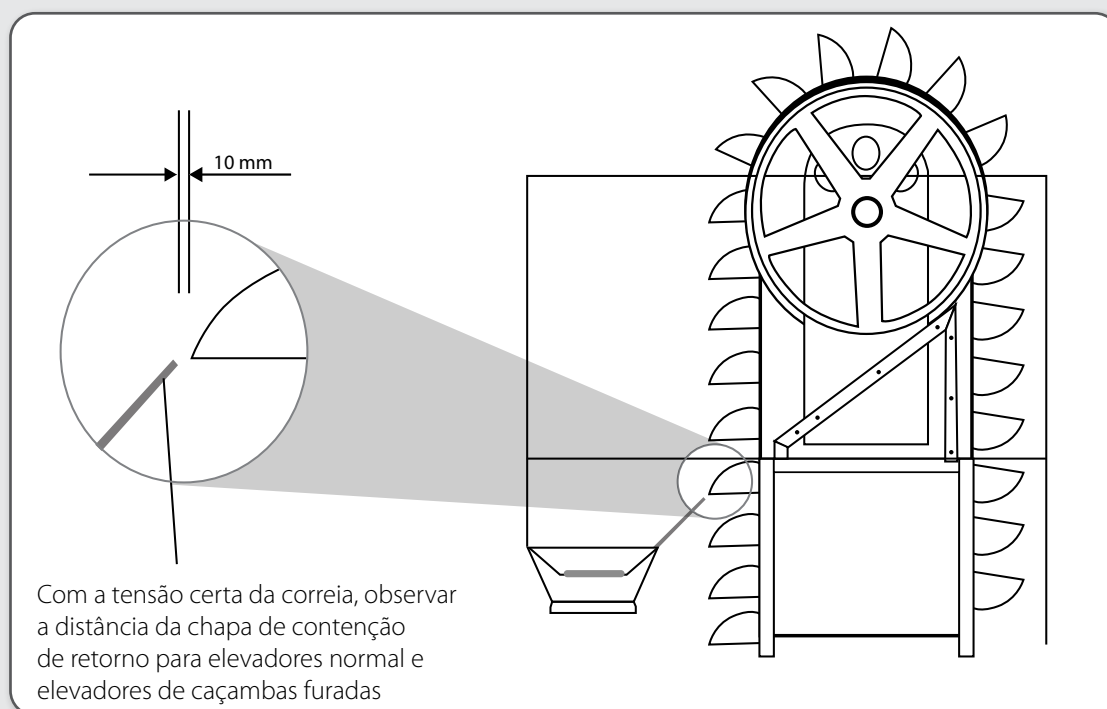
As cores vermelha e verde da Figura 67 representam a trajetória do produto em uma descarga centrífuga. Já a cor amarela representa a trajetória em uma descarga por gravidade.

Para produtos como sementes ou farelos deve ser utilizada uma menor velocidade de transporte e conseqüentemente a descarga será do tipo gravidade.

Regulagens iniciais

Antes de iniciar a operação do elevador, deve-se regular a chapa defletora existente no funil de descarga conforme mostrado na Figura 68.

Figura 68 – Chapa defletora da descarga.

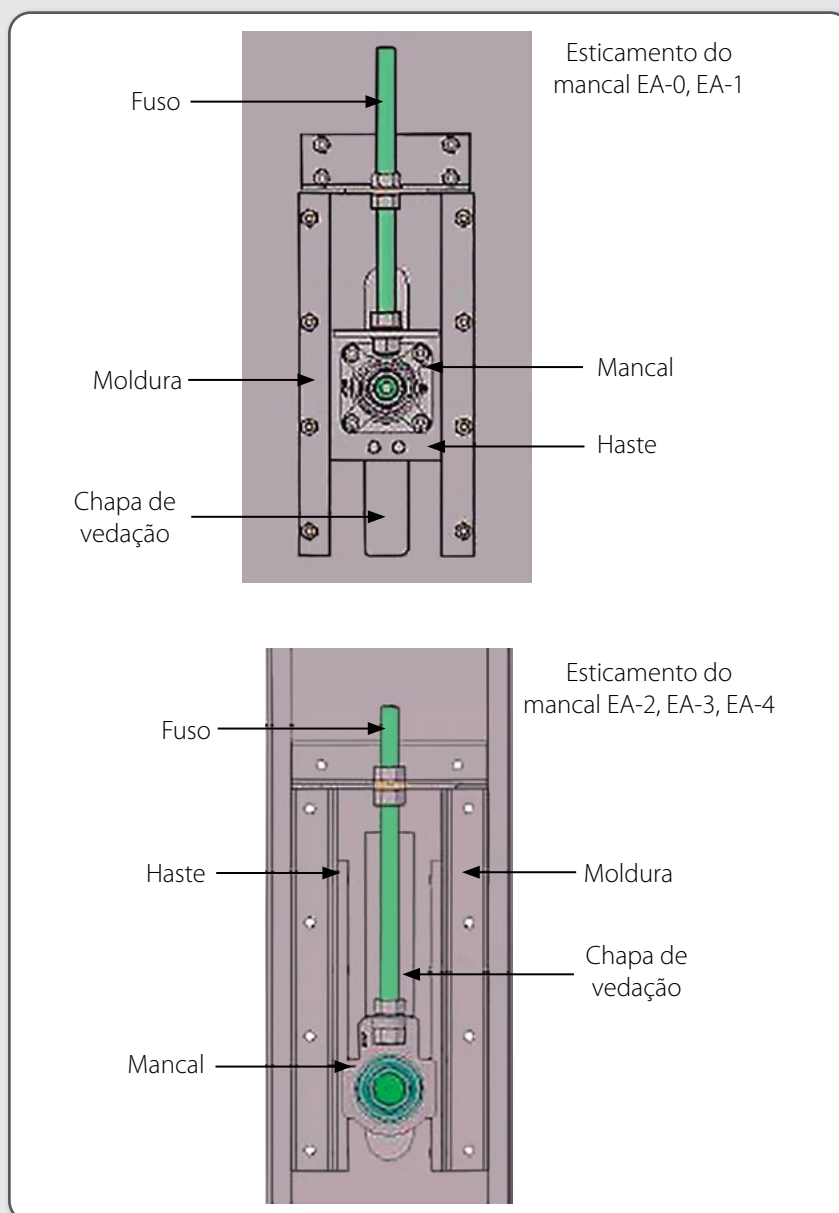


Fonte: Adaptado de Kepler Weber, 2013.

É importante observar que a regulagem dessa chapa defletora deve ser realizada com a emenda da correia nesse ponto. Isso porque a emenda "projeta" as caçambas alguns milímetros e, dessa forma, evita que elas raspem na chapa durante a operação.

A outra regulagem que deve ser realizada é o esticamento da correia. Essa regulagem é realizada pelos parafusos esticadores existentes no pé, um de cada lado.

Figura 69 – Detalhe de dois modelos de esticadores por parafuso no pé do elevador.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

O esticamento é importante por dois motivos. O primeiro é garantir o atrito necessário entre correia e tambor de acionamento que garanta a tração da correia com as caçambas e produto. O segundo é o alinhamento da correia.

Para conseguir um bom alinhamento, é imprescindível que todo o elevador esteja em prumo e o eixo superior do acionamento nivelado. E para conseguir esse alinhamento, algumas vezes é necessário que se coloque calços embaixo dos mancais do eixo do tambor. Isso porque o peso do acionamento faz com que toda a cabeça do elevador tenda a sair do prumo e, em certos, casos não se consegue deixá-la na posição ideal, então a alternativa para nivelar o tambor é a utilização desses calços.

Para realizar o esticamento da correia, atuar nos parafusos existentes em cada lado do pé, de forma gradual e uniforme, um pouco por vez.

Em princípio, o eixo do pé deverá ficar nivelado, mas pode ocorrer a necessidade de esticar mais um lado do que o outro em função de deixar a correia alinhada.

Fluxo de grãos

Após as verificações iniciais, pode-se iniciar a passagem de grãos pelas canalizações, desde que não observe nenhuma anormalidade. Para isso, é fundamental direcionar as válvulas existentes no fluxo como bifurcadas ou pendulares de forma que se obtenha o fluxo desejado.

Somente após concluir que todos os direcionadores estão posicionados de maneira correta deverá ligar os equipamentos. E, depois de ligar os transportadores correspondentes, procede-se à abertura dos registros no ponto de onde virão os grãos como moega, silos, entre outros.

A abertura dos registros, deve ser feita de forma gradual. Recomenda-se que abra no máximo 1/3 da lingueta do registro e verifique a intensidade do fluxo.

Se for constatado que o fluxo está abaixo da capacidade desejada, deve-se abrir mais o registro de forma gradual até atingir o desejado.

Com o tempo, o operador saberá qual a posição de abertura da lingueta corresponde à capacidade de fluxo desejado.

Automação

Os transportadores não possuem sistemas muito complexos de automação. O que normalmente é feito é a ligação em "cascata" dos transportadores e outros equipamentos do fluxo de modo que se ocorrer algum problema em um dos equipamentos os demais são imediatamente desligados.

O acionamento do motor se dá por intermédio do quadro central (sinótico) da unidade, mostrado na seção de canalizações.

A presença de sensores no transportador auxilia muito na questão da segurança de operação. O sensor de velocidade zero deveria ser padrão em todos os transportadores.

Ou seja, a automação fica limitada ao controle remoto dos motores, comando, direcionadores e registros da canalização, quando a unidade dispuser desse recurso.

Cuidados especiais

Um ponto de fundamental importância para o bom funcionamento dos elevadores de grãos é o prumo do elevador. Se o elevador não estiver no prumo, certamente ocorrerão problemas, como desalinhamento da correia e mau funcionamento em geral.

No Quadro 4, listam-se os problemas que normalmente podem ocorrer em um elevador, suas prováveis causas e soluções recomendadas.

Quadro 4 – Situações anormais em elevadores de grãos .

PROBLEMA	CAUSA PROVÁVEL	AÇÃO CORRETIVA RECOMENDADA
Elevador não parte	▪ Embuchamentos ▪ Presença de corpos estranhos ▪ Problemas elétricos	▪ Verificar pé, cabeça e calhas promovendo a retirada do produto. ▪ Verificar pé, cabeça e calhas promovendo a retirada do(s) objeto(s). ▪ Verificar quadro, ligações e alimentação de energia.
Elevador não dá a capacidade desejada	▪ Deficiência na alimentação ▪ Retorno de produto ▪ Desalinhamento da correia ▪ Restrições na descarga	▪ Verificar “embuchamentos” ou presença de corpos estranhos no pé. ▪ Verificar regulagem da chapa defletora. ▪ Verificar alinhamento e corrigir usando os fusos de esticamento no pé. ▪ Verificar “embuchamentos” ou presença de corpos estranhos na saída.
Retorno de produto	▪ Regulagem da chapa defletora ▪ Excesso de carga ▪ Restrições na descarga	▪ Regular a chapa defletora. ▪ Diminuir a alimentação. ▪ Verificar “embuchamentos” ou presença de corpos estranhos na saída.
Ruídos estranhos	▪ Desalinhamento da correia ▪ Presença de corpos estranhos ▪ Peças móveis danificadas	▪ Verificar alinhamento e corrigir usando os fusos de esticamento no pé. ▪ Verificar pé, cabeça e calhas promovendo a retirada do(s) objeto(s). ▪ Verificar rolamentos, eixos, tambores, acionamento, correia, entre outros.
Vibrações	▪ Desalinhamento da correia ▪ Peças móveis danificadas	▪ Verificar alinhamento e corrigir usando os fusos de esticamento no pé. ▪ Verificar rolamentos, eixos, tambores, acionamento, correia, entre outros.
Vazamentos de produto	▪ Vedações danificadas ▪ Excesso de carga ▪ Tampas e/ou portas de inspeção mal fechadas	▪ Verificar vedações das calhas, pé e cabeça. ▪ Reduzir quantidade de produto na entrada. ▪ Inspecionar todas as portas.
Desalinhamentos	▪ Tambor do pé desalinhado ▪ Tambor da cabeça desalinhado ▪ Calhas/elevador fora de prumo	▪ Verificar alinhamento e corrigir usando os fusos de esticamento no pé. ▪ Verificar alinhamento e corrigir usando calços embaixo dos mancais do acionamento. ▪ Verificar os estaiamentos e/ou travamentos do elevador.
Quebra frequente de componentes	▪ Desalinhamento da correia ▪ Peças móveis danificadas ▪ Excesso de carga ▪ Falta de manutenção preventiva	▪ Verificar alinhamento e corrigir usando os fusos de esticamento no pé. ▪ Verificar rolamentos, eixos, tambores, acionamento, correia, entre outros. ▪ Reduzir quantidade de produto na entrada. ▪ Ver item “manutenção”.

4.2.3 Correias transportadoras

São os transportadores utilizados para levar os grãos horizontalmente ou com pequenos ângulos de inclinação de um ponto a outro da unidade ou de um equipamento a outro.

São imprescindíveis em uma unidade armazenadora, pois são eles que interligam diversos tipos de equipamentos.

Normalmente, abastecem os elevadores que por sua vez elevarão os grãos e os entregarão para outro equipamento.

Também são utilizados para carregamento de silos, armazéns graneleiros, tulhas de expedição, entre outros.

Os principais representantes dessa família de transportadores são as correias transportadoras, os transportadores de corrente e as roscas transportadoras.

Na Figura 70, tem-se uma imagem de uma correia transportadora típica, instalada em um túnel subterrâneo.

Figura 70 – Correia transportadora de grãos.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Essa é uma aplicação muito utilizada para descarga de armazéns graneleiros ou baterias de silos.

Atualmente, a estrutura das correias transportadoras é de construção metálica e utilizam chapas e perfis de aço como matéria-prima principal, porém, em sua origem, há mais de cinquenta anos, elas possuíam componentes feitos de madeira.

Para suportar e transportar o produto, utiliza-se uma correia de borracha com lonas de tecido em seu interior, semelhante às correias utilizadas nos elevadores.

Assim como em outros equipamentos agrícolas, até algum tempo atrás o acabamento era com pintura, mas atualmente a maioria desses equipamentos utiliza acabamento galvanizado para aumentar sua durabilidade.

Por serem “abertas”, as correias são equipamentos que possuem restrições para utilização a céu aberto.

O ideal é que elas sejam instaladas em locais abrigados como túneis ou galerias metálicas fechadas.

Caso isso não seja possível e elas sejam instaladas a céu aberto, necessitam ser providas de uma cobertura de proteção.

Os modelos de correias transportadoras existentes no mercado seguem um padrão conforme a largura da correia em polegadas. As larguras mais usuais para correias agrícolas são: 12", 16", 20", 24" e 30", com capacidades de transporte que variam de 30 até 300 t/h, com comprimentos que chegam a 150 m ou mais.

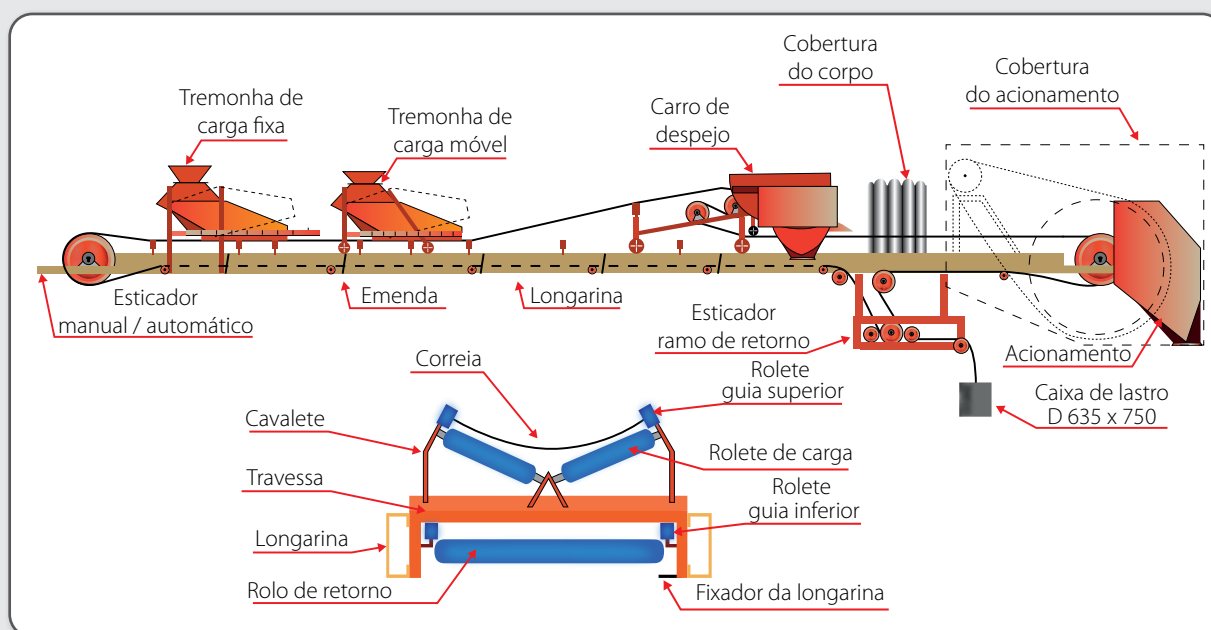
Apesar de normalmente serem utilizadas para transporte horizontal, as correias transportadoras admitem operar com pequenas inclinações, podendo chegar a um ângulo máximo de 12°. Porém, é preciso salientar que qualquer inclinação nesse equipamento resultará diminuição na sua capacidade de transporte.

Pode-se afirmar que as correias transportadoras são um dos equipamentos de transporte horizontal com menor consumo de potência específica.

A velocidade da correia depende basicamente do tipo de produto transportado, sendo que para grãos se utilizam velocidades em torno de 3,14 m/s e, para sementes, a velocidade fica próxima a 1,5 m/s.

Principais componentes de uma correia transportadora de grãos

Figura 71 – Principais componentes de uma correia transportadora típica.



Fonte: Adaptado de Kepler Weber, 2013.

Pé

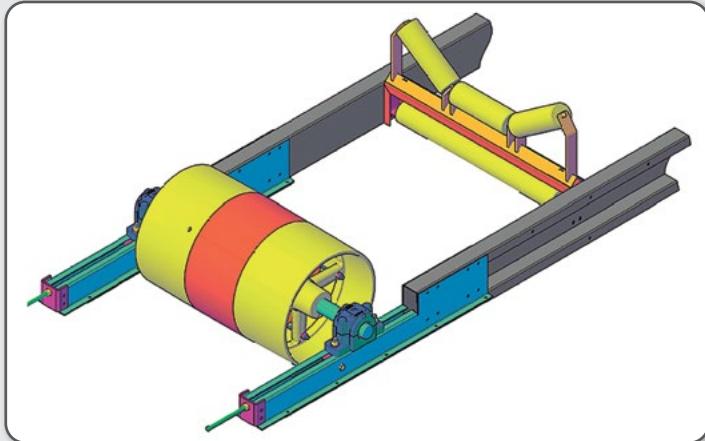
O pé da correia fica localizado na parte posterior do equipamento. Sua função é acomodar a polia de retorno, e também é no pé que se realiza o esticamento da correia por meio de parafusos esticadores ou contrapesos existentes para esse fim.

Na Figura 72, tem-se um detalhe do pé de uma correia transportadora com esticador tipo parafuso, em que é possível ver seus componentes.

Este tipo de esticamento é utilizado apenas nas correias mais curtas, normalmente até 50 m de comprimento.

A polia que faz o retorno da correia normalmente é lisa, ao contrário das polias gaiola dos elevadores.

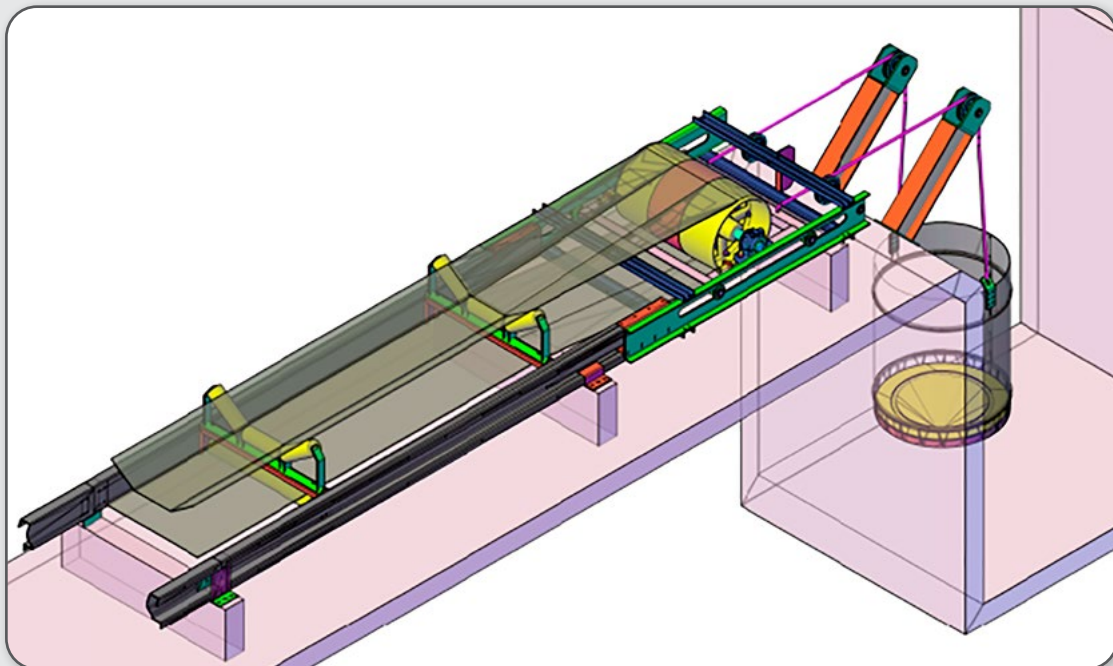
Figura 72 – Pé de uma correia transportadora com esticador manual.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

A Figura 73 mostra o pé de uma correia transportadora com esticador por contrapeso, que é utilizado em correias de médio comprimento, normalmente entre 50 e 100 m.

Figura 73 – Pé de uma correia transportadora com esticador automático.



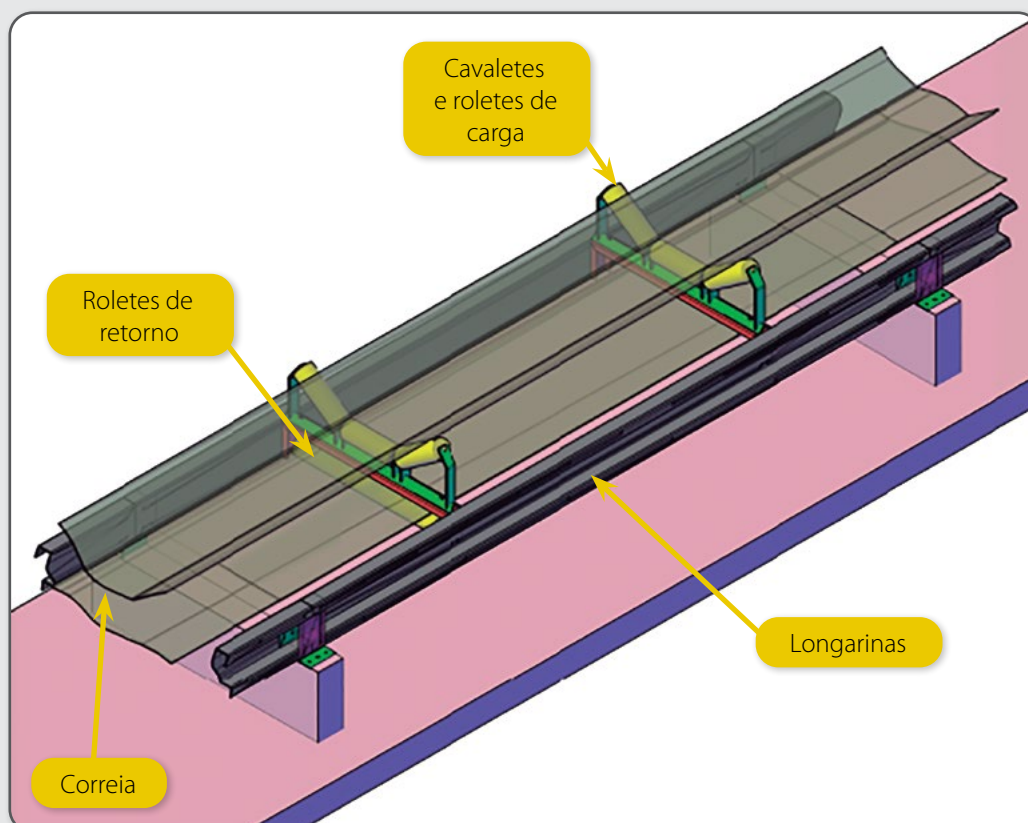
Fonte: Kepler Weber, 2013.

Corpo

O corpo de uma correia transportadora agrícola é composto por longarinas paralelas, as quais suportam os demais componentes, como cavaletes, roletes, tambores, acionamento, carros de carga e despejo, entre outros, salienta-se que existem outras formas construtivas, mas, como esse é um padrão de mercado, este manual se aterá a esse modelo.

As longarinas são também componentes estruturais, sendo que nos modelos convencionais necessitam de apoio normalmente a cada 3,0 m.

Figura 74 – Seção típica de corpo de uma correia transportadora agrícola com seus componentes principais.



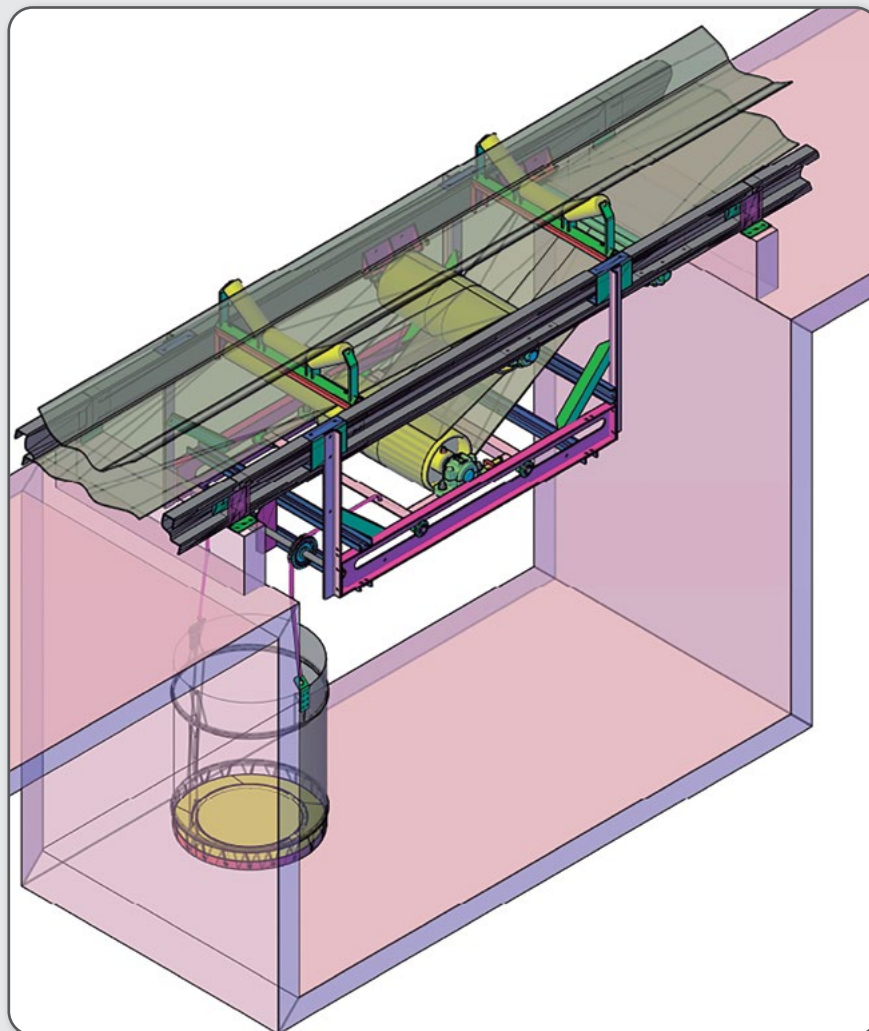
Fonte: Kepler Weber, 2013.

Existem as longarinas padrão com 3,0 m de comprimento, e as longarinas de ajuste mais curtas que servem para compor o comprimento desejado.

Para transportadores mais longos, acima de 100 m de comprimento, é necessário utilizar um sistema de esticamento automático no ramo de retorno da correia.

Esse esticador é posicionado o mais próximo possível da cabeça de acionamento, e um exemplo dele pode ser visto na Figura 75.

Figura 75 – Esticador ramo retorno.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

O esticador é composto por um “carrinho” com tambor pelo qual passa o ramo de retorno da correia, e que desliza em uma estrutura adicional colocada embaixo das longarinas, sendo que a tensão do esticamento é dada por um tambor de contrapeso ligado a esse carrinho.

Nesses casos, as longarinas do corpo são especiais e muitas vezes necessitam ser reforçadas.

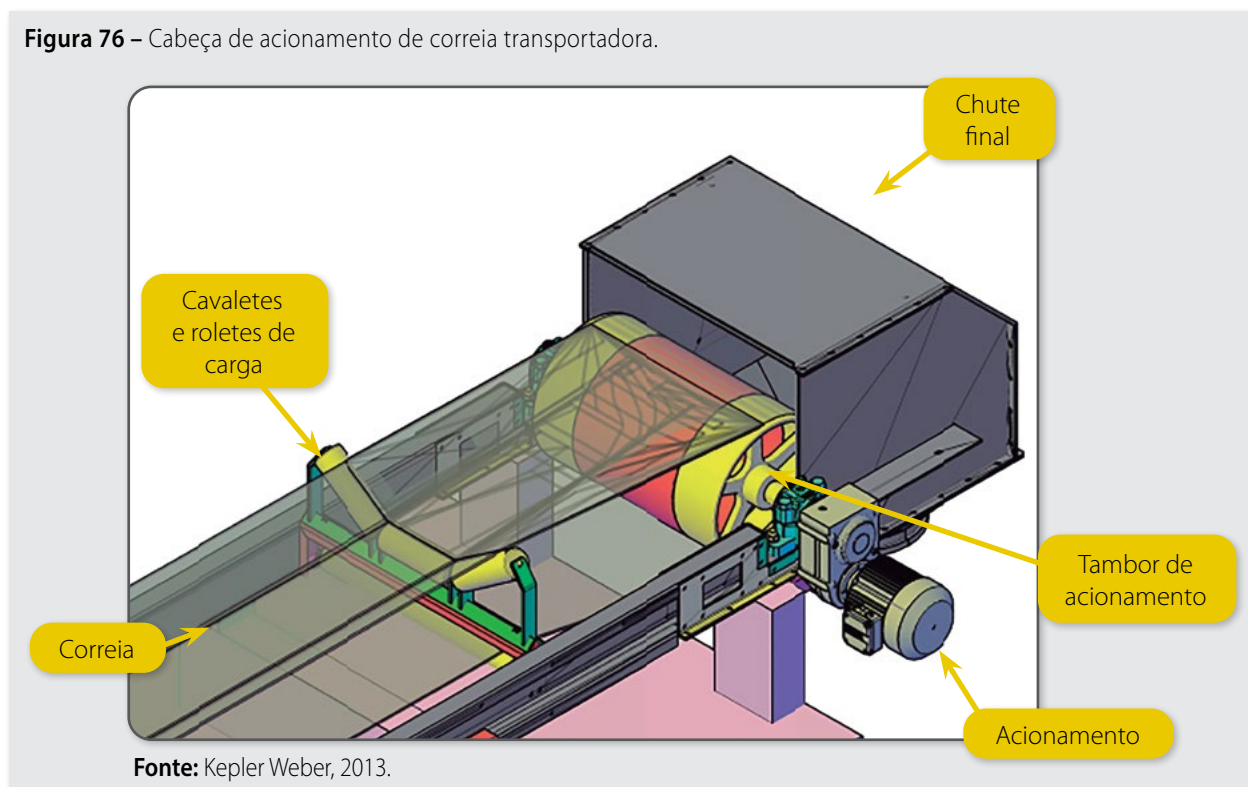
O esticamento no ramo de retorno é normalmente utilizado em conjunto com esticamento por contrapeso no pé, de forma a garantir as tensões necessárias na correia.

Cabeça com acionamento

Para realizar o movimento da correia e do produto sobre ela, é necessário um conjunto de acionamento que é composto por um motor elétrico e um sistema de redução de velocidade (rotação).

Esse conjunto de acionamento é localizado na cabeça da correia por ser esse ponto onde há a maior tensão, e assim consegue-se o maior atrito entre tambor e correia, necessário para promover o movimento.

Na Figura 76, vê-se uma cabeça típica de correia transportadora com seus principais componentes.



O acionamento ilustrado na Figura 76 utiliza um motorreductor de eixo vazio.

Essa é a solução mais adotada atualmente para correias transportadoras de médio e pequeno porte nas instalações de armazenagem.

Antigamente, utilizavam-se acionamentos com motor elétrico e um sistema de transmissão de velocidade com polias e correias em "V".

Com o desenvolvimento e barateamento de custo dos redutores de engrenagens, hoje em dia não justifica mais o uso de polias e correias.

A solução mais adotada atualmente com motorreductor de eixo vazio se torna bastante interessante na medida em que dispensa o uso de acoplamentos elásticos e bases para o conjunto de acionamento, elementos necessários quando utiliza um redutor de eixo maciço separado do motor e do eixo do equipamento.

É comum que equipamentos dotados com esse tipo de acionamento apresentem dificuldade para remoção do motorreductor do eixo. Isso acontece principalmente quando existe algum problema de ajuste entre eixo e redutor, e também quando não são tomados os cuidados necessários na instalação.

Um cuidado essencial é a aplicação do lubrificante correto no eixo, antes de montar o redutor, sendo que o tipo de graxa que demonstra melhor resultado e não causa o engripamento é à base de lítio, que possui coloração roxa.

O tambor de acionamento é liso e pode possuir emborrachamento para melhorar o atrito com a correia.

O que define a necessidade de possuir esse revestimento é o cálculo do transportador.

No entanto, mesmo em correias curtas e de baixa capacidade é recomendável que o tambor seja emborrachado.

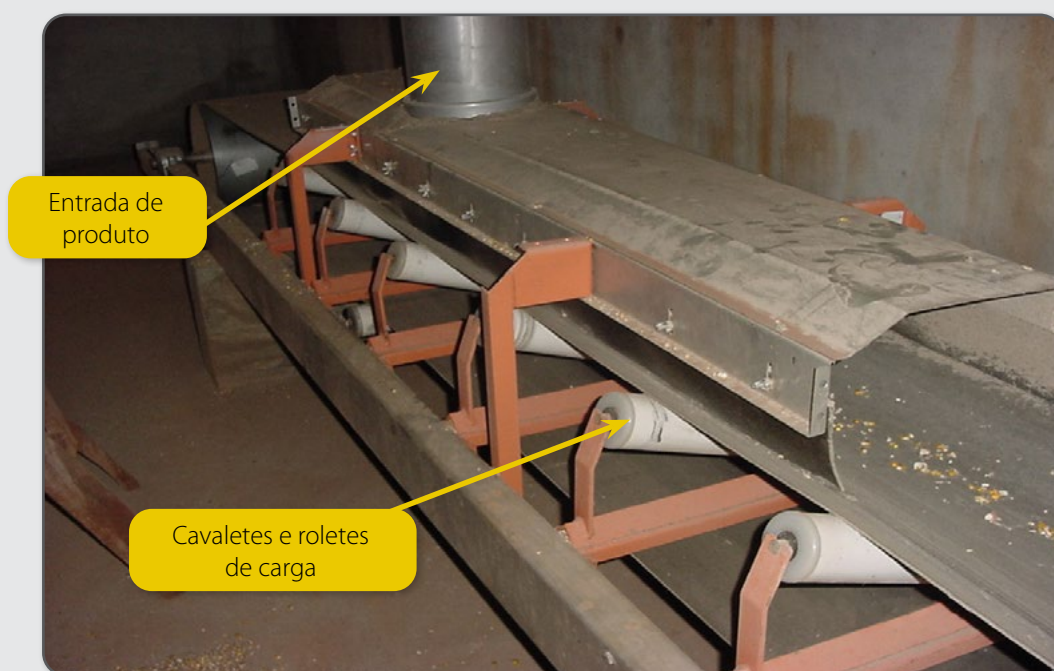
Na cabeça, tem-se uma peça denominada "chute final" que recebe os grãos da correia e os direciona para o funil de saída.

Calha de carga

Nos pontos em que são realizados o carregamento de produto na correia, é necessário ter uma peça especial que direcione o produto e impeça que os grãos respinguem para fora da correia.

Um modelo de peça com essa finalidade é a calha de carga. Ela é utilizada normalmente onde há vários pontos de abastecimento próximos um do outro, ou quando se deseja abastecer em mais de um ponto simultaneamente.

Figura 77 – Calha de carga contínua típica de uma correia agrícola.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

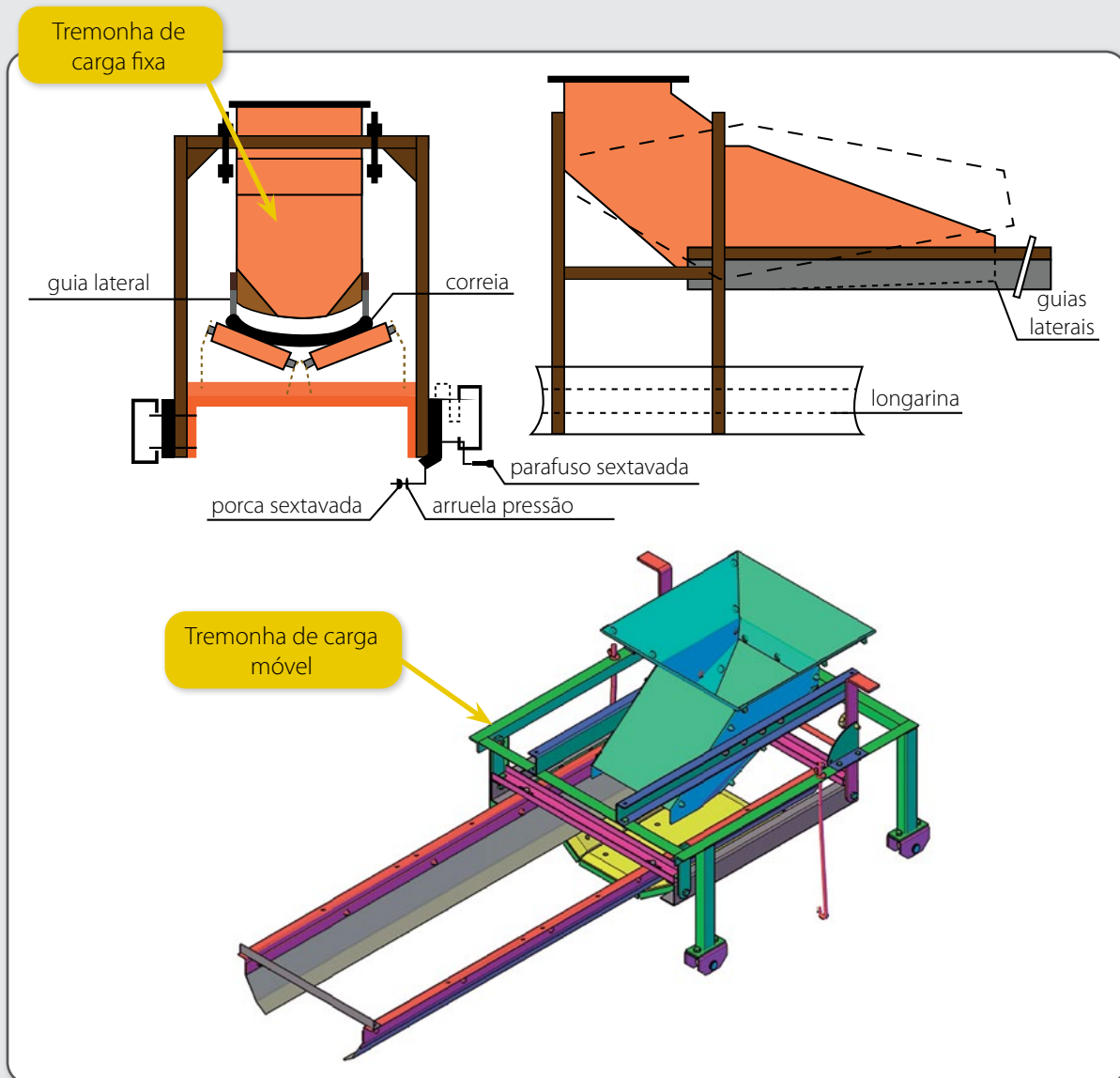
Pode-se observar na Figura 77 que os cavaletes de carga ficam bem mais próximos uns dos outros do que ao longo do corpo da correia.

A distância recomendada entre os cavaletes nesse ponto é de 400 mm.

Tremonha de carga (fixa e móvel)

Para realizar a carga da correia em pontos isolados, é utilizada a tremonha de carga, que pode ser fixa, quando for apenas um ponto de carga, ou móvel, para poder atender a vários pontos de carga não simultâneos.

Figura 78 – Tremonhas de carga fixa e móvel.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

A tremonha de carga móvel deve possuir um sistema de travamento para que não se desloque quando a correia for acionada.

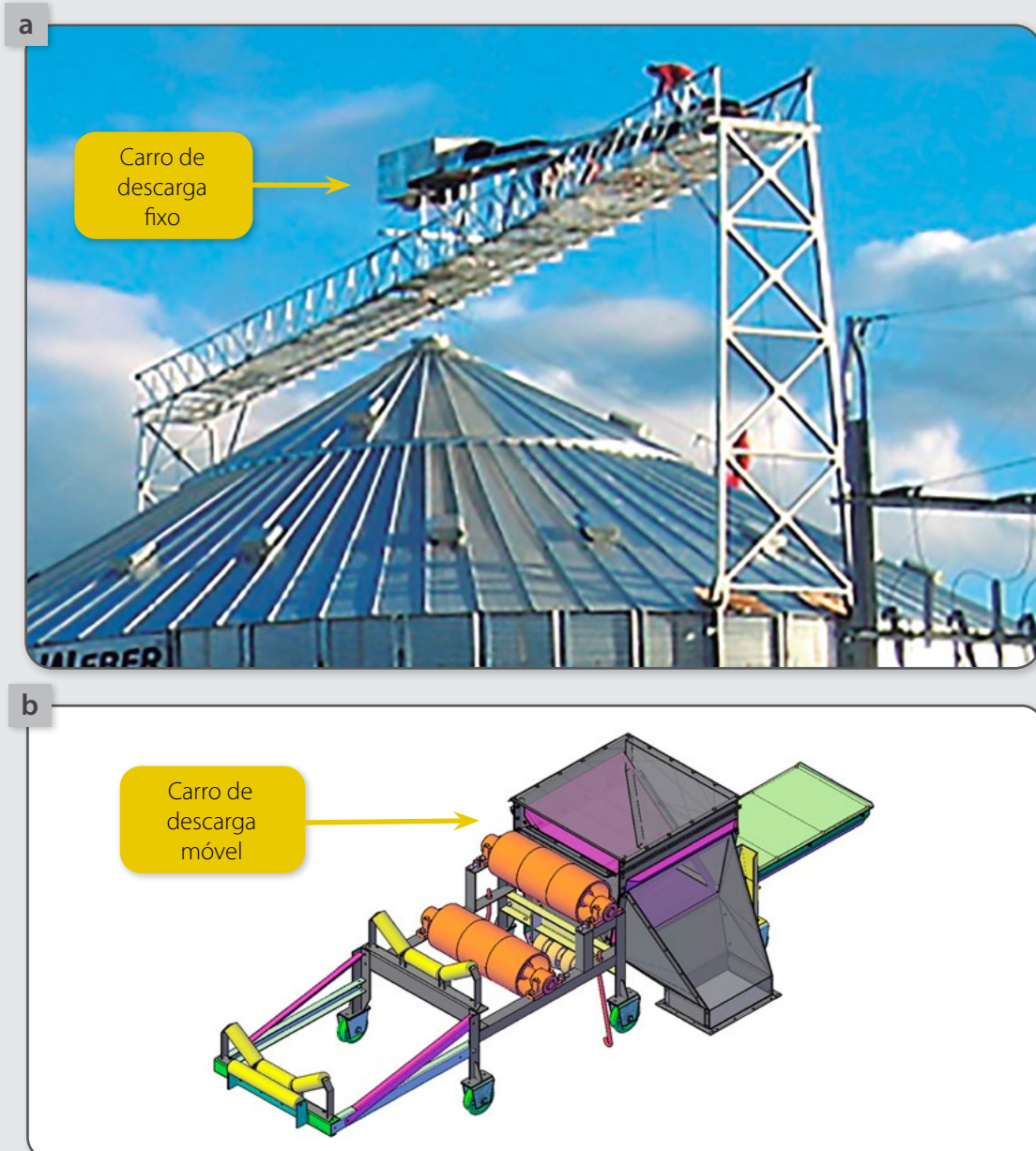
Carros de descarga

Uma das grandes limitações das correias transportadoras é a dificuldade em realizar descargas intermediárias de produto.

Diferentemente de outros transportadores horizontais, quando realizar descargas intermediárias nas correias transportadoras, é necessário um dispositivo especial denominado de carros ou *tripper* de descarga.

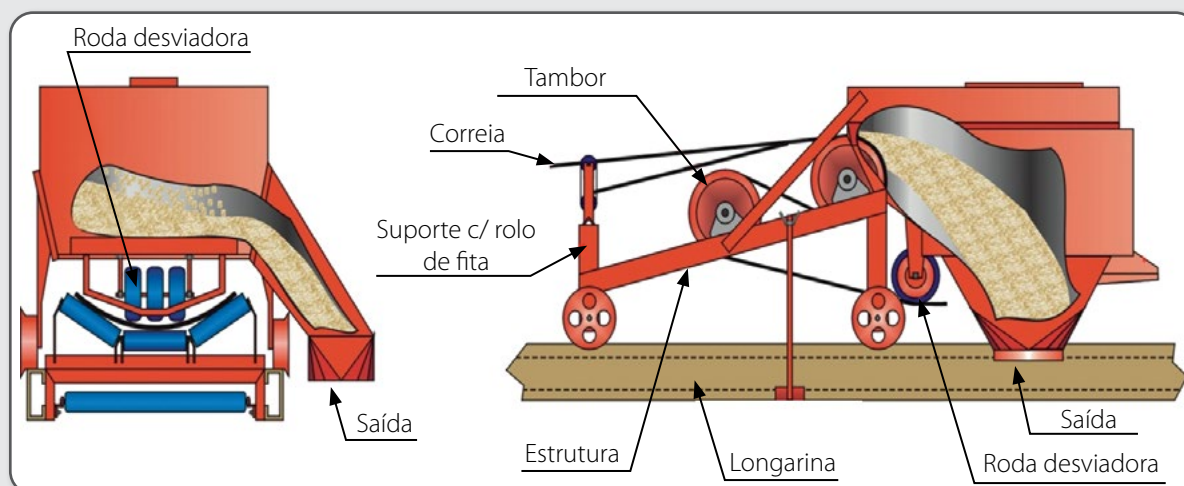
Assim como as tremonhas de carga, os *trippers* também podem ser fixos ou móveis. Os fixos são utilizados quando se tem apenas um ponto de descarga intermediária e este tem posição definida. O carro de descarga móvel, por sua vez, é utilizado quando se deseja realizar a descarga em pontos variados ao longo do comprimento do transportador.

Figura 79 – Carro de despejo fixo (a) e carro de despejo móvel (b).



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Figura 80 – Detalhe de como ocorre a descarga do produto em um carro de despejo.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

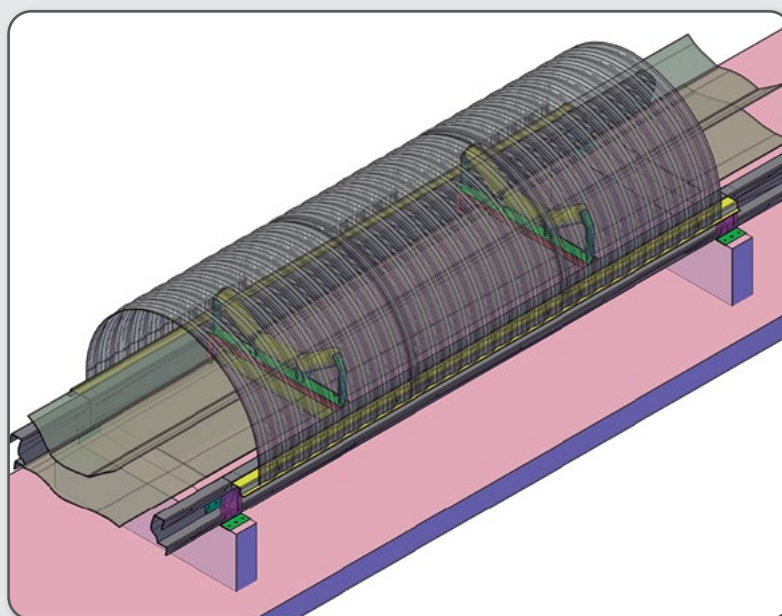
Assim como nas tremonhas de carga móveis, quando o carro de despejo for móvel, é necessário realizar o travamento sobre as longarinas para que ele não se desloque com o movimento da própria correia.

Cobertura

Se a correia transportadora for instalada a céu aberto é necessário protegê-la, assim como o produto transportado. Para isso, existem coberturas metálicas que são instaladas sobre o corpo da correia e seus acessórios.

A Figura 81 mostra um detalhe típico dessa cobertura.

Figura 81 – Cobertura em correia transportadora.



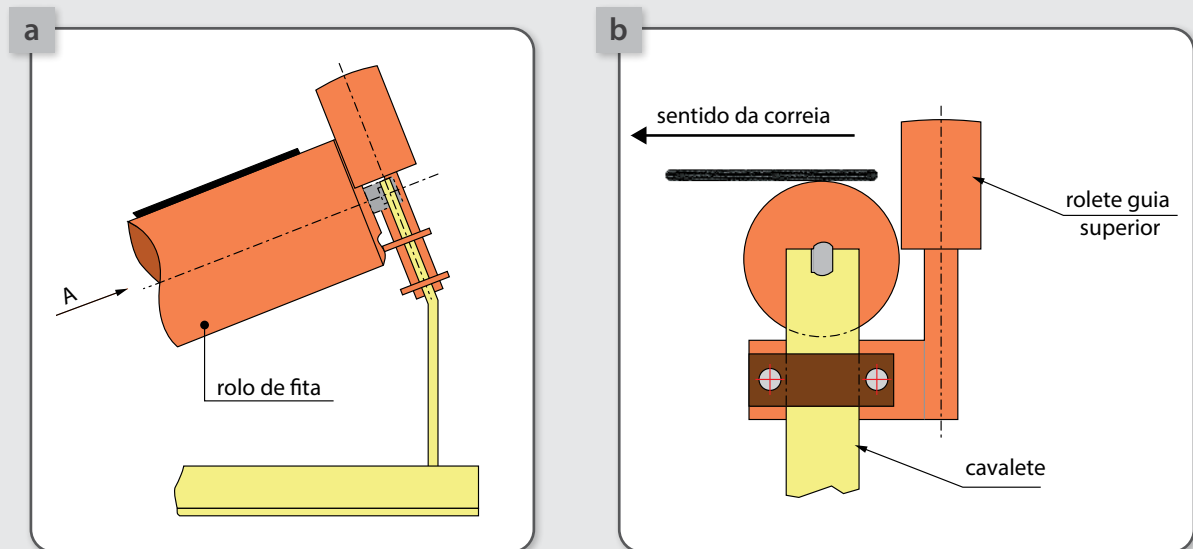
Fonte: Kepler Weber, 2013.

Roletes de alinhamento

É natural que a correia, mesmo estando devidamente alinhada, saia um pouco da trajetória normal. Isso pode ocorrer por vários motivos como alterações na intensidade da carga, diferença de atrito nos vários roletes de carga e retorno, entre outros.

Para auxiliar a manter a correia alinhada, são utilizados pequenos roletes fixados nas longarinas e que denominamos "roletes guia".

Figura 82 – Rolete guia superior em duas vistas, frontal (a) lateral (b).



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Peças semelhantes são utilizadas no ramo inferior de retorno da correia para alinhamento do ramo de retorno.

4.2.4 Operação das correias transportadoras

A seguir, são apresentados os procedimentos recomendados para uma boa operação das correias transportadoras.

Verificações Iniciais

Antes de iniciar a operar com qualquer tipo de transportador é necessária uma inspeção geral, nas correias transportadoras deve-se verificar alguns pontos.



VERIFICAR

- estado geral do equipamento, pontos de corrosão, alinhamento e prumo do equipamento, condições do estaiamento, entre outros;
- existência de corpos estranhos ou produto acumulado nos pontos de carga e descarga;
- giro do motor para o lado correto;
- funcionamento dos sistemas de freio ou contra recuo (se houver);

- existência de ruído estranho quando ligado em vazio;
- tensionamento das correias e se os esticadores apresentam-se livres;
- existência de roletes travados ou girando com dificuldade;
- deslocamento do sistema de descarga móvel (tripper, se houver);
- funcionamento dos sensores de desalinhamento, embuchamento, rotação, entre outros.

Quadro de comando

Os transportadores de grãos não possuem quadro de comando próprio. O seu funcionamento é feito a partir do quadro geral (sinótico) apresentado na seção das canalizações.

Alimentação

A alimentação das correias pode ser realizada, em princípio, em qualquer ponto do corpo.

De acordo com a necessidade, devem ser usadas as peças mais adequadas a cada situação. Essas peças são as calhas contínuas ou tremonhas de carga.

Nunca deve alimentar a correia diretamente sem a utilização de um desses acessórios.

Para as correias agrícolas, a distância mínima entre o ponto de alimentação e o rolo de retorno do pé deve ser de 600 mm.

Figura 83 – Tremonha de carga móvel em operação.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Descarga

O descarregamento dos grãos em uma correia transportadora pode ocorrer ao final desta, por meio do chute final, ou pode ser realizada em pontos intermediários ao longo do seu comprimento.

Para descargas em pontos intermediários é necessário utilizar um dispositivo denominado carro de despejo ou *tripper*. Esses carros de despejo podem ser fixos ou móveis, conforme a necessidade do projeto.

A Figura 84 mostra uma correia transportadora realizando a carga de um armazém graneleiro e observa-se a existência de vários pontos de descarga. Esse é um caso típico onde se utiliza um carro de despejo móvel.

Figura 84 – Correia transportadora abastecendo armazém.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Se ocorrer alguma obstrução ou embuchamento na saída dos grãos, certamente ocorrerá um transbordamento da correia e derramamento de grãos.

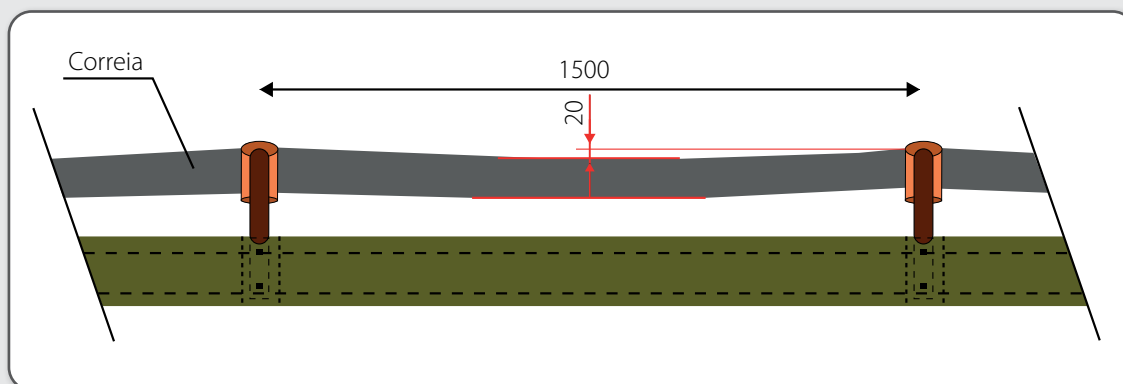
Regulagens iniciais

Antes de iniciar a operação da correia, deve-se verificar o seu esticamento, que deve ser realizado pelos parafusos esticadores existentes no pé, um de cada lado, ou pelo peso colocado nas caixas de lastro. Estas podem estar localizadas no esticador ramo de retorno.

A quantidade de peso que deve ser colocada é definida pelo fabricante da correia e leva em conta fatores como largura da correia, capacidade, comprimento, acessórios, pontos de carga e descarga, entre outros.

Na Figura 85 observa-se uma regra prática para saber se a correia está com esticamento adequado.

Figura 85 – Verificação da tensão da correia.

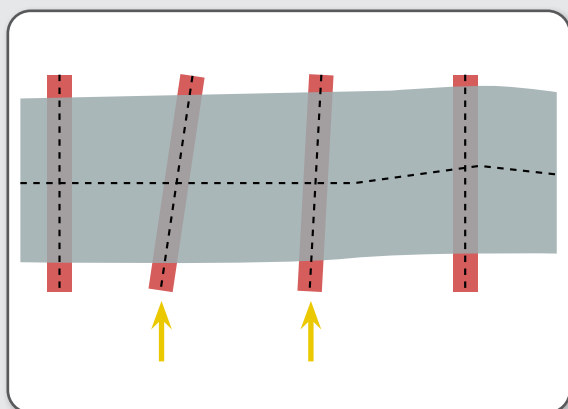


Fonte: Kepler Weber, 2013.

A Figura 85 mostra que a correia esticada deve ficar com uma flecha aproximada de 20 mm no meio do vão entre os roletes de carga. Se a correia estiver com mais de 20 mm de flecha, deve-se aumentar o esticamento apertando os parafusos do esticador no pé ou colocando mais peso nas caixas de contrapeso conforme o tipo de esticador existente. Se houver flechas menores que 20 mm, deve-se aliviar o esticamento.

Deve-se fazer um alinhamento inicial com as correias trabalhando a vazio, sendo que, alinhamento definitivo só será possível com a passagem de produto.

Figura 86 – Correia desalinhada e indicação de onde se deve atuar.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

A forma de alinhar a correia é enviesando os cavaletes de carga no ponto ou região onde estiver ocorrendo o desalinhamento.

Consegue-se isso "batendo" os cavaletes de carga de forma a deixar um lado mais "adiantado" em relação ao outro lado.

Fluxo de grãos

Após as verificações iniciais, pode-se iniciar a passagem de grãos pelas correias transportadoras, desde que não observe nenhuma anormalidade. Para isso, é fundamental direcionar as válvulas existentes no fluxo como bifurcadas ou pendulares de forma que se obtenha o escoamento desejado.

Somente após concluir que todos os direcionadores estão posicionados de maneira correta deverá ligar os equipamentos. E, por último, procede-se à abertura dos registros no ponto de onde virão os grãos como moega, silos, entre outros.

A abertura dos registros, deve ser feita de forma gradual. Recomenda-se que se abra no máximo 1/3 da lingueta do registro e se verifique a intensidade do fluxo.

Se for constatado que o fluxo está abaixo da capacidade desejada, deve-se abrir mais o registro de forma gradual até atingir o desejado.

Com o tempo, o operador saberá qual a posição de abertura da lingueta corresponde à capacidade de fluxo desejado.

4.2.5 Transportadores de corrente

São os transportadores utilizados para levar os grãos horizontalmente de um ponto a outro da unidade ou de um equipamento a outro.

Figura 87 – Transportador de corrente típico.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Transportadores de correntes são compostos de uma caixa metálica fabricada em chapas e perfis de aço e internamente possuem uma corrente que é arrastada pelo fundo do transportador e que realiza o transporte dos grãos.

O movimento da corrente é obtido por meio de uma engrenagem dentada existente na cabeça do equipamento. Para o retorno da corrente no pé, utiliza-se normalmente uma roda lisa.

Ao contrário das correias, os transportadores de corrente podem ser instalados a céu aberto, sem necessitar de proteção adicional.

Uma grande vantagem desses transportadores é que se pode realizar a saída do produto em qualquer ponto de seu comprimento, com exceção do pé. Para isso, basta cortar o fundo da caixa no local desejado e colocar um registro e um funil de saída.

Os modelos de transportadores de corrente existentes no mercado seguem um padrão conforme a largura interna (em milímetros) da caixa.

As larguras mais usuais são de 160 mm, 200 mm, 250 mm, 280 mm, 315 mm e 400 mm.

As capacidades de transporte variam de 40 a 240 t/h e comprimentos que chegam a 70 m nos modelos mais estreitos e até 40 m nos mais largos. Isso não significa que é impossível fabricar transportadores de corrente maiores que isso.

O que ocorre é que, devido à elevada tração e o elevado torque necessário para o acionamento, comprimentos acima dos recomendados começam a tornar o equipamento economicamente inviável. Recomenda-se que esses equipamentos não deveriam ultrapassar 30 m de comprimento. Para vencer distâncias maiores que essa, uma solução seria colocar mais de um transportador em sequência.

Apesar de normalmente serem utilizadas para transporte horizontal, as correias transportadoras admitem operar com pequenas inclinações, podendo chegar a um ângulo máximo de 6°.

Porém, devemos salientar que qualquer inclinação nesse equipamento resultará uma diminuição na sua capacidade de transporte.

Como o transporte dos grãos dentro do transportador é realizado pelo atrito entre eles, qualquer pequena inclinação causará um "escorregamento" dos grãos e consequente perda de capacidade ou até embuchamentos.

Diferentemente das correias transportadoras, os transportadores de corrente são equipamentos de transporte horizontal que possuem um consumo de potência mais elevado.

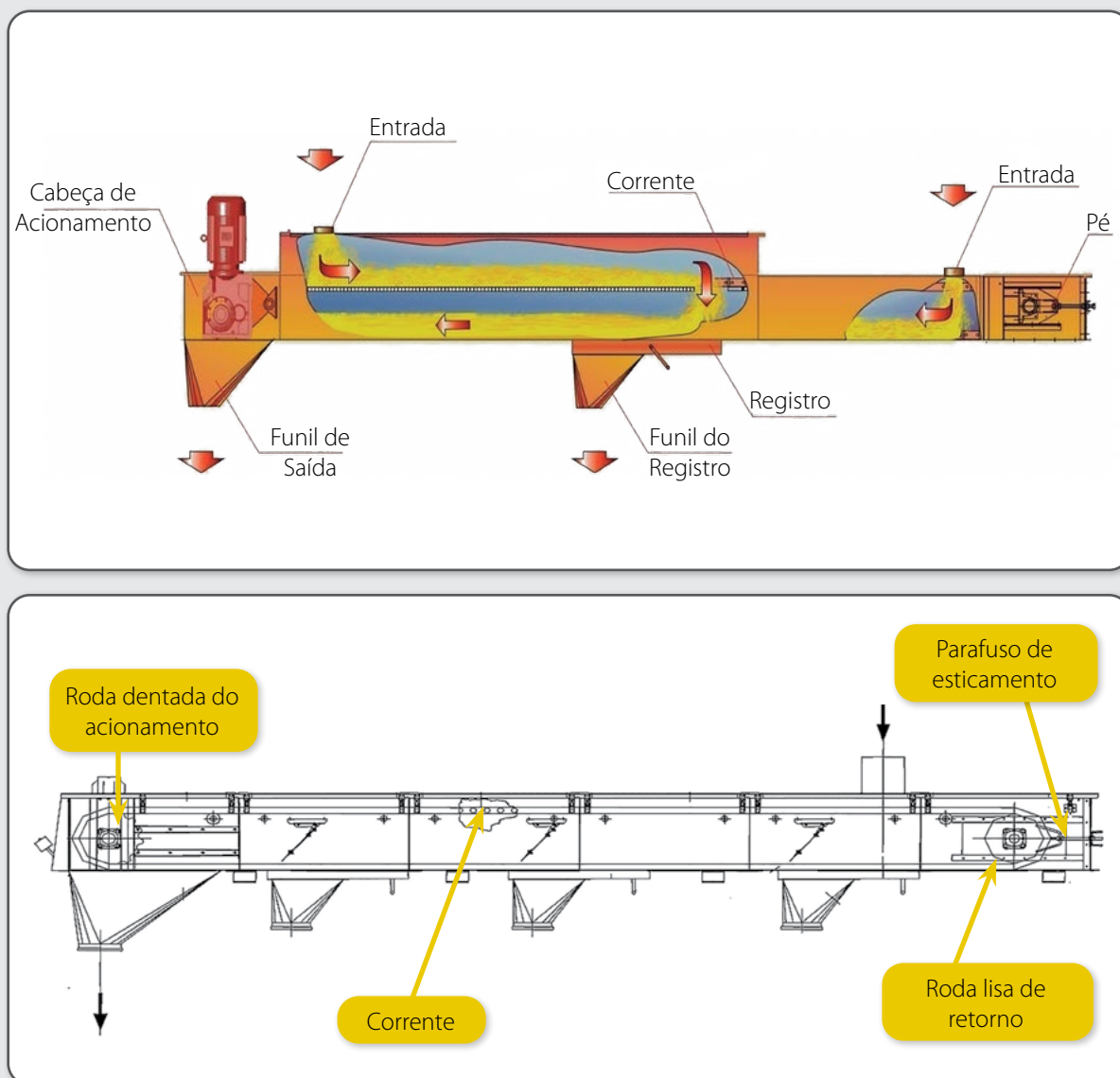
A velocidade da corrente para transporte de grãos comerciais fica em torno de 0,7 m/s. Há notícias de equipamentos com velocidade de até 1,0 m/s, porém essa velocidade parece ser excessiva. Por outro lado, alguns produtores exigem que a velocidade não ultrapasse os 0,5 m/s, o que também pode ser um exagero.

Deve-se lembrar que, devido à alta potência que o equipamento requer, quanto menor a velocidade e, conseqüentemente, menor rotação, maior será o torque. Com isso, os componentes do acionamento, como eixos mancais e redutores, ficam bastante grandes.

Principais componentes de um transportador de corrente

Na Figura 88, têm-se os principais componentes de um transportador de corrente típico.

Figura 88 – Principais componentes de um transportador de corrente.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

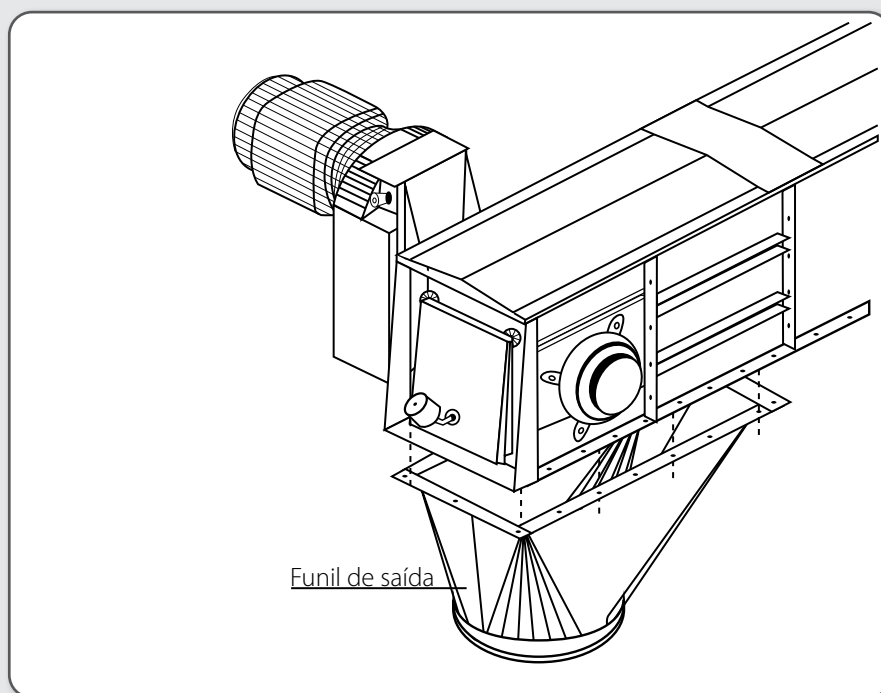
Cabeça de acionamento

Na cabeça, está a roda dentada e o sistema de acionamento que faz a tração da corrente e o funil de saída final de produto.

O sistema de acionamento utiliza um motorreductor de eixo vazado.

Essa é a solução mais adotada atualmente para transportadores de corrente agrícolas nas instalações de armazenagem. Devido à alta taxa de redução necessária, qualquer outra solução de transmissão e redução de rotação que não seja por meio de redutores de engrenagens se mostra inadequada.

Figura 89 – Cabeça de acionamento típica de transportador de corrente.



Fonte: Adaptado de Kepler Weber, 2013.

Antigamente, utilizavam-se sistemas de engrenagens externas com correntes de transmissão, mas isso causava uma série de inconvenientes e problemas operacionais e de manutenção, principalmente com relação à lubrificação do sistema e desgaste prematuro da corrente de transmissão.

Existem dois aspectos importantes que é necessário salientar em relação à cabeça de acionamento de um transportador de corrente.

Primeiramente sempre deve haver um funil de saída de grãos, isso porque de maneira alguma pode ocorrer o acúmulo de produto nesse ponto. Os transportadores de corrente funcionam com baixa velocidade e necessitam de elevada potência. Isso se traduz em um torque bastante alto.

Se houver acúmulo de produto na cabeça, e isso for aumentando gradativamente, em um dado momento ocorrerá a parada da corrente. Consequentemente com o alto torque disponível poderá ocorrer sérios danos a todo o conjunto.

Mesmo que o equipamento possua uma ou mais saídas intermediárias de produto, um ou outro grão seguirá em frente passando pela saída, indo em direção à cabeça do equipamento e se acumulando nesse local. Devido a esse acúmulo de produto o equipamento pode ser parcialmente destruído.

O segundo ponto importante refere-se que em todo transportador de corrente exista uma tampa de "alívio" de produto na cabeça.

Mesmo havendo um funil de saída na cabeça, pode ocorrer algum entupimento ou mesmo acúmulo gradativo de grãos na canalização após o transportador. Nessas situações, deve haver um meio para que o produto acumulado possa sair do equipamento e evitar o travamento da corrente.

Na Figura 90, é apresentado um detalhe desse tipo de dispositivo.

A abertura da tampa de alívio deve ocorrer de forma fácil e, para mantê-la na posição fechada, é utilizado um sistema de contrapeso.

Importante observar a cabeça de acionamento não deve estar encostada nas paredes, o que impede a abertura da tampa de alívio, pois isso pode ser altamente perigoso. Também, nunca fechar a tampa com parafusos para evitar a saída de pó, que também pode causar transtornos muito maiores.

Em resumo, essa tampa NUNCA poderá ter seu funcionamento impedido.

A tração da corrente é realizada por uma roda dentada, sendo que nos equipamentos mais antigos, os dentes dessa roda eram usinados diretamente na roda. Porém, como é um item que sofre bastante desgaste, com essa forma construtiva a manutenção ficava complicada, pois exigia a remoção de todo o conjunto da roda com eixo, mancais, entre outros. Por isso, atualmente, quase todos os transportadores de corrente possuem rodas dentadas que permitem a remoção fácil da parte que faz contato com a corrente. Isso é realizado com a utilização de dentes "postiços" que são aparafusados no cubo e que podem ser removidos individualmente.

Figura 90 – Cabeça de acionamento de transportador de corrente com tampa de alívio.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Corrente

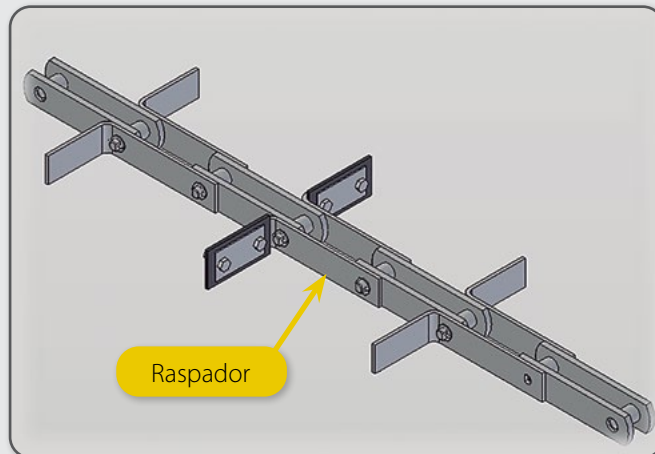
O transporte dos grãos nesse tipo de transportador é realizado por meio do arraste de uma corrente pelo fundo.

A Figura 91 mostra detalhes do tipo de corrente utilizada.

Figura 91 – Corrente de transporte.



Fonte: Kepler Weber, 2013.



Existem peças na corrente chamadas de “raspadores” que servem para limpar todo produto no fundo da caixa.

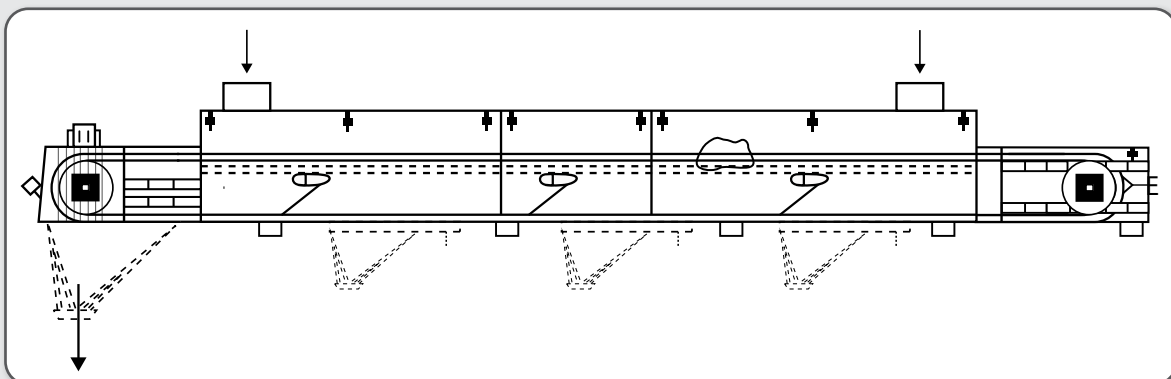
Corpo

O corpo do transportador de corrente é formado por caixas metálicas com laterais, fundo e tampa, sendo estas últimas removíveis. Existem dois tipos de corpo, o simples e o duplo.

O transportador de corpo duplo é bastante utilizado quando temos a necessidade de alimentar o equipamento em um ponto intermediário e fazer a descarga em pontos tanto antes como após o ponto de alimentação.

A Figura 92 mostra um transportador de corrente com corpo duplo.

Figura 92 – Transportador de corrente corpo duplo.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Na Figura 92 observa-se vários pontos de entrada e saída de produto. Pode-se dizer que a aplicação mais típica de um transportador de corpo duplo é em alimentação de secadores e telhas de expedição.

Fazendo a alimentação do produto logo após a cabeça, o transportador poderá alimentar os equipamentos por meio de várias descargas intermediárias e o produto que sobrar sairá pelo funil de saída final, na cabeça, ficando fácil direcioná-lo novamente para seu ponto de origem como a moega ou pé de elevador.

O fundo possui um trilho aparafusado e removível para apoio da corrente que arrasta o produto. Esse trilho pode ser feito de aço resistente ao desgaste ou materiais sintéticos como o polietileno UHMW.

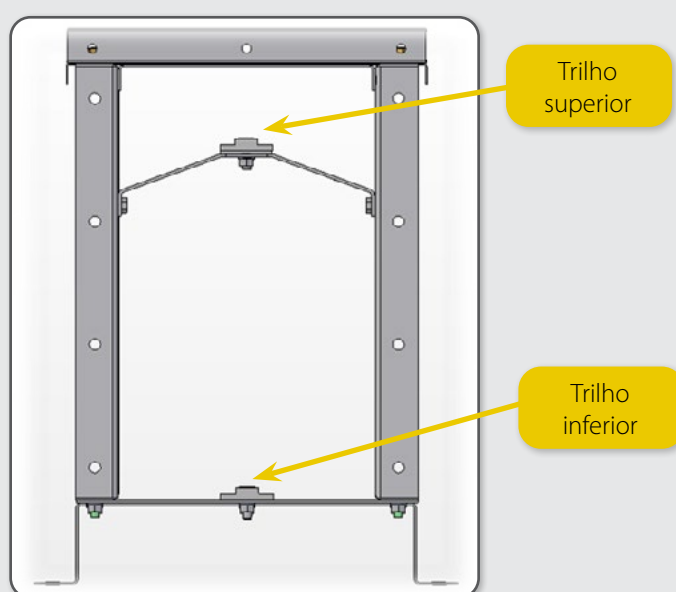
Nos transportadores de correntes (TCs) corpo simples, o ramo de retorno da corrente pode ser apoiado de duas formas, sendo uma delas com roletes, rolamentos e são colocados espaçadamente a cada 1,5 m de distância entre si. Os roletes de retorno são simples e se tornam uma opção de baixo custo. Porém, um inconveniente que apresentam é que podem cair dentro do equipamento e causar sérios danos.

Outra alternativa muito usada para o retorno da corrente são trilhos semelhantes aos utilizados no fundo. Os trilhos não apresentam o risco de cair dentro do transportador como os roletes.

Como eles impedem que a corrente faça uma flecha no ramo de retorno, toda a sobra da corrente vai se acumular na cabeça do transportador logo na saída da corrente da roda dentada de acionamento.

Se a corrente não estiver devidamente esticada, ocorrerá uma flecha excessiva e isso poderá fazer com que ela se enrosque no próprio trilho de retorno.

Figura 93 – Seção transversal da caixa de um transportador de corrente mostrando os trilhos superior e inferior.

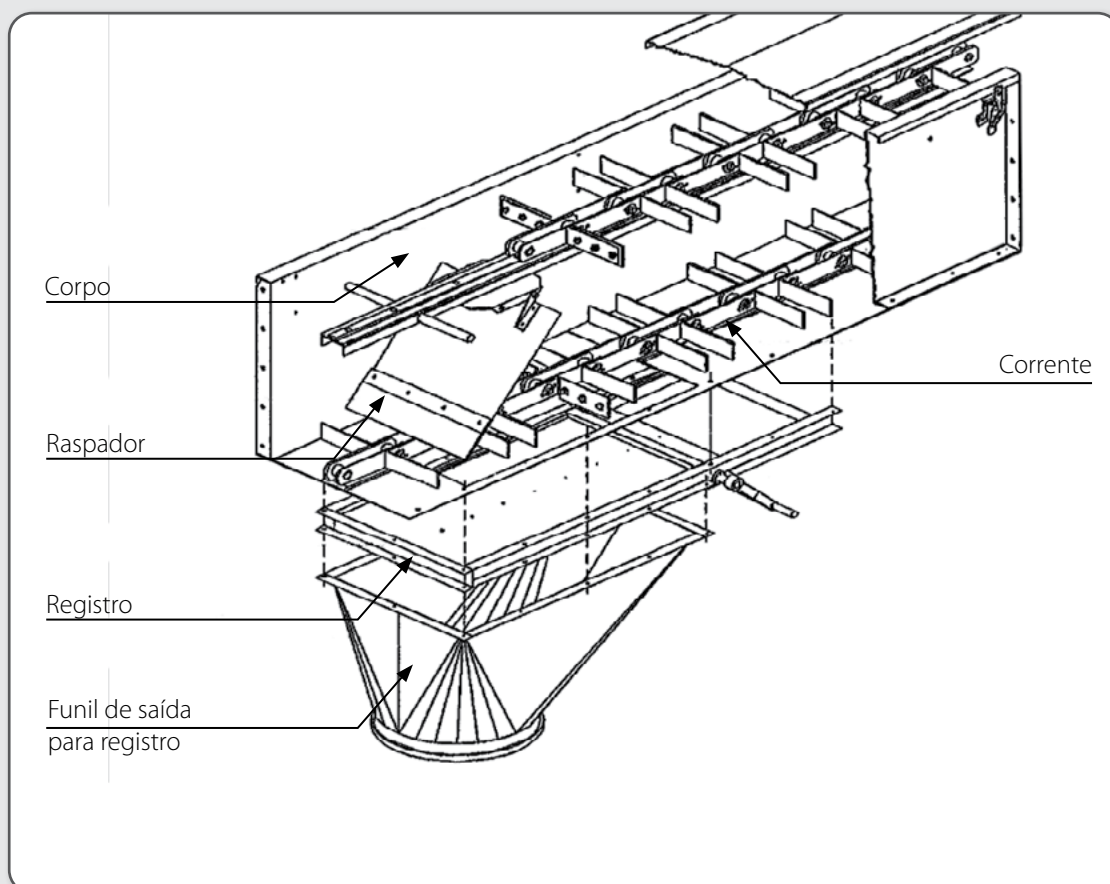


Fonte: Kepler Weber, 2013.

Quando o transportador possuir descargas intermediárias é natural que alguns grãos sigam por cima dos elos da corrente e não descarreguem totalmente no funil intermediário.

Para tentar impedir que os grãos passem do ponto de descarga, existem peças raspadoras que são colocadas nesse ponto. São peças basculantes que se elevam quando o produto passa (descarga intermediária fechada) e que descem, encostando à corrente quando se abre o registro naquele ponto.

Figura 94 – Transportador de corrente com raspador na saída intermediária.



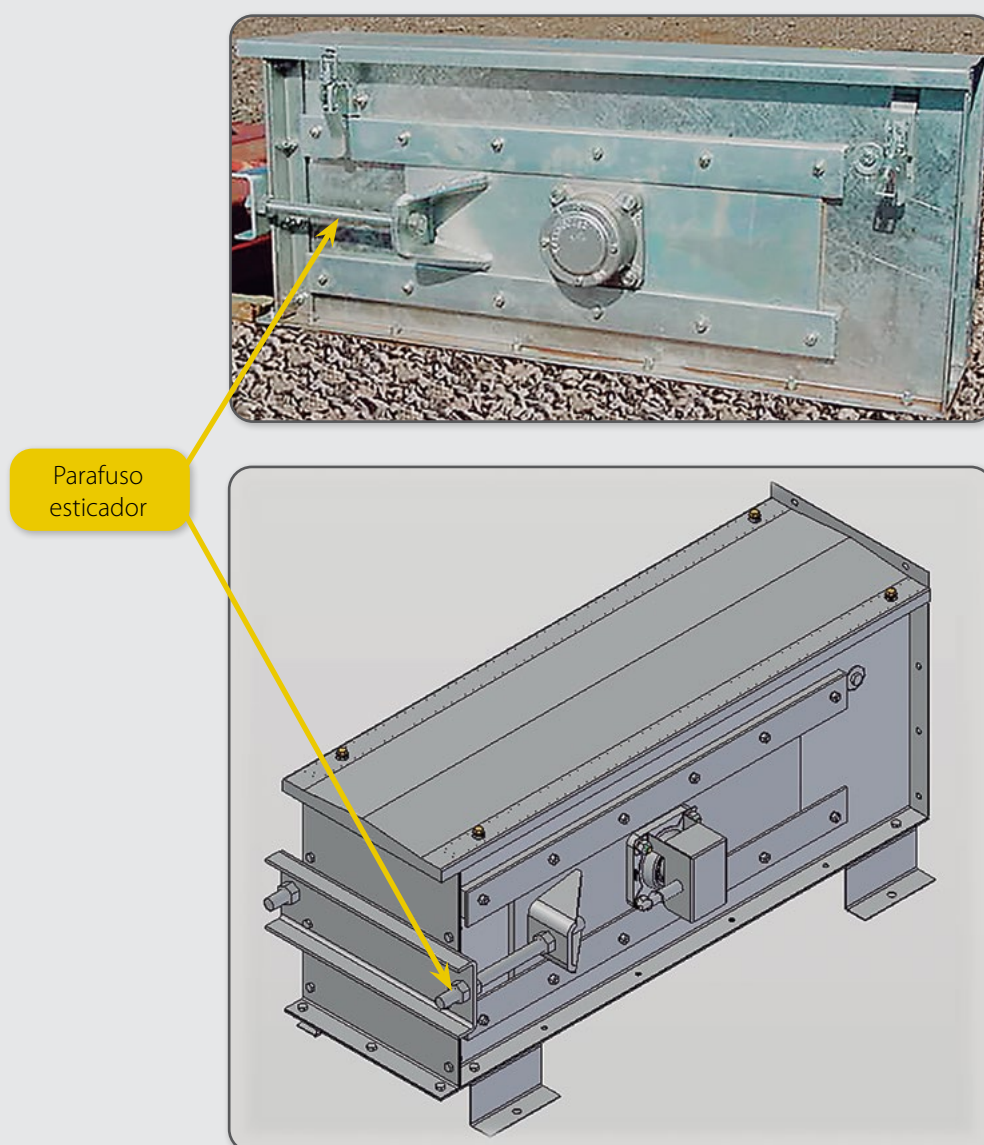
Fonte: Kepler Weber, 2013.

Pé

Da mesma forma que nas correias transportadoras, é no pé desses transportadores que se tem o retorno da corrente e a estação de esticamento.

O pé acomoda uma roda lisa apoiada em mancais de rolamento, os quais possuem um sistema deslizante e parafusos para realizar o esticamento.

Figura 95 – Pé de transportador de corrente.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Nunca se deve proceder à alimentação de produto no pé, pois nesse ponto a corrente está retornando e ocorreria um acúmulo indesejado de grãos.

4.2.6 Operação dos transportadores de corrente

A seguir, são apresentados os procedimentos recomendados para uma boa operação do transportador de corrente.

Verificações iniciais

Antes de iniciar a operar com qualquer tipo de transportador é necessária uma inspeção geral. Nos transportadores de corrente deve-se verificar alguns pontos.



VERIFICAR

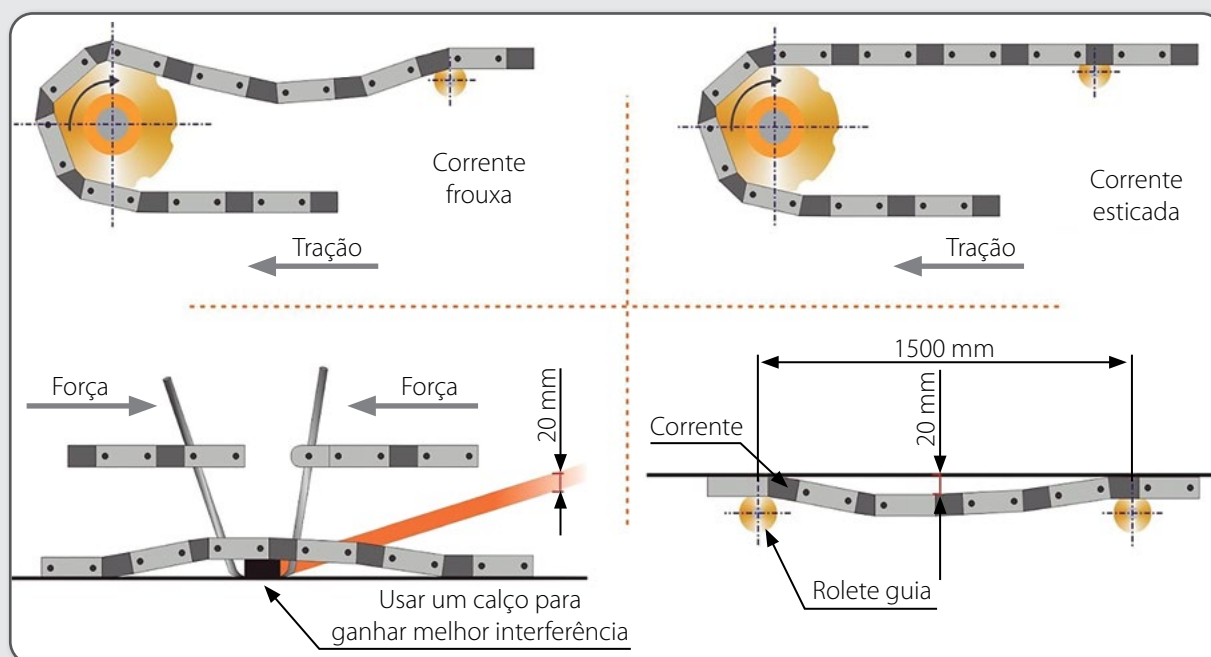
- estado geral do equipamento, pontos de corrosão, alinhamento e prumo do equipamento, condições do estaiamento, entre outros;
- existência de corpos estranhos ou produto acumulado nos pontos de carga e descarga;
- giro do motor para o lado correto;
- existência de ruído estranho quando ligado em vazio;
- tensionamento das correias e se os esticadores apresentam-se livres;
- existência de elos tortos e/ou quebrados, ou se a corrente está raspando nas laterais da caixa;
- se há roletes de retorno travados ou girando com dificuldade;
- existência de raspadores quebrados, danificados ou tortos;
- ausência de desgaste ou degraus nos trilhos;
- funcionamento dos sensores de desalinhamento, embuchamento, rotação, entre outros.

Regulagens iniciais

Antes de iniciar a operação do transportador de corrente, deve-se verificar o esticamento da corrente. O esticamento é realizado pelos parafusos esticadores existentes no pé, um de cada lado.

A Figura 96 mostra procedimentos práticos para sabermos se a corrente está com esticamento adequado e como realizá-lo. Também mostra o retorno da corrente com roletes.

Figura 96 – Verificação e ajuste da tensão da corrente.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

A Figura 96 mostra que a corrente esticada deve ficar com uma flecha aproximada de 20 mm no meio do vão entre os roletes de retorno. Se o retorno da corrente for por trilhos, deve-se fazer essa verificação na cabeça no ponto logo após a saída da corrente da roda dentada e, se apresentar mais de 20 mm de flecha, deve-se aumentar o esticamento apertando os parafusos do esticador no pé.

Fluxo de grãos

Após as verificações iniciais, pode-se iniciar a passagem de grãos pelo transportador de correntes, desde que não observe nenhuma anormalidade. Para isso, é fundamental direcionar as válvulas existentes no fluxo como bifurcadas ou pendulares de forma que se obtenha o fluxo desejado.

Somente após concluir que todos os direcionadores estão posicionados de maneira correta deverá ligar os equipamentos. E, depois de ligar os transportadores correspondentes, procede-se à abertura dos registros no ponto de onde virão os grãos como moega, silos, entre outros.

A abertura dos registros, deve ser feita de forma gradual. Recomenda-se que se abra no máximo 1/3 da lingueta do registro e se verifique a intensidade do fluxo.

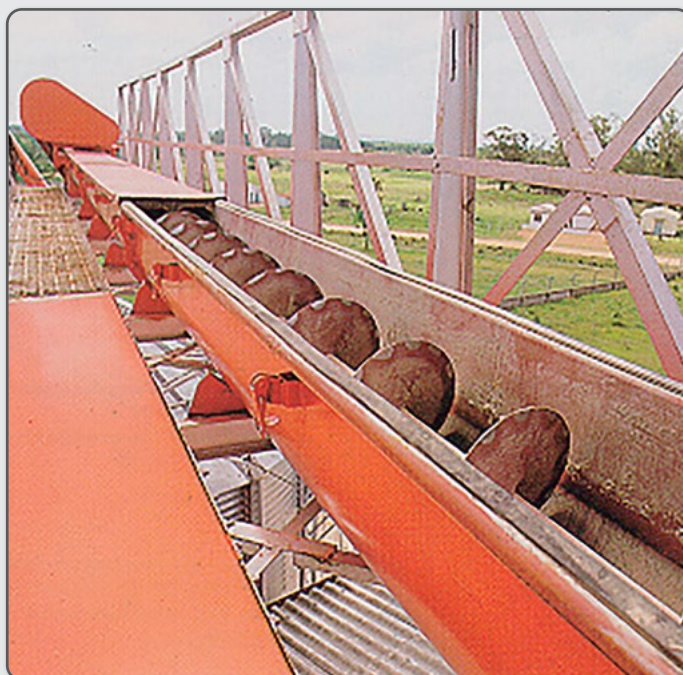
Se for constatado que o fluxo está abaixo da capacidade desejada, deve-se abrir mais o registro de forma gradual até atingir o desejado.

Com o tempo, o operador saberá qual a posição de abertura da lingueta corresponde à capacidade de fluxo desejado.

4.2.7 Roscas transportadoras

São os transportadores utilizados para levar os grãos horizontalmente de um ponto a outro da unidade ou de um equipamento a outro.

Figura 97 – Vista externa de uma rosca transportadora de grãos típica.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

As roscas transportadoras são compostas de uma calha metálica em forma de "U" fabricada em chapas e perfis de aço e internamente possuem um helicóide que, ao girar dentro do transportador, realiza o transporte dos grãos.

O formato em "U" da calha permite fácil acesso ao interior do transportador e a utilização de tampas removíveis semelhantes às dos transportadores de corrente.

O movimento do helicóide interno é obtido por meio de um sistema de acionamento com motor elétrico e redutor de velocidade colocados na cabeça do equipamento.

Da mesma forma que os transportadores de corrente, as roscas transportadoras podem ser instaladas a céu aberto sem necessitar de proteção adicional.

Uma grande vantagem desses transportadores é que pode-se realizar a saída do produto em qualquer ponto de seu comprimento, com exceção do pé. Para isso, basta cortar o fundo da calha no local desejado e colocar um registro apropriado e um funil de saída.

Os modelos de roscas transportadoras existentes no mercado seguem um padrão conforme o diâmetro (em milímetros) do caracol. Os diâmetros mais usuais são de 160 mm, 200 mm, 250 mm, 315 mm, 400 mm e 500 mm.

As capacidades de transporte variam entre 10 e 180 t/h e os comprimentos chegam a 45 m nos modelos de menor diâmetro e até 15 m nos diâmetros maiores. Isso não significa que é impossível fazer roscas transportadoras maiores. Ocorre que a transmissão do movimento e da potência necessária para o acionamento se dá pelo eixo longitudinal do helicóide, e isso limita a potência máxima que pode ser aplicada. Para transmitir mais potência, seria preciso um eixo de diâmetro muito grande, que ocuparia boa parte do espaço destinado aos grãos e, com isso, inviabilizaria o transportador.

Entende-se que esses equipamentos não deveriam possuir mais de 20 m de comprimento, sendo que, para vencer distâncias maiores que essa, uma solução seria colocar mais de um transportador em sequência.

Apesar de normalmente serem utilizadas para transporte horizontal, as roscas transportadoras admitem operar com pequenas inclinações, podendo chegar a um ângulo máximo de 6°, porém salienta-se que qualquer inclinação nesse equipamento resultará uma diminuição na sua capacidade de transporte. Isso porque qualquer pequena inclinação causará um "escorregamento" dos grãos no helicóide e a consequente perda de capacidade ou até embuchamentos.

Diferentemente das correias transportadoras, as roscas transportadoras são equipamentos de transporte horizontal que consomem bem mais potência.

Esses equipamentos trabalham com rotações relativamente baixas, sendo que, quanto maior o diâmetro do helicóide, menor deve ser a rotação, de modo a manter a velocidade periférica do helicóide dentro de padrões aceitáveis de projeto.

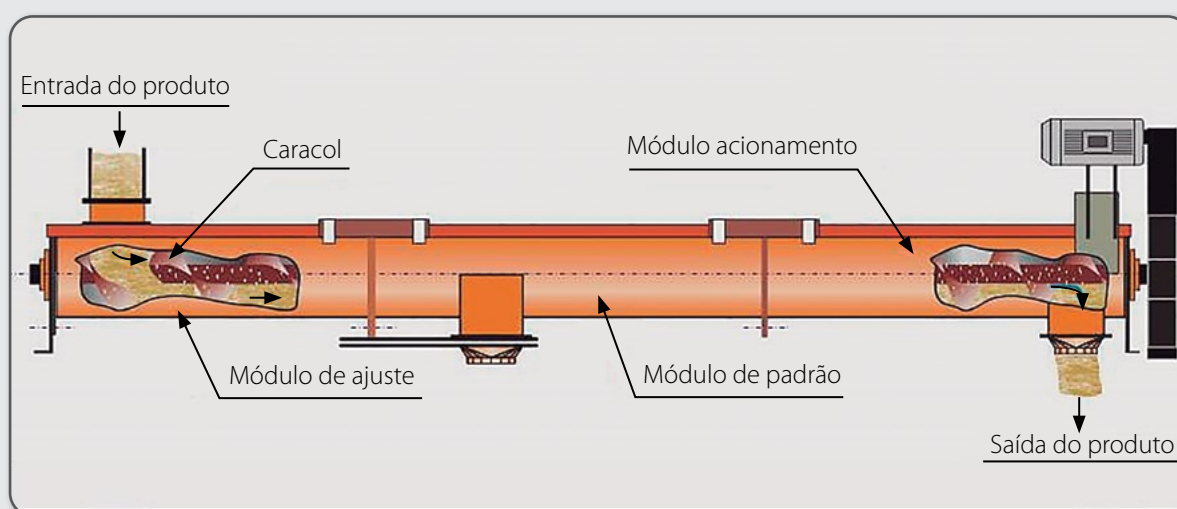
Nos menores diâmetros, pode-se ter rotações próximas de 200 rpm e, para maiores diâmetros, algo em torno de 100 rpm.

Não é recomendada a utilização de roscas transportadoras para sementes, mas elas podem ser utilizadas para farelos.

O enchimento máximo recomendado de grãos na calha é de 45%, e esse limite foi determinado pela prática onde se constatou que valores maiores criam muita turbulência dentro do transportador e o produto é jogado por cima do helicóide em vez de ser transportado, o que pode resultar em embuchamentos.

Principais componentes de uma rosca transportadora

Figura 98 – Vista geral de uma rosca transportadora típica destacando seus principais componentes.



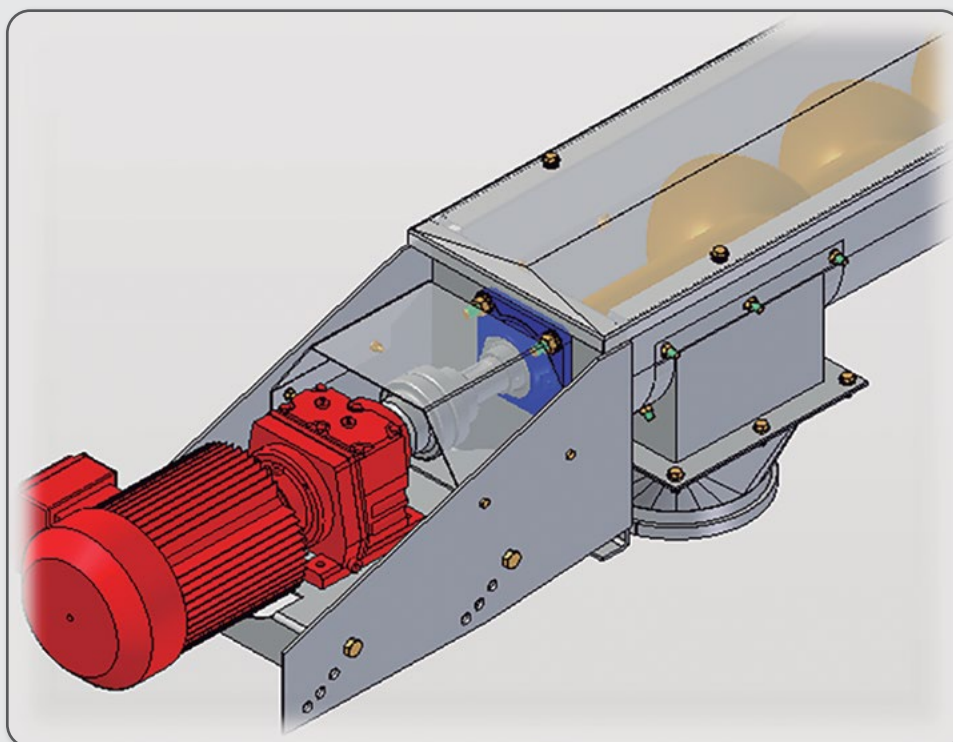
Fonte: Kepler Weber, 2013.

Na Figura 98, vemos um acionamento feito por motor elétrico e transmissão por meio de polias e correias. Essa solução tornou-se obsoleta e, atualmente, o mais comum são acionamentos por motorreductor de eixo oco ou com acoplamento elástico.

Módulo de acionamento

Na extremidade onde é feita a descarga do produto, está localizado o sistema de acionamento que faz o movimento do helicóide e o funil de saída final de produto.

Figura 99 – Módulo de acionamento de uma rosca transportadora.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

O acionamento exemplificado na Figura 99 utiliza um motorreductor de eixo maciço e acoplamentos elásticos ligando-o ao eixo do transportador.

Essa é a solução mais adotada atualmente para roscas transportadoras agrícolas nas instalações de armazenagem.

Da mesma forma que os transportadores de corrente, existem dois aspectos importantes que precisamos salientar em relação ao módulo de acionamento de uma rosca transportadora.

Primeiramente deve haver um funil de saída de produto para que não ocorra acúmulo de produto nesse local.

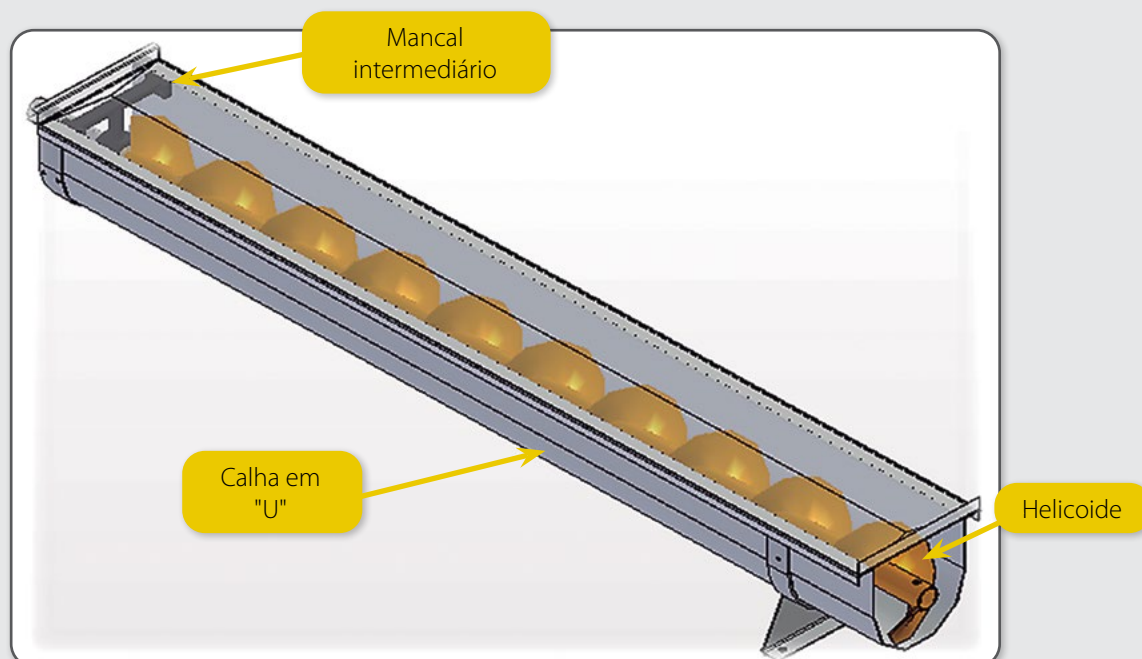
O segundo ponto importante refere-se que o helicóide deve ser interrompido logo que ele chega à região do funil de saída. Se isso não ocorrer dessa forma, fatalmente ocorrerá acúmulo de produto no final do transportador com graves consequências.

Corpo com helicóide

Os módulos intermediários das roscas transportadoras acomodam o helicóide que faz o transporte do produto. Eles possuem mancais intermediários para evitar que o helicóide encoste no fundo da calha.

Na Figura 100, tem-se um módulo intermediário em que se destaca o helicóide de transporte e o mancal intermediário.

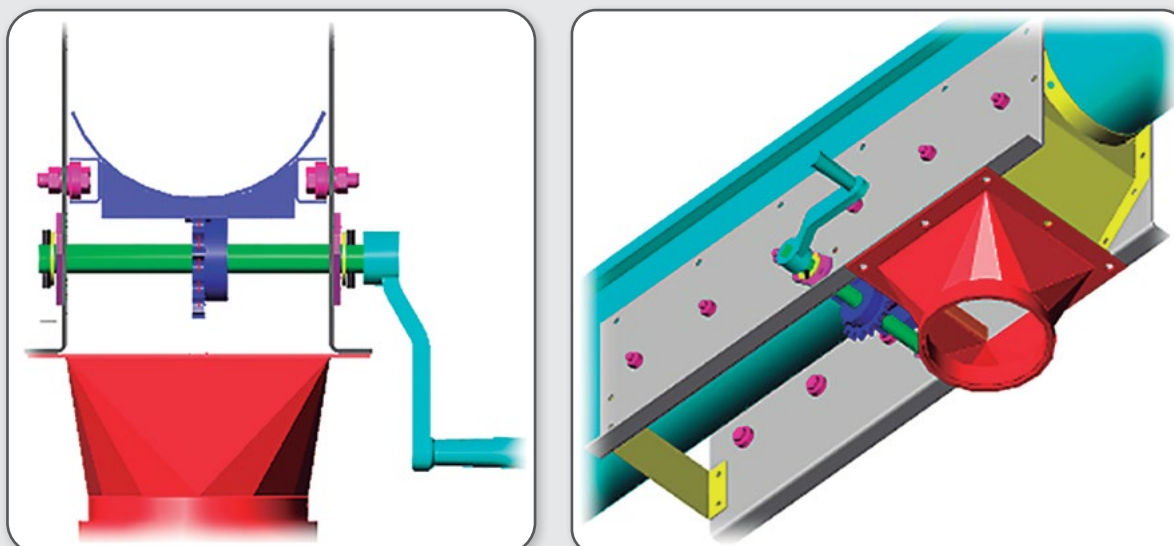
Figura 100 – Módulo intermediário padrão de rosca transportadora.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

O módulo intermediário pode possuir saídas e entradas de grãos, a princípio em qualquer ponto, no entanto, deve-se evitar colocar entradas em cima dos mancais intermediários. Isso porque o mancal apresenta um obstáculo para a entrada dos grãos e também porque nesse ponto o helicoides é interrompido e isso causaria acúmulo de produto e possíveis embuchamentos.

Figura 101 – Saída intermediária em rosca transportadora de grãos.



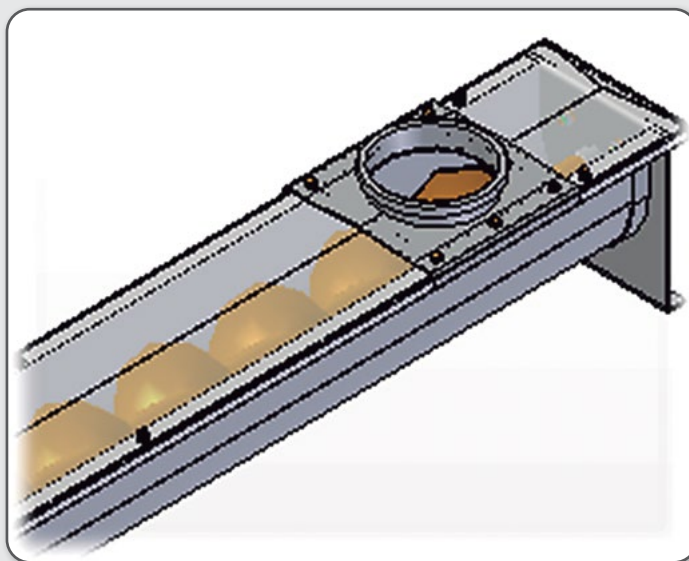
Fonte: Kepler Weber, 2013.

Observa-se que o registro possui a mesma forma do fundo da calha. Isso é importante para que se evite acúmulo de produto quando o registro estiver fechado.

Módulo final

O módulo final é onde normalmente realiza a carga do equipamento. Nele, tem-se um mancal semelhante ao do módulo de acionamento que serve para apoiar a extremidade do eixo de helicóide.

Figura 102 – Módulo final da rosca transportadora.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

4.2.8 Operação das roscas transportadoras

Verificações Iniciais

Antes de iniciar a operar com qualquer tipo de transportador é necessária uma inspeção geral. Nas roscas transportadoras deve-se verificar alguns pontos.



VERIFICAR

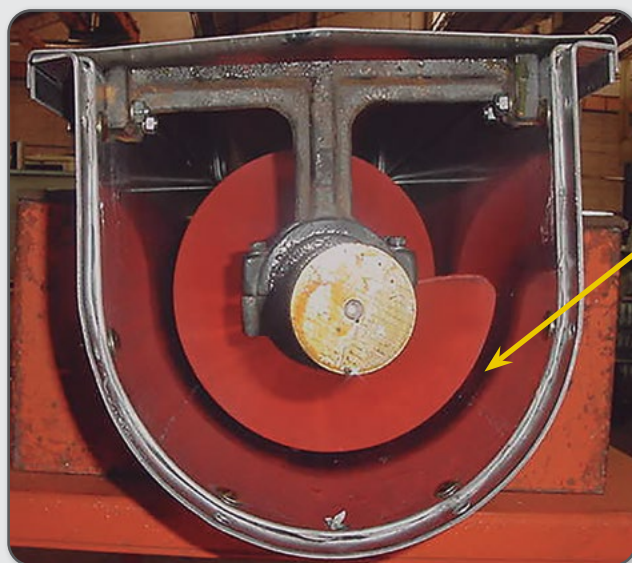
- estado geral do equipamento, pontos de corrosão, alinhamento e prumo do equipamento, condições do estaiamento, entre outros;
- existência de corpos estranhos ou produto acumulado nos pontos de carga e descarga;
- giro do motor para o lado correto;
- existência de ruído estranho quando ligado em vazio;
- alinhamento e distância correta do helicóide com a calha;
- ausência de deformações ou empenamentos do helicóide;
- ausência de desgaste ou degraus nas emendas das calhas;
- funcionamento dos sensores de desalinhamento, embuchamento, rotação, entre outros.

Regulagens Iniciais

As roscas transportadoras não necessitam de nenhuma regulagem especial além do que foi citado acima nas "verificações iniciais". Apenas salienta-se que o espaço ou folga entre o helicóide e a calha seja cuidadosamente verificado.

Na figura 103, mostra-se um detalhe da posição adequada para o helicóide.

Figura 103 – Folga entre helicóide e calha.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Essa folga deve ficar entre 8 e 10 mm. Caso esteja fora dos padrões recomendados, deve-se regular a altura dos mancais intermediários até obter o valor correto.

No entanto, é importante observar se não existe um desalinhamento do transportador que esteja ocasionando uma folga fora do padrão. Se for isso, antes de mexer no mancal intermediário deve-se alinhar o equipamento.

Da mesma forma, é preciso ter certeza de que não existem empenamentos no eixo do helicóide.

Fluxo de grãos

Após as verificações iniciais, pode-se iniciar a passagem de grãos pela rosca transportadora, desde que não observe nenhuma anormalidade. Para isso, é fundamental direcionar as válvulas existentes no fluxo como bifurcadas ou pendulares de forma que se obtenha o fluxo desejado.

Somente após concluir que todos os direcionadores estão posicionados de maneira correta deverá ligar os equipamentos. E, depois de ligar os transportadores correspondentes, procede-se à abertura dos registros no ponto de onde virão os grãos como moega, silos, entre outros.

A abertura dos registros, deve ser feita de forma gradual. Recomenda-se que se abra no máximo 1/3 da lingueta do registro e se verifique a intensidade do fluxo.

Se for constatado que o fluxo está abaixo da capacidade desejada, deve-se abrir mais o registro de forma gradual até atingir o desejado.

Com o tempo, o operador saberá qual a posição de abertura da lingueta corresponde à capacidade de fluxo desejado.

4.2.9 Cuidados especiais com os transportadores horizontais

Nesse ponto, serão citados os cuidados especiais que devem ser tomados para todos os transportadores horizontais.

Observar o Quadro 5 quando algum item for específico de um determinado tipo de transportador.

Foram adotadas as seguintes abreviaturas:

- CTs = Correias transportadoras;
- TCs = Transportadores de corrente;
- TRUAs = Roscas transportadoras calha em "U".

Quadro 5 – Situações anormais em transportadores horizontais de grãos.

PROBLEMA	CAUSA PROVÁVEL	AÇÃO CORRETIVA RECOMENDADA
▪ Transportador não parte	▪ Embuchamentos ▪ Presença de corpos estranhos ▪ Problemas elétricos	▪ Verificar pé, cabeça e corpo promovendo a retirada do produto. ▪ Verificar pé, cabeça e corpo promovendo a retirada do(s) objeto(s). ▪ Verificar quadro, ligações e alimentação de energia.
▪ Transportador não atende a capacidade desejada	▪ Deficiência na alimentação ▪ Restrições na descarga	▪ Verificar “embuchamentos” ou presença de corpos estranhos na entrada. ▪ Verificar “embuchamentos” ou presença de corpos estranhos na(s) saída(s).
▪ Vazamentos de produto	▪ Desalinhamento da correia (CTs) ▪ Vedações danificadas (TCs e TRUAs) ▪ Excesso de carga ▪ Tampas e/ou janelas de inspeção mal fechadas	▪ Verificar alinhamento e corrigir conforme sugerido. ▪ Verificar emendas entre calhas e as vedações das tampas. ▪ Reduzir quantidade de produto na entrada. ▪ Inspeccionar todas as portas e janelas.
▪ Ruídos estranhos	▪ Desalinhamento da correia/caracol (CTs e TRUA) ▪ Presença de corpos estranhos ▪ Corrente raspando nas calhas (TC) ▪ Corrente frouxa (TC) ▪ Peças móveis danificadas	▪ Verificar alinhamento e corrigir conforme sugerido. ▪ Verificar pé, cabeça e corpo promovendo a retirada do(s) objeto(s). ▪ Identificar região da interferência e fazer alinhamento. ▪ Esticar a corrente. ▪ Verificar rolamentos, eixos, tambores/rodas dentadas, acionamento, correia/corrente/caracol, entre outros.
▪ Vibrações	▪ Desalinhamentos em geral ▪ Peças móveis danificadas	▪ Verificar alinhamento e corrigir. ▪ Verificar rolamentos, eixos, tambores/rodas dentadas, acionamento, correia/corrente/caracol, entre outros
▪ Quebra frequente de componentes	▪ Desalinhamento da correia/longarinas (CTs) ▪ Peças móveis danificadas ▪ Excesso de carga ▪ Falta de manutenção preventiva ▪ Desalinhamento do caracol/calhas (TRUAs) ▪ Desalinhamento da corrente/calhas (TCs)	▪ Verificar alinhamento e corrigir inclinando os cavaletes de carga e/ou longarinas. ▪ Verificar rolamentos, eixos, tambores, acionamento, correia, entre outros. ▪ Reduzir quantidade de produto na entrada. ▪ Ver item “manutenção”. ▪ Alinhar caracol e/ou calhas. ▪ Alinhar corrente e/ou calhas.

4.2.10 Limpeza dos transportadores (todos)

A limpeza adequada dos transportadores, tanto verticais como horizontais, assim como de qualquer equipamento é de fundamental importância para o seu bom funcionamento, durabilidade e principalmente para a **segurança**.

Importância da limpeza

A falta de limpeza em transportadores de grãos é um dos principais fatores de mau funcionamento e **acidentes**!

Além disso, a limpeza prolonga a vida útil do equipamento, reduz consumo de energia e serve para identificar pontos de possíveis falhas futuras.

Abaixo, relacionamos os principais problemas resultantes da falta de uma limpeza adequada.

Problemas potenciais causados por sujeira, pó, impurezas e outros

- redução da vida útil do equipamento;
- mau funcionamento;
- contaminação do produto;
- mistura de produtos diferentes;
- diminuição da capacidade de transporte;
- desbalanceamentos;
- vibrações;
- quebra de componentes;
- acidentes.

Frequência da limpeza

Recomenda-se realizar uma limpeza geral na máquina ao final da safra de grãos

Sempre que houver troca de produto, o equipamento deve sofrer uma limpeza geral.



IMPORTANTE

Antes de qualquer limpeza ou inspeção interna no equipamento, desligá-lo e retirar os fusíveis do quadro de comando.

Também deve-se avisar aos colegas e colocar cartazes no quadro de comando indicando que o equipamento não deve ser ligado em nenhuma hipótese.

O ideal é colocar cadeados que impeçam que alguém ligue o equipamento inadvertidamente.

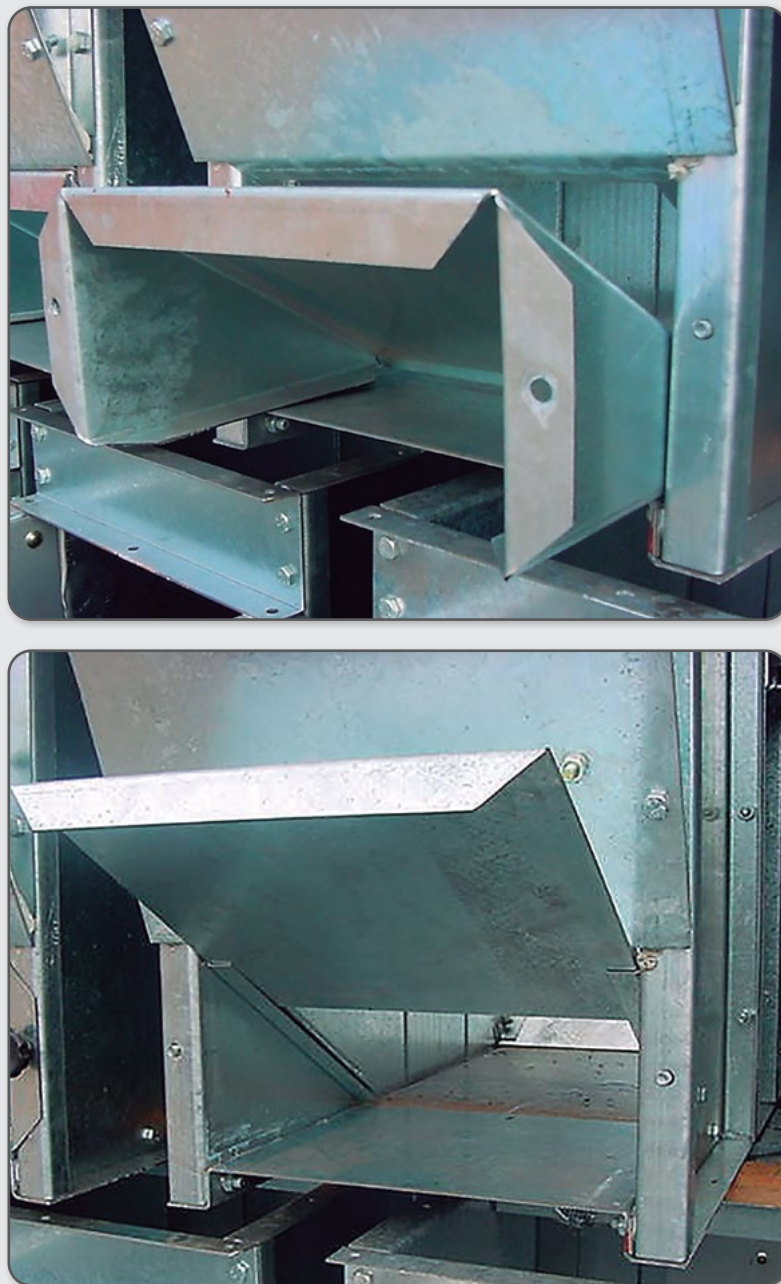
Locais a serem verificados e limpos

Nos elevadores:

pé, retirando as linguetas inclinadas e removendo o produto, pó e impurezas acumuladas.

Na Figura 104 são apresentados os modelos mais comuns das referidas linguetas.

Figura 104 – Linguetas de limpeza no pé do elevador.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Ao retirar as linguetas, pode-se ter acesso à parte inferior do pé, correia, caçambas e polia gaiola. Esse acesso é muito útil em caso de embuchamento do elevador.

Além do pé, limpar a cabeça de acionamento e seus componentes. Para isso, retirar a tampa superior e remover produto, pó e impurezas acumuladas.

Limpar as partes externas, acionamento e plataformas de manutenção. Nas calhas com janela, verificar o acúmulo de pó nas portas de inspeção.

Figura 105 – Detalhe da calha com janela.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Verificar e limpar as caçambas, verificando se não existem palhas ou impurezas acumuladas entre elas e a correia.

Figura 106 – Caçambas e correia.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Nos transportadores horizontais, verificar a limpeza:

pé, pontos de carga, pontos de saída de produto, funis, acessórios, registros e acionamentos.

Os transportadores de corrente e as roscas transportadoras devem ter suas coberturas totalmente retiradas para ter acesso completo ao seu interior.

4.2.11 Manutenção dos transportadores (todos)

Assim como qualquer outro equipamento de uma instalação de recebimento e armazenagem de grãos, os transportadores necessitam de cuidados especiais e específicos quanto a sua manutenção.

Importância da manutenção

Uma manutenção adequada, utilizando peças originais de reposição e serviço autorizado aumenta a vida útil dos transportadores de grãos e de qualquer equipamento.

Além disso, minimiza-se a probabilidade de ocorrerem “surpresas” desagradáveis durante os períodos onde o equipamento é mais solicitado que é durante a safra de grãos.

É **imprescindível** que se realize a leitura do “Manual do Proprietário” antes de operar com o equipamento, e também que se sigam as orientações nele contidas com relação à manutenção.

Quando ocorrer a quebra de algum componente, deve-se investigar e corrigir a sua **causa**, e não apenas consertar ou substituir o item danificado.

Pontos que devem ser revisados

Quadro 6 – Pontos de verificação durante a manutenção preventiva .

COMPONENTE	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA
▪ Mancais de rolamentos (todos)	▪ Verificar estado geral dos rolamentos e caixas com relação a ruídos, folgas, vibrações, temperatura, trincas (nas caixas), entre outros. ▪ Realizar a troca caso algum componente apresente sinais de desgaste ou qualquer anomalia. ▪ Se estiver tudo correto, proceder à lubrificação do conjunto seguindo as orientações do Manual do Proprietário.
▪ Borrachas e vedações	▪ Examinar o estado geral das borrachas, se não estão danificadas ou ressecadas. ▪ Proceder à substituição caso apresente qualquer anomalia.
▪ Escadas e plataformas de manutenção	▪ Verificar se os guarda corpos estão em bom estado, sem sinais de corrosão e com todos os parafusos de fixação devidamente apertados. ▪ Verificar se os pisos não apresentam desníveis ou “buracos” que podem causar sérios acidentes. ▪ Proceder às devidas correções caso apresente qualquer anomalia.

COMPONENTE	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA
▪ Cabeça de acionamento	▪ Verificar o estado geral da cabeça de acionamento, se não apresenta pontos de corrosão, amassamentos ou itens faltantes. ▪ Verificar se os componentes internos não sofreram desgaste devido ao atrito com os grãos, especialmente as chapas de desgaste (quando houver) e funis de saída. ▪ Verificar se o tambor/roda dentada gira livremente e o estado do emborrachamento (EAs e CTs) e o estado dos dentes da roda (TCs). ▪ Verificar vedações e vazamentos de grãos. ▪ Verificar se a janela de alívio (TCs) abre facilmente. ▪ Proceder à correção ou substituição dos componentes caso apresente qualquer anomalia.
▪ Acionamento	▪ Examinar o estado geral do motorreductor. ▪ Verificar se o sistema de contra recuo está funcionando. ▪ Verificar a existência de qualquer ruído estranho ou vibração anormal. ▪ Verificar a fixação ao eixo (chaveta) e a fixação do braço de torque. ▪ Verificar se o respiro do motorreductor não está obstruído. ▪ Verificar o nível do óleo e fazer a troca do mesmo segundo recomendações do fabricante (ver Manual do Proprietário). ▪ Proceder à correção ou substituição caso algum componente apresente qualquer anomalia.
▪ Estaiamento (elevadores)	▪ Verificar o estado geral dos cabos, se não apresentam corrosão ou desfiamento. ▪ Verificar o esticamento dos cabos, os mesmos não podem apresentar "barriga" exagerada. ▪ Verificar os pontos de ancoragem, tanto no equipamento como nos mortos, se as sapatilhas e grampos estão presentes e devidamente colocados e apertados. ▪ Verificar o alinhamento geral (prumo) do elevador, se o estaiamento não está "puxando" o mesmo lateralmente. ▪ Proceder à correção ou substituição dos componentes caso apresente qualquer anomalia.

Cuidados com a segurança nos transportadores de grãos

Nunca coloque a mão dentro do equipamento em operação.

Sempre antes de qualquer atividade em altura ou espaços confinados, observar as normas de segurança.

Deve-se avisar aos colegas e colocar cartazes no quadro de comando indicando que o equipamento não deve ser ligado em nenhuma hipótese.

O ideal é colocar cadeados que impeçam que alguém ligue o equipamento inadvertidamente.

Qualquer imprudência pode causar graves acidentes.

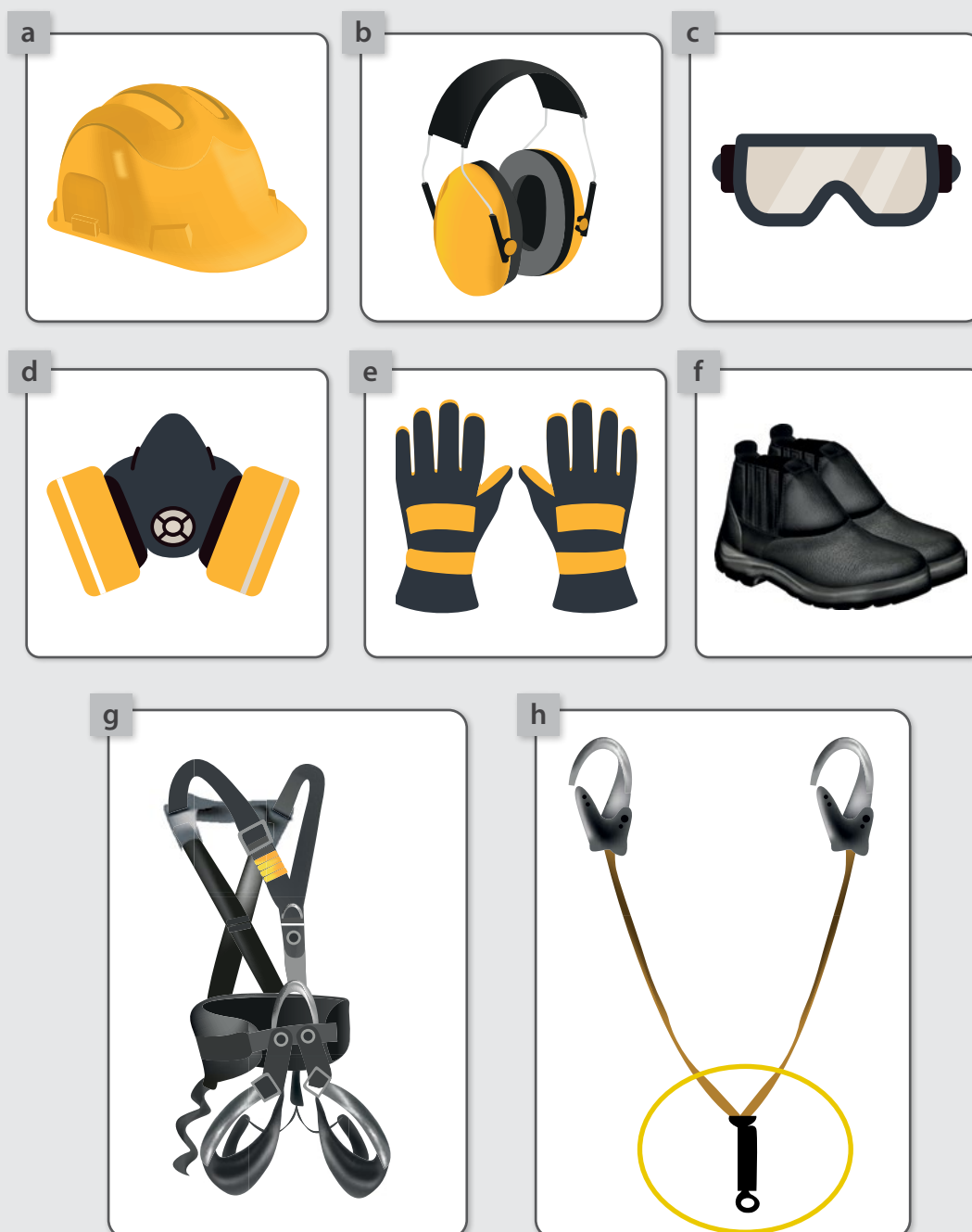
Um acidente, por menor que seja, pode trazer sérias consequências para o resto da vida.

Nunca realize qualquer trabalho sozinho.

Sempre utilize os EPIs indicados para o trabalho específico, tais como:

- cintos, trava-quedas, entre outros, para trabalhos em altura;
- botinas, luvas e óculos de segurança (em todos os trabalhos);
- capacete;
- máscaras para espaços confinados ou onde houver emissão de pó;
- protetores de ouvido para locais com ruído;
- protetores faciais de acordo com o tipo de trabalho;
- roupa adequada e demais proteções necessárias conforme o tipo de trabalho.

Figura 107 – EPIs recomendados para trabalhos em transporte de grãos: capacete (a), protetor auricular (b), óculos de segurança (c), respirador (d), luvas (e), botas de segurança (f), cinto de trabalho em altura (g) e talabarte (h).



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Figura 108 – Exemplo típico de unidade com sistema de expedição com tulha metálica.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Os grãos recebidos e armazenados em uma unidade, em determinado momento deverão ser enviados para outro destino.

Esse processo de retirada do produto dos silos ou armazéns, carregamento de caminhões, trens ou outro meio de transporte e a sua saída da unidade armazenadora é denominado expedição. Ela pode ocorrer poucos dias após a chegada do produto ou levar meses, ou até anos para que ocorra.

Os grãos que deixarão a unidade após um período de tempo deverão estar com a sua qualidade o mais próximo possível da condição inicial de qualidade de quando foram recebidos.

Procedimentos como a mistura de produto danificado ou deteriorado só "maquiam" o problema que ocorreu durante a armazenagem, e nunca deve ser realizado para lesar o futuro proprietário ou usuário deste produto.

Grãos que sofreram deterioração por insetos, fungo, fermentação, entre outros, poderão causar graves prejuízos à saúde humana ou animal quando forem consumidos.

Portanto, sugere-se que, se houver grãos fora das especificações de mercado e em condições sanitárias inadequadas, esses sejam descartados e não sejam enviados para consumo.

Umidade

O teor de umidade é um parâmetro básico para comercialização e armazenagem dos grãos. Sabe-se que a legislação prevê que umidade de até 14% não sofrerão "descontos", mas que para grãos com umidade acima desse patamar o valor de comercialização cai de acordo com tabelas vigentes.

Deve-se enxergar a massa de grãos como um aglomerado de indivíduos que possuem umidade diferentes entre si e que, quando se realiza a medição do teor de umidade ou de outras características, faz-se uma média das características de vários indivíduos.

No item recepção, comentou-se os problemas que ocorrem com a mistura de grãos com umidades muito distintas na mesma carga. Nesse momento de expedição, a tendência é que os grãos que ficaram armazenados, principalmente os que permaneceram em uma mesma estrutura (silo ou célula de armazém), apresentem uma umidade bastante homogênea sem grandes diferenças entre si.

Um cuidado especial deve ser tomado quando inicia a retirada do produto que se encontra no fundo do silo, pois nesse ponto pode-se ter grãos com umidades diferentes daqueles que estão em posições mais centrais da massa.

Da mesma forma, o produto que sai por último dos silos também pode apresentar uma variação maior de umidade.

Figura 109 – Exemplo típico de unidade com sistema de expedição direta, do elevador para caminhão.



Fonte: Autor, 2014.

Se essas diferenças de umidade não forem superiores a 1% não representará problema. Porém, se tivermos regiões muito mais secas ou muito mais úmidas que a massa principal de grãos isso poderá causar problemas no transporte e posteriormente na análise da carga pelo comprador.

Então, se for constatada a existência de produto com diferença de umidade acima de 2%, para a mesma carga, o produto fora da média seja segregado e tratado de forma específica.

É importante lembrar que produto com umidade abaixo dos 14% de umidade não recebe nenhum tipo de bonificação, ou seja, deve-se evitar expedir produto abaixo da umidade nominal para que não ocorra prejuízo na venda.

Impurezas

Da mesma forma que com relação à umidade, existe um teor máximo de impurezas que é admitido na comercialização do produto sem que ocorra desconto no valor pago. Esse percentual normalmente é de 1%, sendo que acima disso existe uma tabela de descontos conforme aumenta o percentual.

Para as impurezas, cabem as mesmas observações feitas para a umidade do produto, no que se refere às variações dentro da mesma carga.

Se for constatado teor de impureza desuniforme ou acima do padrão estipulado, sugere-se que o produto seja repassado nas máquinas de limpeza.

Salienta-se que não se deve incorporar impurezas à massa de grãos, especialmente se as mesmas estiverem com umidade elevada. Essa prática pode causar danos ao produto durante o transporte e propiciar descontos no valor do produto.

Ressalta-se que quando inicia a retirada de produto do silo, as impurezas finas se acumulam no centro, saem em maior quantidade no início da descarga. Deve-se então tomar cuidado redobrado com esse produto, especialmente se o carregamento do silo foi realizado sem a utilização do espalhador de grãos.

Por outro lado, sabe-se que as impurezas maiores ficam localizadas mais próximas às paredes do silo e, quando ocorre a inversão do talude de produto durante a descarga, essas impurezas são carregadas em direção ao centro do silo, saindo juntamente com o produto.

Grãos geneticamente modificados

No capítulo referente ao recebimento, já foi abordado o assunto dos grãos modificados geneticamente (transgênicos) e as informações lá colocadas valem para a etapa de expedição.

Dependendo da destinação final, alguns clientes compram somente grãos convencionais (não transgênicos) e, nesses casos, é necessário fazer testes para identificar a presença de grãos transgênicos na carga.

Essa análise é realizada utilizando produtos reagentes que identificam a existência desse tipo de grãos.

Sistemas de expedição

Para realizar os procedimentos que citamos no início deste capítulo, a unidade armazenadora deve possuir alguns itens básicos e outros opcionais.

O básico seria haver transportadores e canalizações para realizar a retirada do produto de dentro do silo e leva-los até os veículos (caminhões ou vagões ferroviários) e uma balança para saber o peso de produto carregado.

É comum que a balança seja a mesma utilizada na recepção. Porém, é recomendável que existam outros equipamentos que, se não são essenciais, são de grande utilidade no processo de expedição.

Os equipamentos opcionais seria a tulha de expedição e uma balança específica para o processo de expedição, que fica localizada embaixo da tulha.

Em unidades de pequeno porte, é normal que o carregamento dos veículos ocorra direto por um elevador e o local de carregamento seja a própria estrutura da moega, utilizando assim esse espaço para duas finalidades, recebimento e expedição.

Essa é uma alternativa para baixar os custos de construção da unidade, porém acarreta limitações operacionais. A principal delas é de não poder realizar recebimento e expedição de produto simultaneamente, o que pode ser necessário em algumas situações.

Tulhas

A expedição pode ser realizada diretamente do elevador para os veículos por meio da canalização, ou pode-se utilizar um equipamento denominado de tulha de expedição.

A tulha nada mais é do que uma caixa elevada, normalmente retangular e que funciona como um pulmão durante o processo de expedição. Ela auxilia e agiliza bastante no processo porque permite que se estabeleça um fluxo regular de produto, e principalmente porque como ela possui diversas bocas de saída, permite que se faça o enchimento dos veículos com maior rapidez. Isso porque tem-se um fluxo de produto simultâneo nas diversas bocas de saída, aumentando a vazão de produto, não necessitando manobras dos veículos para encher todos os pontos da caçamba.

Figura 110 – Exemplo típico de tulha de expedição metálica.



Fonte: Kepler Weber, 2013.

Salienta-se que também existem tulhas de concreto e ainda com outras formas geométricas (redondas, hexagonais, entre outros).

No entanto, a tulha retangular metálica com várias bocas de saída é a solução que se mostra mais interessante, tanto em função do investimento como as facilidades operacionais que proporciona.

Enchimento da tulha

Esse é um ponto importante e que deve ser planejado já no projeto da unidade. É comum ver tulhas de expedição alimentadas diretamente pelo elevador de grãos. Porém, isso pode trazer problemas operacionais.

A primeira questão é que dessa forma não é possível um enchimento homogêneo de todas as regiões da tulha, ou seja, pode ser que fiquem espaços sem produto. Então, durante o carregamento dos veículos pode ocorrer de alguma boca de saída ficar sem produto e assim alguns pontos da carroceria não receberem grãos.

Caso a tulha seja abastecida dessa forma, é importante ficar sempre atento ao nível e evitar que falte produto em algum ponto. A forma ideal de abastecer a tulha é por meio de um transportador horizontal, normalmente de corrente, com várias saídas intermediárias, colocado longitudinalmente acima da tulha.

É importante que esses registros possuam regulagem, a fim de, permitir dosar a quantidade de produto que sai em cada um. Assim, consegue-se uma distribuição uniforme e constante da carga ao longo do comprimento da tulha e, conseqüentemente, todas as bocas de saída terão sempre a mesma quantidade de produto.

Outra vantagem desse sistema é que normalmente a saída final do transportador fica ligada ao pé do elevador de carga, assim caso ocorra o enchimento total da tulha e por algum motivo o controle de nível não desligar o fluxo, o excesso de produto voltará para o elevador e não causará um problema imediato.

Porém, os operadores precisam ficar atentos para tomar alguma ação assim que isso ocorra, pois do contrário poderá ocorrer um acúmulo de produto no pé do elevador e conseqüente seu embuchamento.

Registros

Para realizar a operação de carregamento de veículos (caminhões, vagões ferroviários ou outros veículos) as tulhas de expedição dispõem de uma série de registros inferiores ao longo do seu comprimento. Esses registros podem ter abertura manual ou pneumática.

Para unidades maiores, com maior fluxo e frequência de embarques o sistema pneumático é o ideal. Com ele, pode-se acionar a abertura de todos os registros simultaneamente, fazendo o enchimento de todas as regiões da carroceria ou vagão ao mesmo tempo.

Quando se trata de tulhas de expedição ferroviária, onde se carregam vagões de trens, é mandatório que se tenha os registros pneumáticos, pois cada vagão pode carregar até 80 t de produto e o tempo parado de uma composição ferroviária tem um custo muito elevado.

Também no caso de carregamento de caminhões tipo bitrem, o sistema pneumático deve ser utilizado.

Cabe salientar que esses registros, se possuírem acionamento pneumático, também deverão ter uma lingueta de acionamento manual. Isso por dois motivos básicos.

O primeiro é de que se precisa regular o fluxo de produto, de forma a ter uma cadência adequada e até evitar problemas estruturais na tulha.

Outro motivo é porque, se houver qualquer pane no sistema pneumático, ou até mesmo falta de energia elétrica, haverá o recurso de abrir ou fechar os registros manualmente.

Carregamento dos caminhões, vagões e outros

Assim como qualquer processo de uma unidade de armazenagem de grãos, o carregamento dos caminhões ou vagões com produto deve ser realizado apenas por pessoal treinado e habilitado.

É importantíssimo seguir todos os procedimentos de **segurança**, ainda mais que, além dos equipamentos existentes na unidade, nessa etapa estarão envolvidos veículos e outras pessoas (motorista, por exemplo) que não fazem parte da unidade em si.

Uma comunicação clara entre operadores e motoristas é fundamental para que não ocorram equívocos e muito menos **acidentes**.

O carregamento só deve iniciar após o devido desenlonamento do caminhão ou abertura das tampas do vagão, se for o caso, e seu posicionamento embaixo do ponto de carga ou da tulha de expedição. É importante observar esse posicionamento correto para que se evite derramamento de produto devido a erros de posição do caminhão ou vagão.

Salienta-se que o motorista não deve permanecer na cabine durante o carregamento.

Pesagem

Sempre se deve observar para que o peso total do conjunto (caminhão + produto) não ultrapasse o limite máximo permitido por lei.

Se houver balança embaixo do ponto de carga essa tarefa fica facilitada, pois pode-se acompanhar o peso do conjunto durante o carregamento.

Caso não exista balança nesse ponto, a pesagem deve ser realizada na saída do caminhão da unidade e, para isso, normalmente se utiliza a mesma balança usada na recepção dos grãos.

Em unidades com expedição ferroviária muitas vezes são utilizadas "balanças de fluxo" que ficam posicionadas no fluxo da expedição antes da tulha.

Cuidados com a segurança na expedição de grãos

Ao retirar amostras de produto, nunca colocar a mão dentro de transportadores de grãos ou qualquer outro equipamento em movimento pois o risco de acidentes é elevado com possíveis danos permanentes! Qualquer retirada de produto deve ser realizada no fluxo de produto fora do equipamento.

Deve-se ter cuidado especial ao se deslocar pelas plataformas existentes e ao operar os registros e canos de saída das tulhas.

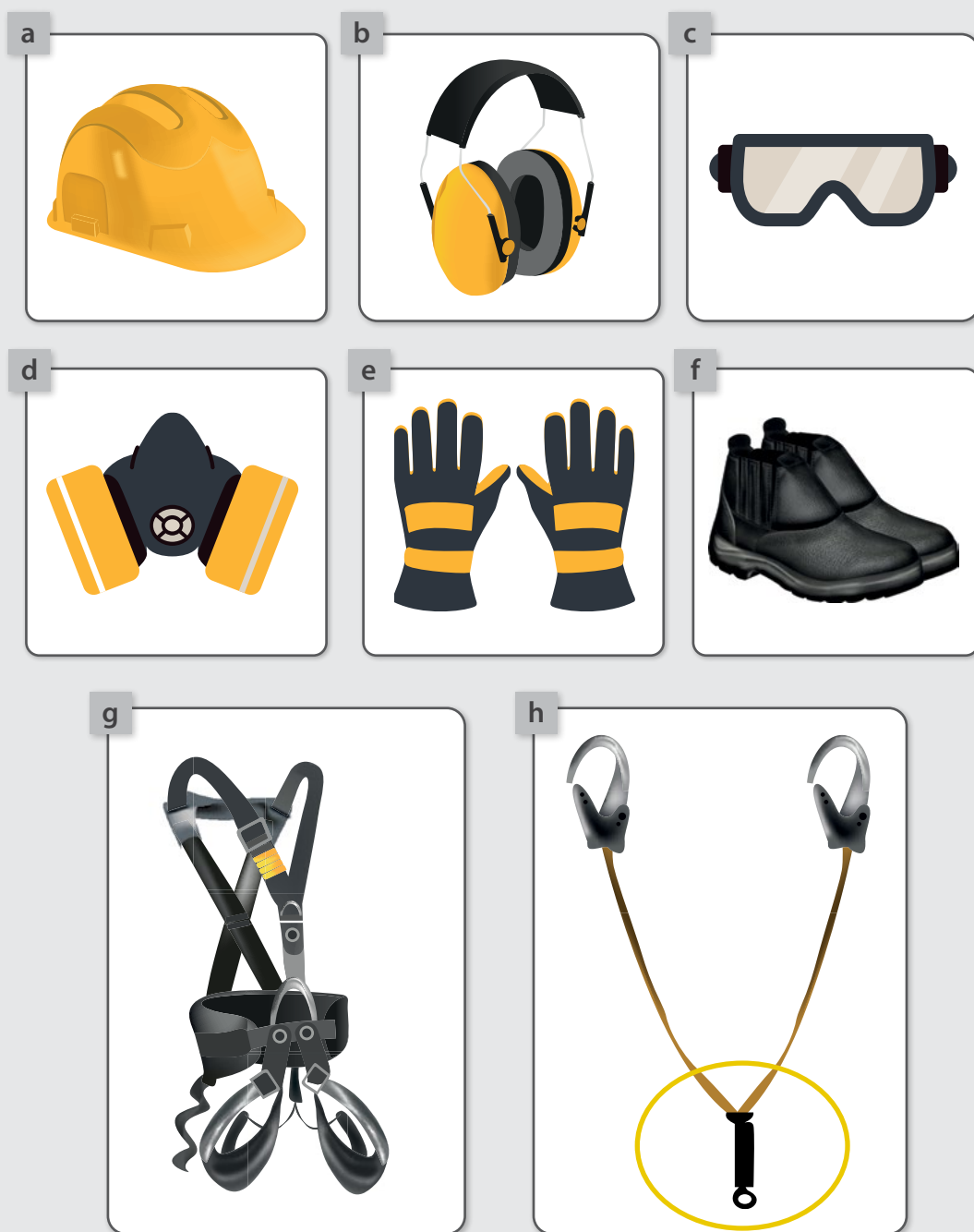
Manter-se afastado, a uma distância segura, de caminhões ou vagões em deslocamento ou manobra.

Qualquer imprudência pode causar graves acidentes. Um acidente, por menor que seja, pode trazer sérias consequências para o resto da vida.

Sempre utilize os EPIs indicados para o trabalho específico, tais como:

- botinas, luvas e óculos de segurança (em todos os trabalhos);
- máscaras para espaços confinados ou onde houver emissão de pó;
- protetores de ouvido para locais com ruído;
- roupa adequada e demais proteções necessárias conforme o tipo de trabalho.

Figura 111 – EPIs recomendados para trabalhos na expedição de grãos: capacete (a), protetor auricular (b), óculos de segurança (c), respirador (d), luvas (e), botas de segurança (f), cinto de trabalho em altura (g) e talabarte (h).



Fonte: Kepler Weber, 2013.

REFERÊNCIA

- ALMEIDA & CIA. **Manual de conservação de grãos**. 2005. Disponível em: <http://www.acalmeidaecia.com.br/sites/default/files/manual_de_conservacao_de_graos_novo.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2015.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Decreto nº 6.268/2007. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, 23 nov. 2007.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa nº 13/2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 fev. 2004.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa MAPA nº 60/2011. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, 23 dez. 2011.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa MAPA nº 18/2012. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, 05 jul. 2012.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa MAPA nº 11/2007. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, 16 mai. 2007.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa MAPA nº 37/2007. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, 30 jul. 2007.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Lei Federal nº 6.367/1976. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, 21 out. 1976.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Lei Federal nº 10.711/2003. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, 06 ago. 2003.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Portaria Ministério do Trabalho e Emprego n. 202. NR-33 segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção I, 29 ago. 2012.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Portaria Ministério do Trabalho e Emprego n. 505. NR 6 - equipamento de proteção individual - EPI. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção I, 17 abr. 2015.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Portaria SIT n. 313 do Ministério do Trabalho e Emprego. NR-35 trabalho em altura. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção I, p.140, 27 mar. 2012.
- CASEMG. **Amostragem de produtos**. 2014. Disponível em: <<http://www.casemg.gov.br/servicos/amostragem.html>>. Acesso em: 05 jan.2015.
- KEPLER WEBER. **Apostila operação e manutenção de equipamentos KW**. Panambi, RS: Kepler Weber, 2013.

KEPLER WEBER. **Apostila treinamento de empreiteiros**. Panambi, RS: Kepler Weber, 2014.

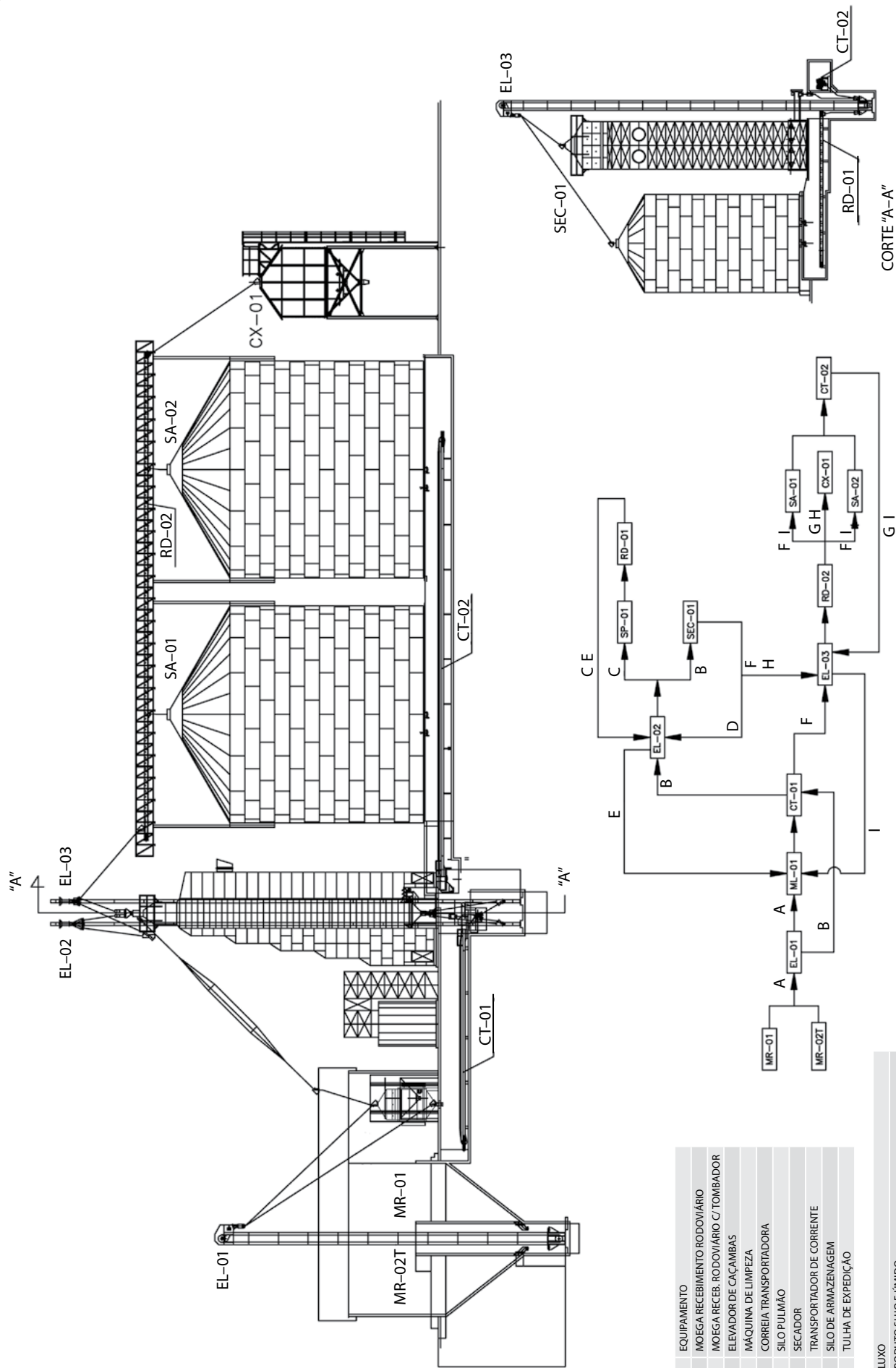
LASSERAN, J.C. **Princípios gerais de secagem**. Viçosa: CETREINAR, 1995. 1149 p.

SASSERON, J. L. **Aeração de grãos**. Viçosa: CENTREINAR, [197-]. 54 p.

_____. **Amostragem de grãos**. Viçosa: CENTREINAR, 1979. (Biblioteca(s): Embrapa Meio Norte / UEP-Parnaíba).

ANEXO1

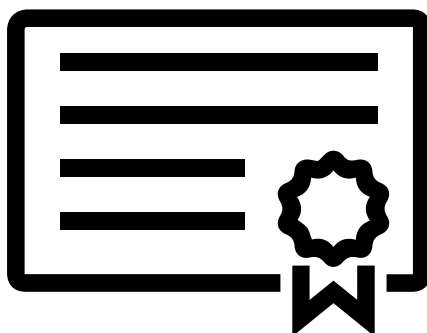
Fluxograma de uma unidade armazenadora de grãos



ABREVIATURAS	EQUIPAMENTO
MR	MOEGA RECEBIMENTO/RODOVIÁRIO
MR-T	MOEGA RECEB. RODOVIÁRIO C/ TOMBADOR
EL	ELEVADOR DE CAÇAMBAS
ML	MÁQUINA DE LIMPEZA
CT	CORREIA TRANSPORTADORA
SP	SILO PULMÃO
SEC	SECADOR
RD	TRANSPORTADOR DE CORRENTE
SA	SILO DE ARMAZENAGEM
CX	TULHA DE EXPEDIÇÃO

REF.	FLUXO
A	PRODUTO SUJO E ÚMIDO
B	PRODUTO LIMPO E ÚMIDO
C	PRODUTO PARA SILO PULMÃO E DO SP PARA O SECADOR
D	RODÍZIO DE SECAGEM
E	PRODUTO DO SILO PULMÃO PARA MÁQUINA DE LIMPEZA
F	PRODUTO PARA ARMAZENAGEM
G	PRODUTO DOS SILOS DE ARMAZENAGEM PARA EXPEDIÇÃO
H	PRODUTO DO SECADOR PARA EXPEDIÇÃO
I	PRODUTO DOS SILOS DE ARMAZENAGEM PARA ML OU TRANSILAGEM

CERTIFICADO DO CURSO



O certificado de conclusão é emitido, no mínimo, 30 dias após encerramento do curso, tempo necessário para o instrutor realizar a análise de desempenho de cada aluno, para que, posteriormente, a área de certificação do Sistema FAEP/SENAR-PR realize a emissão.

Você pode acompanhar a emissão de seu certificado em nosso site ***sistemmafaep.org.br***, na seção Cursos SENAR-PR > Certificados ou no QRCode ao lado.



Consulte o catálogo de curso e a agenda de datas no sindicato rural mais próximo de você, em nosso site ***sistemmafaep.org.br***, na seção Cursos ou no QRCode abaixo.



***Esperamos encontrar você novamente
nos cursos do SENAR-PR.***



KEPLERWEBER°

SISTEMA FAEP



Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar
Fone: (41) 2106-0401
80010-010 - Curitiba - Paraná
e-mail: senarpr@senarpr.org.br
www.sistemafaep.org.br



Facebook
Sistema Faep



Twitter
SistemaFAEP



Youtube
Sistema Faep



Instagram
[sistema.faep](https://www.instagram.com/sistema.faep)



Linkedin
[sistema-faep](https://www.linkedin.com/company/sistema-faep)



Flickr
SistemaFAEP