

LARISSA CORVELO GOBBO

ANÁLISE DE RISCOS EM ESPAÇO CONFINADO DE ARMAZÉM DE  
GRÃOS SUBTERRÂNEO, SEGUNDO NR 33

São Paulo  
2013

LARISSA CORVELO GOBBO

ANÁLISE DE RISCOS EM ESPAÇO CONFINADO DE ARMAZÉM DE  
GRÃOS SUBTERRÂNEO, SEGUNDO NR 33

Monografia apresentada à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo para obtenção do  
título de Especialista em Engenharia de  
Segurança do Trabalho.

São Paulo  
2013

## FICHA CATALOGRÁFICA

**Gobbo, Larissa Corvelo**  
**Análise de riscos em espaço confinado de**  
**armazém de grãos subterrâneos, segundo NR 33/ L.C.**  
**Gobbo. -- São Paulo, 2013.**

**56 p.**

**Monografia (Especialização em Engenharia de**  
**Segurança**

**do Trabalho) - Escola Politécnica da Universidade de São**  
**Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.**

## **AGRADECIMENTOS**

À todos os meus familiares e amigos e todos que de alguma forma me ajudaram durante todo o processo, incentivando e apoiando meus esforços e busca por novos conhecimentos.

Agradeço também a equipe de Operações da Brasilagro – Companhia Brasileira de Propriedades Agrícolas, pelo apoio nas atividades práticas desenvolvidas e no fornecimento de dados para a conclusão desse trabalho, em especial, ao Engenheiro Agrônomo André Guillaumon, diretor de operações da Brasilagro, pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

## RESUMO

Esse trabalho aborda o levantamento de informações técnicas e caracterização dos espaços confinados em um armazém de grãos do tipo subterrâneo, numa análise crítica dos riscos encontrados, com foco principal nos riscos inerentes às atividades e trabalhos realizados nos chamados espaços confinados.

Silos subterrâneos estruturas robustas e complexas utilizadas no armazenamento de grãos, principalmente soja e milho, no intuito de facilitar o escoamento e comercialização de grandes produções agrícolas.

Por envolverem locais com condições limitantes para execução e/ ou restrição de trabalho devido à periculosidade envolvida, sejam elas químicas, pela redução dos níveis de oxigênio e presença de gases asfixiantes, físicas ou ergonômicas pela limitação da locomoção e mobilidade nos locais de trabalho, ou biológicas pela presença de material particulado em suspensão gerando uma atmosfera instável, esses locais são classificados como espaços confinados e alvo, portanto, da NR 33 – Espaços Confinados.

Tendo essa norma como ponto de partida, foi elaborado e aplicado um check-list de perguntas rápidas e objetivas, a fim de se conhecer a real dimensão da problemática para adequação das estruturas de armazenamento de grãos às normas brasileiras vigentes.

Com base nas informações fornecidas e coletadas via questionário qualitativo, foi feita a análise crítica das condições de trabalho nos espaços confinados do silo subterrâneo, e a partir disso, propostas correções e adequações estruturais, de sinalização e ocupacionais para melhoria das condições de trabalho.

**Palavras-chave:** Espaços confinados, armazém de grãos, análise de risco, NR 33.

## **ABSTRACT**

This thesis approaches the technical information survey and characterization of an underground silo used to stock grains, in a critical analysis of a risk study with the main focus on the risks associated to the activities and tasks performed in so called confined spaces.

Underground silos are robust structures used to store grains, specially soybeans and maize, aiming to facilitate the outflow and commercialization of large scale productions.

Once such places involve limiting or restricting conditions to the performance of tasks due to the involved dangerousness (either chemical by the reduction of oxygen levels and presence of suffocating gases, or physical by limiting mobility, or biological by the presence of suspended particulate matter generating an unstable atmosphere), they are classified as confined spaces, therefore applied on NR 33 – Confined spaces, on Brazilian`s laws.

From this norm, a checklist with objective questions was elaborated and applied in order to better understand the real dimension of the obstacles involving the adequacy of those storage structures to Brazilian current law.

With the information gathered using the mentioned checklist, a critical analysis of working conditions in limited spaces of underground silos was done and considered to support some correction and important complements there were proposed to the next update of the document.

**Keywords:** Confined spaces, underground stock grain, risk analysis, NR 33.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Unidade armazenadora com conjunto de silos metálicos, transportadores e secadores de torre. ....                                | 15 |
| Figuras 2 e 3: Unidade de silos verticais, modelos de chapa metálica. ....  | 16 |
| Figuras 4: Quadro do processo de armazenagem utilizando sistema de secagem convencional. ....   | 17 |
| Figura 5: Fluxograma apresentando as etapas de produção e pré-processamento de grãos. ....  | 19 |
| Figura 6: Máquina de ar do sistema ar-peneira, utilizada para limpeza de grãos a granel. ....   | 24 |
| Figuras 7 e 8: Acidente envolvendo silo de 10.000 m <sup>3</sup> no porto de Paranaguá, em 2011. ....                                     | 31 |
| Figura 9: Poeira depositada sobre equipamento no acesso ao túnel subterrâneo da unidade de armazenamento de grãos. ....                   | 36 |
| Figura 10: Trabalhadores no fundo do silo de grãos durante as atividades de movimentação da pilha de produtos. ....                       | 38 |
| Figura 11: Vista situação e perfil - UAG em estudo. ....  | 52 |
| Figura 12: Detalhamento - topo perfil - do armazém de grãos. ....   | 53 |
| Figura 13: Detalhamento acesso ao túnel subterrâneo – espaço confinado em estudo. ....  | 54 |
| Figura 14: Detalhamento dos equipamentos da área de recebimento e carregamento do silo – silos pulmão, moegas e elevadores de carga. .... | 55 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1: Classificação oficial dos métodos e sistemas de secagem de grãos. ....               | 22 |
| Tabela 2: <i>Check-list</i> pós aplicação, elaborado com base na NR 33 – Espaço confinado..... | 41 |



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PPRA – *Programa de Prevenção de Riscos Ambientais*

PCMSO – *Plano de Controle Médico e Ocupacional*

UAGs – *Unidades de Armazenamento de Grãos*

NR – *Norma Regulamentadora*

EPI – *Equipamento de Proteção Individual*

EPC – *Equipamento de Proteção Coletiva*

EC – *Espaços Confinados*

OSHA – *Occupational Safety and Health Administration*

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>   | <b>12</b> |
| 1.1. OBJETIVOS   | 13        |
| <b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b>  | <b>14</b> |
| 2.1. ARMAZENAMENTO DE GRÃOS  | 14        |
| 2.1.1. Silos aéreos e subterrâneos   | 14        |
| 2.1.1.1. Silos verticais   | 14        |
| 2.1.1.2. Silos subterrâneos  | 16        |
| 2.1.2. Processo de armazenagem a granel  | 17        |
| 2.1.3. Etapas de armazenamento   | 18        |
| 2.1.3.1. Recepção (descarregamento)  | 19        |
| 2.1.3.2. Pré-limpeza   | 20        |
| 2.1.3.3. Secagem   | 20        |
| 2.1.3.4. Limpeza   | 23        |
| 2.1.3.5. Armazenamento   | 25        |
| 2.2. ESPAÇOS CONFINADOS EM ARMAZÉNS DE GRÃOS DO TIPO SUBTERRÂNEO: GERENCIAMENTO DE RISCOS E LEGISLAÇÃO APLICÁVEL | 25        |
| 2.2.1. Normas técnicas aplicáveis  | 25        |
| 2.2.1.1. Espaços confinados em armazéns de grãos e NR 33   | 25        |
| 2.3. HISTÓRICO DE ACIDENTES EM ARMAZÉM DE GRÃOS  | 29        |
| <b>3. METODOLOGIA</b>  | <b>32</b> |
| 3.1. DESCRIÇÃO DA UNIDADE EM ESTUDO  | 33        |
| 3.1.1. Identificação de riscos e perigos em silos subterrâneos   | 33        |
| 3.1.2. Identificação dos espaços confinados existentes   | 34        |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>  | <b>35</b> |
| 4.1. DO MAPEAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS EXISTENTES   | 35        |
| 4.1.1. Riscos de explosões e incêndios   | 35        |
| 4.1.2. Riscos biológicos   | 37        |
| 4.1.3. Risco de engolfamento   | 38        |
| 4.2. ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE <i>CHECK-LIST</i> – NR 33   | 39        |

|                           |                                      |
|---------------------------|--------------------------------------|
| <b>5. CONCLUSÕES.....</b> | <b>45</b>                            |
| <b>ANEXO A.....</b>       | <b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b> |
| <b>ANEXO B.....</b>       | <b>56</b>                            |
| <b>ANEXO C.....</b>       | <b>57</b>                            |

## 1. INTRODUÇÃO

O setor agrícola brasileiro contribui para o crescimento econômico e a ele são delegadas importantes tarefas, como, por meio do aumento da produção e da produtividade, ofertar alimentos e matérias-primas para o mercado interno; gerar excedentes para exportação, ampliando a disponibilidade de divisas; transferir mão-de-obra para outros setores da economia; fornecer recursos para esses setores; e consumir bens produzidos no setor industrial.

Em comparação com outros países onde a agricultura é também economicamente expressiva, o Brasil apresenta condições privilegiadas para, de forma rápida, ampliar a produção e modernizar o comércio de produtos agrícolas. Em sua oitava avaliação para a safra 2007/08, a CONAB estimou uma área plantada total 1,6% superior à cultivada na safra anterior, passando de 46,21 milhões de hectares para 46,97 milhões, o que indica que foram incorporados quase 760 mil hectares ou 142 milhões de toneladas, demonstrando um crescimento de 7,9% de uma safra para a outra. Esse crescimento sinalizado pela CONAB pode ser constatado a exemplo do município de Ribeiro Gonçalves, ao sul do estado do Piauí, que teve, segundo estimativa da CONAB para os anos 2008-09, 42.196.865 hectares de área plantada, sendo que nos anos anteriores nem citada era no âmbito de produção agrícola brasileiro.

Considerando o crescimento cada safra maior da produtividade de grãos no Brasil e a ampliação das fronteiras agrícolas nos últimos anos, incluindo no mapa de produção o sul do estado do Piauí e outras regiões antes não cultivadas, está inserida a questão do armazenamento dessa produção e sua comercialização estratégica, e toda a emblemática de infraestrutura e linhas de escoamento da produção, focada no transporte terrestre e, portanto, dependente da malha viária em sua maior parte (CONAB, 2008).

Como solução para a crescente produção agrícola brasileira e também para melhor controlar as vendas e os picos de preços baixos dos grãos durante a colheita,

quando a oferta é maior, a implantação do manuseio e armazenagem de grãos a granel se dá como uma tendência universal, onde a manipulação a granel é generalizada e integrada desde a colheita e melhora no nível de tecnificação, beneficiando assim os produtores de grãos.

Os grandes armazéns de grãos a granel são divididos em dois tipos – horizontais e verticais -, sendo o silo subterrâneo a estrutura mais robusta de todos, classificado na categoria horizontal, e que, apesar disso, entrou nos últimos anos em desuso devido ao seu alto valor de construção e manutenção, se comparado com as outras alternativas, principalmente os silos verticais metálicos.

Silos subterrâneos, por definição, são estruturas robustas de alvenaria e chapas metálicas para armazenagem temporária de grãos entre o período de pós-colheita até sua comercialização, podendo armazenar os produtos por grandes períodos e proporcionando, assim, melhor retorno monetário na comercialização dos produtos. Fazem parte da unidade estrutural os (i) silos pulmões, (ii) secador de grãos e (iii) unidade de armazenagem subterrânea.

Por serem estruturas onde se encontram locais com restrição de trabalho e condições limitantes para execução de tarefas devido à periculosidade envolvida, bem como questões estruturais, são classificados como espaços confinados e alvo, portanto, da aplicação da NR 33 – Espaços Confinados.

## 1.1. OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho é analisar criticamente a situação atual dos espaços confinados em silo de grãos do tipo subterrâneo através da coleta de informações e aplicação de check-list baseado na Norma Regulamentadora 33, propondo adequações e correções estruturais, de sinalização e ocupacionais para melhoria do ambiente de trabalho e atividades executadas.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1. ARMAZENAMENTO DE GRÃOS**

O tipo de armazenamento ideal é função da necessidade de armazenar grão e, além disso, o nível tecnológico do armazenamento será estabelecido de acordo com o volume a ser armazenado e a disponibilidade de recursos para a construção e para os equipamentos que constituirão a unidade armazenadora (EMBRAPA Milho e Sorgo, 2008).

Existem dois tipos de sistemas de armazenamento de grãos:

- i. A granel, em silos e
- ii. A granel ou em sacarias, em armazéns.

Nesse trabalho em questão, o foco será dado somente ao armazenamento de grãos em silos subterrâneos, especificamente para fazendas das chamadas fronteiras agrícolas.

#### **2.1.1. Silos aéreos e subterrâneos**

Como foi dito anteriormente, o armazenamento de grãos têm uma divisão estrutural e a modalidade a granel, em silos, propriamente dita, tem também uma subdivisão: silos aéreos ou subterrâneos.

##### **2.1.1.1. Silos verticais**

Silos verticais são também conhecidos como graneleiros. Estes silos são estruturas cilíndricas, construídos em concreto ou em chapas de aço, que ocupam uma área relativamente pequena, já que suas dimensões de altura são muito maiores que as de seu diâmetro, sendo adotada como padrão a proporção de 2:1, tanto para ambos modelos. Estes silos possuem capacidade de armazenar de 4 a 6 mil toneladas de

grãos e são altamente recomendados para soja, por sua fácil capacidade de escoamento. Assim como a soja, algodão e amendoim são outras duas culturas com um bom escoamento em silos verticais. Dentre as modalidades de silo, é a de fabricação mais fácil e construção ágil, exatamente por conta das chapas metálicas, itens leves e fáceis de manusear, porém resistentes para o tipo de atividade em questão.

Esse tipo de silo possui o fundo plano e tem como características o baixo custo por tonelada armazenada, sendo a melhor opção para estocagem de grãos por longos períodos e, ainda, possibilitando ampliações verticais, otimizando o espaço físico, pois são construídos em linhas sequenciais.



Figura 1: Unidade armazenadora com conjunto de silos metálicos, transportadores e secadores de torre.

Fonte: PIMENTEL, 2007.



Figuras 2 e 3: Unidade de silos verticais, modelos de chapa metálica.  
Fonte: própria e Kepler Weber (2013), respectivamente.

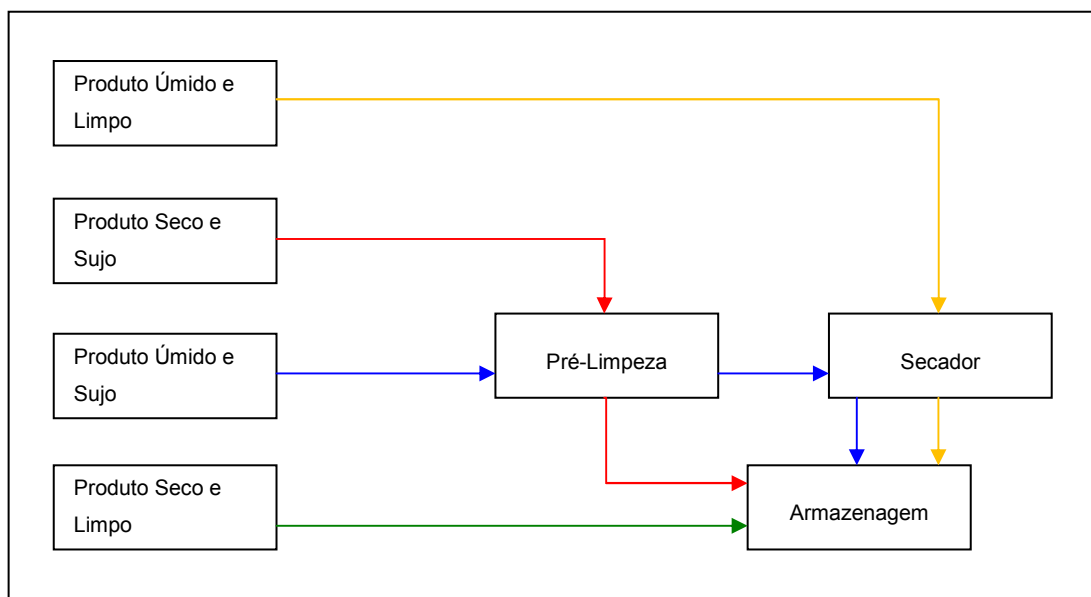
#### 2.1.1.2. Silos subterrâneos

O uso de armazéns subterrâneos está em desuso atualmente, isso porque apesar de viável tecnicamente e economicamente, sua descarga de grãos é difícil, sendo necessária a construção de vários pequenos silos para que sejam descarregados totalmente, a medida que for necessário.

O silo subterrâneo consiste de uma vala escavada, revestida de lona plástica, firmada com barras de ferro na parte superior, para fixação. Por debaixo da lona plástica, no fundo do silo é recomendável a colocação de uma camada de palha de milho, ou outra cultura. O grão é então descarregado, com índice de umidade variando entre 12 e 14%, e coberto com a lona. Acima da lona coloca-se uma camada de solo, outro de palha e outra de solo, formando uma estrutura côncava para escoamento de água de chuva e não empoçamento. Não se deve esquecer de construir canaletas para escoar água de chuva e evitar contato da abertura do silo ou penetração por alguma abertura acidental. (EMBRAPA Milho e Sorgo, 2008).

Em termos de processo, o fluxograma operacional ilustrado na Figura 4 - Quadro do processo de armazenagem utilizando sistema de secagem convencional demonstra a entrada e saída do produto num armazém de grãos subterrâneo:





Figuras 4: Quadro do processo de armazenamento utilizando sistema de secagem convencional.  
Fonte: Bragatto e Barrella (2001).

Em termos de descrição da estrutura, o detalhamento de cada etapa, bem como a descrição do funcionamento e dos compartimentos na unidade de estudo em questão – o silo subterrâneo – foram detalhados nos itens 2.1.3. Etapas de armazenamento e Anexo A, onde constam as plantas baixas com o detalhamento das estruturas da unidade em estudo.

### 2.1.2. Processo de armazenagem a granel

Em grãos armazenados o organismo mais importante é o próprio grão que, embora esteja em estágio de dormência, tem todas as propriedades de um organismo vivo. Silo é o método de armazenamento de grãos que permite maior controle da qualidade, devido à facilidade de associação com sistemas de secagem com ar forçado, e garantindo maior qualidade ao produto final (KOSOSKI & BITTENCOURT, 1979, 118p).

São estruturas individuais que podem ser construídas de chapas metálicas, de concreto ou alvenaria, equipadas ou não com sistema de aeração, e podem ser

classificados em duas modalidades distintas: silos horizontais e verticais, dependendo da relação altura e diâmetro que apresentam.

A modalidade mais comum de armazenamento é o tipo a granel, isso porque devido aos avanços tecnológicos, os equipamentos e estruturas de armazenamento/ secagem de grão estão altamente desenvolvidos, possibilitando o armazenamento de produções em larga escala, como é o caso das fronteiras agrícolas (EMBRAPA Milho e Sorgo, 2008).

Segundo FILHO, SILVA e REZENDE (2010), a definição das características de um armazém de grãos se dá de acordo com as particularidades do local em que está inserido, o que no caso dos empreendimentos agrícolas, significa o conjunto formado pela área plantada, produtividade esperada/ estimada, tipos de produtos produzidos, tempo previsto de estocagem, condições regionais de transporte nas diferentes épocas do ano e nível de desenvolvimento tecnológico da propriedade, além do potencial de adoção de novas tecnologias para desenvolvimento e melhorias empregados.

A opção da construção de estruturas como silos é feita em razão, principalmente, da elevação do potencial de armazenagem com a consequente redução do custo de operação se comparado à armazenagem em sacarias, maior facilidade no controle de pragas, facilidade no manuseio devido à automatização da maioria dos processos e menor uso de mão-de-obra.

### **2.1.3. Etapas de armazenamento**

Segundo BRAGATTO E BARRELLA (2001), o processo de armazenamento à granel prevê uma série de etapas anteriores à armazenagem propriamente dita, a fim de manter o bom armazenamento dos grãos. Essas etapas seriam a pré-limpeza e a secagem convencional. Na primeira, ocorre a retirada das impurezas existentes na massa de grãos e, na etapa seguinte, há a aplicação de correntes de ar aquecido por fornos secadores (fornalhas), com vistas à retirada do excesso de umidade dos grãos e manutenção da qualidade para armazenamento.

Nas Unidades de Armazenamento de Grãos (UAGs) as operações de pré-armazenamento incluem colheita, transporte, recepção, pré-limpeza, secagem, limpeza ou seleção e expurgo preliminar. Na sequência é realizado o armazenamento do grão até sua comercialização propriamente dita. Apesar de nem sempre são realizadas todas as operações, contudo, as etapas de pré-limpeza e a secagem são geralmente compulsórias (ELIAS & OLIVEIRA, 2009).

A seguir consta na Figura 5 - Fluxograma apresentando as etapas de produção e pré-processamento de grãos, assim como as possibilidades de caminhos e processos, de acordo com as características apresentadas pelos produtos pós-colheita.

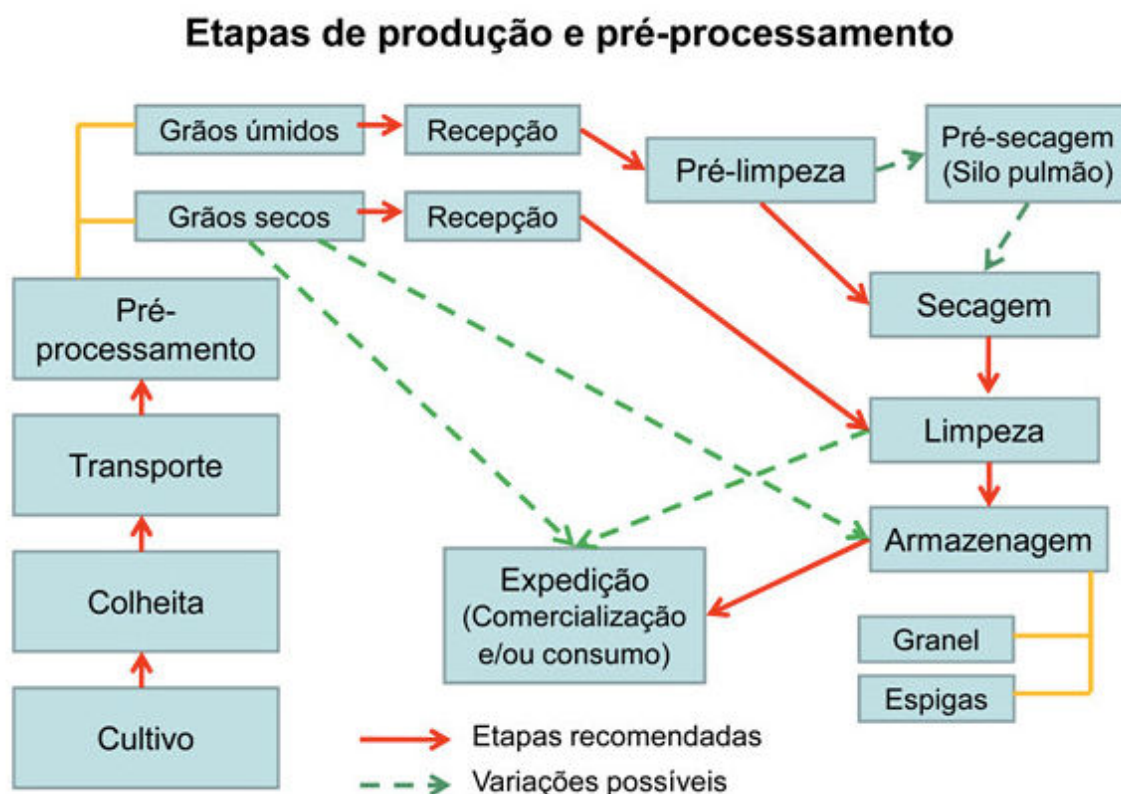


Figura 5: Fluxograma apresentando as etapas de produção e pré-processamento de grãos.  
 Fonte: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2011.

#### 2.1.3.1. Recepção (descarregamento)

A recepção dos grãos é feita sob as moegas, onde há um túnel com transportadores que levam os grãos até à casa de máquinas para as etapas seguintes de beneficiamento e secagem.

Na sequência da descarga há o transporte dos grãos, onde há o deslocamento dos grãos para o compartimento onde é realizada a fase de pré-limpeza dos grãos, descrita mais detalhadamente na sequência descarregamento dos grãos pós-colheita.

#### 2.1.3.2. Pré-limpeza

O processo de pré-limpeza é constituído basicamente da remoção de impurezas, restos culturais<sup>1</sup> e de grãos trincados, quebrados ou ardidos<sup>2</sup> e essa etapa deve ser realizada obrigatoriamente antes da etapa de armazenamento, podendo envolver, ainda, a secagem ou não dos grãos.

Nas chamadas UAGs – Unidades de Armazenamento de Grãos – são armazenados os grãos com a menor quantidade possível de impurezas e/ou matérias estranhas em silos/ graneleiros. Essas impurezas são separadas durante as operações de pré-armazenamento, como foi dito anteriormente.

Vale ressaltar, contudo, que a etapa de pré-limpeza somente é aplicável a grãos úmidos que, após a recepção, são conduzidos para o local específico e indo, na sequência, para a etapa de secagem.

#### 2.1.3.1. Secagem

---

<sup>11</sup> Entende-se por restos culturais todo o material oriundo da área de lavoura e integrante da massa de grãos, antes da etapa de limpeza. São exemplos de restos culturais, terra, poeira, pequenas pedras e grânulos e etc.

<sup>2</sup> Grãos ardidos são grãos cujo teor de umidade ultrapassam os padrões estabelecidos pela legislação vigente e, portanto, devem ser descartados ou misturados à quantidades de grãos adequados para formação da massa homogênea adequada para venda.

A secagem é uma das etapas do pré-processamento dos produtos agrícolas que tem por finalidade retirar parte da água neles contida. A redução da umidade visa garantir a qualidade do produto normal e sadio, além de minimizar contaminações por fungos e bactérias e uniformizam a massa de grãos para os processos seguintes de aeração e/ou secagem.

Secagem de grãos, então, é definida como “um processo simultâneo de transferência de calor e massa (umidade) entre o produto e o ar de secagem”. A remoção da umidade deve, então, ser feita em um nível em que o produto fique em equilíbrio entre o ar do ambiente onde será armazenado, além de obrigatoriamente ser feito de maneira a preservar a aparência, qualidade nutritiva, no caso dos grãos, e mantendo, ainda, a viabilidade como semente (SILVA, AFONSO, DONZELLES E NOGUEIRA, 2009).

A umidade em grão é o percentual de água encontrado na amostra do produto isenta de matérias estranhas e impurezas, determinada por um método oficial ou por aparelho de resultado equivalente. Existem padrões internacionais adotados para o armazenamento de grãos e a soja, especificamente, tem que respeitar os limites de 14% de umidade no grão.

Ou seja, constatando-se umidade maior do que os níveis dos padrões de qualidade são realizados a secagem dos grãos. O processo esse que é realizado após a etapa de descarregamento de grãos e pré-limpeza, onde os grãos úmidos podem ser secos após o enchimento do silo e realizado em lotes, ou em camas.

Quando se adota a secagem em lotes (silo cheio) a secagem é lenta e, portanto, a umidade do grão deve ser de, no máximo, 20%. Isto reduzirá o desenvolvimento de patógenos em pós-colheita. A secagem também pode ser realizada em camadas, de forma a se realizadas a secagem numa massa de grãos, interrompendo o enchimento do silo, até que esta camada esteja seca. Em seguida, é descarregada nova camada de grãos e realizada nova secagem. Isso se repetirá até que se atinja o limite de armazenagem do silo.

Na secagem em camadas é recomendável adotar-se a aeração de manutenção nos grãos que aguardam a secagem. A secagem de ambos os processos poderá ser com ar natural, ou melhor, em temperatura ambiente, com ventilador ligado ao mesmo tempo em que se realiza o enchimento do silo. Ao se associar um aquecedor ao ventilador, realiza-se a secagem com ar aquecido, acelerando esta etapa do processo, porém correndo-se o risco de secar o milho além do recomendado. A temperatura de secagem para grãos destinados a moagem não pode ultrapassar 55° C, e para grãos destinados a fabricação de ração não deve ultrapassar 82°C, de modo a não comprometer a qualidade do produto a que se destina. A secagem com ar aquecido deve ser seguida de seca-aeração para reduzir a temperatura da massa de grãos, ainda um pouco úmida, mais rapidamente. Durante o armazenamento, a massa de grãos tende a ter sua temperatura elevada naturalmente devido a liberação de calor proveniente do processo respiratório. Toda vez que exista um gradiente de temperatura superior a 50° C, entre a massa de grãos e a temperatura externa deve-se proceder aeração por resfriamento, no próprio silo de armazenagem, ou transilagem, que consiste na transferência da massa de grãos para outro silo. (EMBRAPA Milho e Sorgo, et al).

Em síntese, o texto referenciado divide em dois tipos distintos os sistemas de secagem de grãos em silos de armazenagem:

Tabela 1: Classificação oficial dos métodos e sistemas de secagem de grãos.

| Sistemas de secagem natural |                                       |                    |   |  |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------|---|--|
| Sistemas de secagem         | Natural – no campo, na própria planta | Ventilação Natural | Terreiros e paióis<br>Secagem Solar<br>Outros   |  |
|                             |                                       |                    |   |  |
|                             | Artificial                            | Ventilação Forçada | Altas Temperaturas  |  |
|                             |                                       |                    | Quanto aos fluxos   |  |
|                             |                                       |                    | Camada fixa<br>Cruzados<br>Concorrentes<br>Contra-correntes<br>Cascata<br>Rotativo<br>Fluidizado<br>Solar híbrido<br>Intermitentes<br>Contínuos |  |
|                             |                                       |                    | Quanto à operação   |  |
|                             |                                       |                    | Baixas Temperaturas<br>Sistemas Combinados<br>Seca-aeração  |  |
|                             |                                       | Convecção          |   |  |

Fonte: Silva ET al, 2009.

Vale ressaltar a importância da secagem dos produtos agrícolas, pois à medida que cresce a produção, aumenta o impacto positivo da aplicação dessa medida, e isso se deve às vantagens listadas abaixo:

- Permite antecipar a colheita, disponibilizando a área para novos cultivos;
- Minimiza a perda do produto no campo;
- Permite armazenagem por períodos mais longos, sem o perigo de deterioração do produto;
- O poder germinativo é mantido por longos períodos e
- Impede o desenvolvimento de microorganismos e insetos.

#### 2.1.3.4. Limpeza

O processo de limpeza dos grãos é uma operação com foco na redução do teor de impurezas, matérias e corpos estranhos, restos culturais e de grãos trincados, quebrados ou ardidos do lote a nível aceitáveis para a armazenagem e comercialização. A limpeza deve se realizar previamente ao armazenamento, com ou sem secagem, para que se garanta a qualidade dos grãos normais e sadios, reduzindo umidade e minimizando contaminações, uniformizando a massa de grãos, para o processo de aeração e/ou secagem (DALPAQUALE, 2002).

Para cada produto são estipulados limites de tolerância de impurezas e o enquadramento do grão depende, entre outros fatores, do percentual de impurezas contido no lote (OLIVEIRA; LORIN & MALLMANN, 2010).

Importante ressaltar que no processo de expedição da soja, esses limites de impurezas e/ou matérias estranhas podem ser misturadas novamente à massa de grãos, desde que respeitado o limite de 1%, de acordo com a IN MAPA n. 11, de 17 de maio de 2007 que atualizou os critérios técnicos da portaria MAP 262/83 sobre a padronização, classificação e comercialização da soja em grãos.

A operação de limpeza é feita através de máquinas de pré-limpeza e limpeza até que sejam atingidos os níveis adequados para armazenagem e comercialização. O objetivo da limpeza, como foi dito anteriormente, é a remoção ao máximo do nível de impureza e matérias estranhas, sendo para isso utilizados métodos manuais ou mecanizados. Os métodos manuais são simplificados e podem utilizar desde o vento natural para a separação das impurezas dos grãos, como também utiliza peneiras com malhas apropriadas para os diferentes produtos.

No caso da limpeza mecanizada, pode ser realizada com o auxílio de maquinário de ventilação forçada, que inclui peneiras cilíndricas e através do uso da máquina de ar e peneira há a remoção dos itens indesejáveis. Esse método máquina-peneira constitui-se um dos sistemas de limpeza mais eficiente para os grãos a granel, no qual durante o peneiramento são retiradas as impurezas maiores e as menores, e, por aspiração, saem as impurezas leves através do ventilador.



Figura 6: Máquina de ar do sistema ar-peneira, utilizada para limpeza de grãos a granel.  
Fonte: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2007.

A limpeza dos grãos destinados ao armazenamento a granel nas unidades armazenadoras é realizada nas máquinas de ar e peneira, cuja capacidade nominal de limpeza é variável tanto para pré-limpeza quanto para a limpeza após a secagem. A capacidade nominal de limpeza também varia conforme o teor de água no produto



no momento da operação de limpeza. A capacidade das máquinas de ar e peneiras nas operações de pré-limpeza e limpeza, após a secagem, pode variar de cinco até mais de 100 t/hora (PIMENTEL, 2007).

#### 2.1.3.5. Armazenamento

Após a secagem dos grãos há um novo deslocamento e o grão segue em direção à parte principal do silo – o local de armazenamento, propriamente dito. Esse transporte todo é realizado por esteiras rolantes, direcionadas mecanicamente para o local de destino dentro do armazém de grãos, a fim de distribuir os grãos corretamente, homogeneizando as pilhas.

A modalidade mais utilizada para o armazenamento de grãos, como mencionado anteriormente, é o armazenamento a granel, ideal para o armazenamento de produções em maior escala, como em fazendas.

## 2.2. ESPAÇOS CONFINADOS EM ARMAZÉNS DE GRÃOS DO TIPO SUBTERRÂNEO: GERENCIAMENTO DE RISCOS E LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

### 2.2.1. Normas técnicas aplicáveis

Levando-se em consideração que a especificidade do assunto abordado - quantificação dos riscos nos locais de trabalho confinados nos armazéns de grãos subterrâneo – torna-se importante a citação e referenciamento da norma técnica e legislação aplicável – no caso a NR 33 – Espaços Confinados, portaria GM nº 202, de 22 de dezembro de 2006.

#### 2.2.1.1. Espaços confinados em armazéns de grãos e NR 33

Segundo a Norma Regulamentadora 33, é considerado Espaço Confinado:

*“(...) qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio (...)”.*

Considerando que silos são estruturas robustas e indispensáveis ao armazenamento da produção agrícola, por influírem diretamente na qualidade e preço dos grãos comercializados.

Considerando que essas estruturas armazenam toneladas de grãos em locais fechados e enclausurados, onde há restrição nos projetos de ventilação natural e artificial.

Considerando a condição de ambiente com redução do nível de oxigenação do ar devido à emissão de metano e etano, gases esses originários de processos da decomposição natural dos grãos.

Tem-se caracterizado o cenário de espaço confinado no armazém de grãos do tipo subterrâneo, já que a NR conceitua esses locais.

Como exemplo desses espaços confinados na unidade em estudo, temos:

- Túnel subterrâneo, abaixo da pilha de grãos;
- Armazém de grãos e
- Foco abaixo das moegas, no local de descarregamento de grãos.

Importante salientar que maior detalhamento desses locais, incluindo localização em planta baixa, será dado em capítulo específico mais adiante.

Com relação à NR 33, estão listadas obrigações das partes envolvidas no gerenciamento dos riscos em espaços confinados. Essas responsabilidades estão listadas nos itens 33.2, subdividido da seguinte forma:

#### 33.2.1. Cabe ao Empregador:

- a. Indicar formalmente o responsável técnico pelo cumprimento desta norma;
- b. Identificar os espaços confinados existentes no estabelecimento;
- c. Identificar os riscos específicos de cada espaço confinado;
- d. Implementar a gestão em segurança e saúde no trabalho em espaços confinados, por medidas técnicas de prevenção, administrativas, pessoais e de emergência e salvamento, de forma a garantir permanentemente ambientais com condições adequadas de trabalho;
- e. Garantir a capacitação continuada dos trabalhadores sobre os riscos, as medidas de controle, de emergência e salvamento em espaços confinados;
- f. Garantir que o acesso ao espaço confinado somente ocorra após a emissão, por escrito, da Permissão de Entrada e Trabalho;
- g. Fornecer às empresas contratadas informações sobre os riscos nas áreas onde desenvolverão suas atividades e exigir a capacitação de seus trabalhadores;
- h. Acompanhar a implementação das medidas de segurança e saúde dos trabalhadores das empresas contratadas provendo os meios e condições para que eles possam atuar em conformidade com a NR 33;
- i. Interromper todo e qualquer tipo de trabalho em caso de suspeição de condição de risco grave e iminente, procedendo ao imediato abandono do local e
- j. Garantir informações sobre os riscos e medidas de controle antes de cada acesso aos espaços confiados.

#### 33.2.2. Cabe aos Trabalhadores:

- a. Colaborar com a empresa no cumprimento das diretrizes da NR33;
- b. Utilizar adequadamente os meios e equipamentos fornecidos pela empresa;
- c. Comunicar ao Vigia e ao Supervisor da Entrada (dos espaços confinados) as situações de risco para sua segurança e saúde ou de terceiros, que sejam do seu conhecimento e

- d. Cumprir os procedimentos e orientações recebidos nos treinamentos com relação aos espaços confinados.

Em termos de medidas técnicas de prevenção, é obrigatório segundo a NR 33:

- a. Identificar, isolar e sinalizar os espaços confinados para evitar a entrada de pessoas não autorizadas;
- b. Antecipar e reconhecer os riscos nos espaços confinados;
- c. Proceder à avaliação e controle dos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e mecânicos;
- d. Prever a implantação de travas, bloqueios, alívio, lacre e etiquetagem;
- e. Implementar medidas necessárias para eliminação ou controle dos riscos atmosféricos em espaços confinados;
- f. Avaliar a atmosfera nos espaços confinados, antes da entrada de trabalhadores, para verificar se o seu interior é seguro;
- g. Manter condições atmosféricas aceitáveis na entrada e durante toda a realização dos trabalhos, monitorando, ventilando, purgando, lavando ou inertizando o espaço confinado;
- h. Monitorar continuamente a atmosfera nos espaços confinada nas áreas onde os trabalhadores autorizados estiverem desempenhando suas tarefas, para verificar se as condições de acesso e permanência são seguras;
- i. Proibir a ventilação com oxigênio puro;
- j. Testar os equipamentos de medição antes de cada utilização e
- k. Utiliza equipamentos de leitura direta, intrinsecamente seguro, provido de alarme, calibrado e protegido contra emissões eletromagnéticas ou interferência de radiofrequência.

Existem, ainda, exigências a nível administrativo, como elaboração de inúmeros procedimentos relacionados à entrada e acesso aos espaços confinados, incluindo a participação da Comissão Interna de Prevenção a Acidentes – CIPA e Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT nesses processos, capacitação e treinamentos regulares dos trabalhadores envolvidos na execução

dos trabalhos nessas condições especiais, e formação e manutenção de procedimentos de emergência e resgate adequados aos espaços confinados.

Nesse último item, é obrigatória a utilização da ferramenta de análise de riscos para descrição de todos os possíveis cenários de acidentes, para que na sequência conste descrição das medidas de salvamento e primeiros socorros a serem executadas em caso de emergência. É obrigatória, também, a manutenção de equipe de resgate e primeiros socorros, seja ela pública ou privada, e de exercícios simulados com periodicidade anual considerando as situações reais levantadas na análise de riscos.

Fica clara a complexidade dos trabalhos de planejamento e reconhecimento dos locais de trabalho em espaços confinados, dada a periculosidade envolvida, as condições de trabalho disponíveis e a estrutura existente.

Com base nessas premissas, foi elaborado um check-list de respostas objetivas (S/N) e algumas possibilidades de inclusão de comentários e dados por extenso, quando se acha necessário.

### 2.3. HISTÓRICO DE ACIDENTES EM ARMAZÉM DE GRÃOS

Segundo PAIVA (2011), a OSHA (Occupational Safety and Health Administration) publicou relatório a respeito da investigação de acidentes envolvendo espaços confinados entre os anos de 1974 e 1982 e desse estudo constatou-se que dentre os 122 acidentes analisados, a maior causa de óbitos, responsável por 173 baixas, é a asfixia em decorrência da atmosfera tóxica.

Em outro relatório, as estatísticas relacionam 50 acidentes envolvendo situações de fogo e explosões e responsável por 78 fatalidades apenas entre os anos de 1974 e 1979.

Segundo GARCIA (1995), praticamente todos os tipos de pós e poeiras apresentam risco potencial de explosão. No caso específico de silo de cereais, existe a menção na literatura como os de maior periculosidade envolvida e maior número de restritos com acidentes envolvendo explosões de pós (RAVENET, 1970).

Em síntese e segundo ALOISE (2003), para que ocorra uma explosão, há que se ter um conjunto de condições e quantidades ideais num somatório harmônico que produzirá a explosão.

A mudança de incêndio para explosão pode ocorrer facilmente, desde que poeiras depositadas nas cercanias do fogo sejam agitadas, entrem em suspensão, ganhem concentração mínimo, e como o local já está com os ingredientes necessários, o próximo passo é o desencadeamento das subsequentes explosões. Ao contrário, se as poeiras em suspensão causarem uma explosão, as partículas de poeira que estão queimando saem da suspensão e espalham o fogo. Nesses termos, os danos podem ser consideravelmente maiores. Para que ocorra uma explosão com poeira é necessário que esteja presentes alguns fatores (SA, 2007).

São eles:

1. Quantidade de pó;
2. Distribuição do pó no ambiente;
3. Tamanho das partículas em suspensão;
4. Concentração de oxigênio;
5. Tamanho e temperatura da fonte de ignição e
6. Umidade do ar no ambiente em questão.

No caso de espaços confinados em silos e armazéns agrícolas, os riscos de acidentes estão relacionados a (1) explosões, (2) problemas ergonômicos, (3) lesões no trato respiratório (poeiras) e do globo ocular, (4) riscos físicos (ruído, umidade, vibrações, etc) e (5) acidentes em geral (quedas, sufocamentos, etc).

Um dos últimos e mais notórios acidentes envolvendo unidade de armazenamento de grãos e explosões, ocorreu na cidade de Paranaguá, onde um silo de

propriedade da empresa Louis Dreyfus, com capacidade de 10.000 m<sup>3</sup> e que estocava de grãos de milho explodiu em decorrência de uma nuvem de poeira. O acidente ocorreu no dia 17 de novembro de 2011 e deixou 21 feridos, sendo três desses com gravidade, e originou um prejuízo material estimado em cerca de 5 milhões de reais.



Figuras 7 e 8: Acidente envolvendo silo de 10.000 m<sup>3</sup> no porto de Paranaguá, em 2011.

### 3. METODOLOGIA

O estudo de Análise Preliminar de Riscos identifica e avalia qualitativamente os perigos, as potenciais consequências ao trabalhador, ao patrimônio e ao meio ambiente e comunidades vizinhas, e os riscos decorrentes da realização das atividades desenvolvidas em espaços confinados no armazém de grãos do tipo subterrâneo.

Com base nisso, foi empregada nesse estudo de caso a metodologia descrita, cujo objetivo era caracterizar o local de estudo, especificamente os espaços confinados, elaborar check-list baseado na NR 33 para espaços confinados e aplicá-lo em campo, analisar as informações e registros coletados e propor melhorias a partir de pontos considerados fracos, passíveis de melhorias.

A metodologia empregada para identificação e avaliação dos riscos em espaço confinado do armazém de grãos constitui-se de três partes:

- A primeira, o diagnóstico e caracterização de toda a estrutura envolvida no trabalho e o levantamento das situações de riscos e perigos;
- A segunda, a elaboração de *check-list* com os pontos e conformidades a serem seguidas, tendo como norteador a NR 33 e a aplicação *in loco* do item, com intenção da aplicação do questionário/entrevista com foco qualitativo nos funcionários-chave é identificar entendimento de riscos e perigos dos funcionários aos riscos existentes, além de tolerância e adaptabilidade à(s) situação(ões) existentes e
- A terceira e última etapa, consistiu na compilação dos resultados das entrevistas e *check-list*, e avaliação de todos os dados levantados e proposição de melhorias, com vistas à redução dos riscos e perigos de cada função e também estrutural, de sinalização e ocupacional.



O estudo foi subsidiado utilizando os documentos fornecidos pela empresa, tais como projeto técnico com planta baixa do armazém, descritivos detalhados das operações, etapas e processos rotineiros de armazenagem, carregamento e transporte, normas técnicas, normas internas da companhia, procedimentos operacionais e registros fotográficos, além da liberação da visita técnica aos locais.

### 3.1. DESCRIÇÃO DA UNIDADE EM ESTUDO

A unidade de recebimento, armazenamento e carregamento de grãos de uma fazenda em operação, foi construída em 2010 e conta com a seguinte estrutura:

- 1 armazém de grãos, com fundo V duplo, com 140 m de comprimento e 45 m de largura.
- 1 secador de grãos modelo KW125ADS e 1 fornalha e
- 2 silos verticais de chapa metálica.

Para melhor localização da estrutura em estudo seguem 4 plantas de situação e perfil, com detalhamento dos pontos considerados como espaço confinado, todas localizadas no Anexo A.

#### 3.1.1. Identificação de riscos e perigos em silos subterrâneos

Silos são estruturas individuais que podem ser construídas de chapas metálicas, com concreto ou alvenaria, e podem ser classificados em duas modalidades distintas: silos horizontais e verticais, dependendo da relação altura e diâmetro que apresentam. Importante salientar que silos podem ser ou não equipados com sistema de aeração.

São, portanto, estruturas robustas e que apresentam diversos riscos à saúde do trabalhador durante sua jornada de trabalho e apresenta os seguintes riscos ocupacionais:

- Risco de explosões;
- Risco de incêndios;
- Riscos biológicos – material particulado e névoa química (agroquímicos);
- Trabalho em altura e
- Exposição a ruídos mecânicos.

Como não havia mapeamento de riscos no local, foi feita uma avaliação prévia *in loco* para estabelecimento dos principais riscos ocupacionais. Esses itens estão detalhados no capítulo 4. Resultados e Discussões, quando da demonstração dos resultados encontrados.

### **3.1.2. Identificação dos espaços confinados existentes**

As estruturas de o armazém de grãos constituem por si só um espaço confinado, porém, em seu interior existem outros compartimentos, que apresentam também características específicas de confinamento. São eles:

- Túnel subterrâneo e
- Elevadores de carga/descarga (moegas).

Esses espaços confinados podem ser melhor visualizados nas plantas de perfil e situação, localizadas no Anexo A.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1. DO MAPEAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS EXISTENTES**

A partir dos conceitos e definições apresentados até aqui e com base na descrição do panorama geral de galpão de armazenamento de grãos, analisou-se todas as unidades do silo armazenador de grãos para identificação prévia dos pontos classificados como espaços confinados.

Na sequência, foi feita uma triagem dos principais riscos a que estão expostos os trabalhadores nesses locais e, em linhas gerais, os riscos relacionados aos trabalhos realizados em silos de armazéns de grãos tem as seguintes origens:

- Lesões no trato respiratório (poeiras) e do globo ocular;
- Acidentes em geral, como quedas (normais e de alturas), sufocamento pela redução dos índices de oxigênio.
- Explosões de materiais particulados;
- Problemas ergonômicos (baixas alturas) e
- Ruído de maquinário, iluminação reduzida, vibrações e umidade.

#### **4.1.1. Riscos de explosões e incêndios**

Apesar da unidade de armazenamento de grãos conter com soja no momento da análise, também há a disposição de grãos de milho no local e, segundo a literatura, milho é considerado um dos grãos mais perigosos em termos de explosividade, embora toda poeira de grãos seja considerada muito perigosa.

É sabido que indústrias que processam produtos que em alguma de suas fases se apresente na forma de pó, são indústrias de alto potencial de risco quanto a incêndios e explosões. No caso específico dos armazéns de grãos, o quesito explosividade se dá pela deposição da poeira natural dos grãos, terra e outros materiais particulados, que se acumulam e entram em suspensão a cada nova

movimentação durante as operações de entrada e saída de produtos ou durante a movimentação das pilhas, feita manualmente por operadores.

No caso específico dos armazéns de grãos, o quesito explosividade se dá pela deposição da poeira natural dos grãos, terra e outros materiais particulados, que se acumulam e entram em suspensão a cada nova movimentação durante as operações de entrada e saída de produtos ou durante a movimentação das pilhas, feita manualmente por operadores.

Nessas situações, basta apenas uma faísca para acionar a explosão, causando uma série de explosões em cadeia, dada à compartimentação dos armazéns.



Figura 9: Poeira depositada sobre equipamento no acesso ao túnel subterrâneo da unidade de armazenamento de grãos.  
Fonte: Brasilagro, 2012.

Para entrada e estadia nesses locais, é obrigatório o uso de máscaras para proteção respiratória e em caso de permanência prolongada no local, deverá ser analisada caso a caso a situação e tomadas as devidas providências.

#### **4.1.2. Riscos biológicos**

O risco biológico está presente na Unidade de Armazenamento de Grãos (UAG) em decorrência das concentrações elevadas de material particulado encontrados nas máquinas, equipamentos e nas estruturas que, geralmente, ficam tomadas pela poeira de grãos. Dependendo das suas substâncias químicas a exposição ocupacional à essa poeira pode causar danos à saúde do trabalhador, como dores no peito, bronquite, irritação nos olhos e nariz e tosse, podendo em casos extremos causar doenças crônicas, como pneumonia.

Há, ainda, outro risco existente no armazém de grãos e atrelado ao risco biológico e que, apesar de um pouco mais incomum, é preocupante: as névoas de defensivos agrícolas.

Nos moldes atuais de produção brasileira, os grãos passam pela etapa de tratamento antes do armazenamento, onde são aplicados agrotóxicos com o intuito de aumentar o tempo de durabilidade e validade dos produtos. Ocorre, porém, que esse residual químico ao ser armazenado em local com pouca ventilação e em grandes quantidades gera cheiro fortíssimo de produtos químicos, que se inalado diretamente e/ou por longos períodos pode causar intensas dores de cabeça, enjoos, náuseas e até sintomas mais graves.

Há que se considerar, ainda, a redução dos níveis de oxigênio em decorrência dos processos de decomposição natural dos grãos, onde existe a presença de gases asfixiantes, como o metano e etano -, originários da decomposição natural dos grãos e que se aspirador por longos períodos e sem proteção adequada, podem causar redução da capacidade motora e de raciocínio nos trabalhadores expostos aos ambientes fechados dos armazéns de grãos.

Assim sendo, torna-se obrigatório o uso de máscaras para proteção respiratória nesses ambientes e, caso o tipo de trabalho a ser executado demande permanência mais prolongada no local, é compulsória a utilização de máscaras com respiração autônoma, limitando também o tempo de estada no local.

#### 4.1.3. Risco de engolfamento

Outro risco existente nos armazéns de grãos é principal causa de óbitos relacionados a silos de armazenamento de grãos é a problemática da movimentação das pilhas de grãos, realizada manualmente por trabalhadores que ficam expostos à nuvem química, ar com reduzido nível de oxigênio e a presença de gases asfixiantes – metano e etano -, originários da decomposição natural dos grãos, além do risco de engolfamento e óbito por asfixia.

Durante as atividades de movimentação das pilhas de grãos, o trabalhador desce pelo fosso do silo até o túnel subterrâneo no fundo da estrutura por cerca de 35 m de profundidade. O acesso é realizado pelo elevador de cargas ou através escadas e de lá, então, segue para a base do armazém, construída no formato “v”. Nesse local, então, inicia-se a movimentação das pilhas, puxando gradativa e cuidadosamente os grãos localizados nos pontos mais altos para as partes mais baixas a fim de otimizar o espaço do armazém para o novo carregamento.



Figura 10: Trabalhadores no fundo do silo de grãos durante as atividades de movimentação da pilha de produtos.

Fonte: Brasilagro, 2012.

A problemática desse trabalho é o potencial risco de soterramento do trabalhador que, localizado há mais de 30 m de profundidade, tem exercida sob seu corpo a pressão de toda a pilha de grãos que o soterra gradativamente, iniciando pelo impedimento dos movimentos, até atingir o ponto de sufocamento do trabalhador.

Além disso, quando os armazéns se encontram cheios de grãos, são necessárias movimentações dos funcionários sobre os grãos, situação essa que expõe o trabalhador ao risco de ser sugado para o baixo da pilha de grãos e, da mesma, culminar em óbito do trabalhador.

Por esses motivos, é obrigatória a adoção de algumas medidas preventivas nesse tipo de trabalho:

- a) No mínimo dois operários devem participar da atividade;
- b) Todos devem utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPI): cinto de segurança tipo paraquedas preso em travas-quedas, capacete, máscara, calçado de segurança e roupa adequada e
- c) Utilização obrigatória de sistema de comunicação via rádio, para caso de emergências.

#### 4.2. ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE *CHECK-LIST* – NR 33

A elaboração do *check-list* foi feita pela própria autora, utilizando como base norteadora as diretrizes estabelecidas na NR 33 para espaços confinados, propondo como forma de aplicação a metodologia de entrevista de trabalhadores, de onde saíram respostas objetivas – “Sim/ Não” -, facilitando a identificação de falhas e pontos de melhorias no que tange ao cumprimento dos dispositivos legais obrigatórios constantes nessa norma em questão.

Na Tabela 2 – *Check-list* pós aplicação, elaborado com base na NR 33 – Espaços confinados, está a transcrição de trechos do *check-list* com as respostas dadas pelo responsável pela área de segurança do trabalho no local, o técnico de segurança

sênior, e por mais 4 trabalhadores, cujas funções estão relacionadas exclusivamente às operações no armazém de grãos – chefe de silo e auxiliar administrativo, e dois encarregados do silo. A íntegra do *check-list* consta no Anexo B, enquanto a versão revisada da NR 33, base para elaboração do *check-list*, consta no Anexo C.



Tabela 2: *Check-list* pós aplicação, elaborado com base na NR 33 – Espaço confinado.

| CHECK-LIST PARA ANÁLISE EM ESPAÇO CONFINADO – SILO   |              |                             |     |    |  |
|--|--------------|-----------------------------|-----|----|--|
| SEÇÃO I - DADOS DE ANÁLISE   |              | SEÇÃO II - DADOS DOS LOCAIS |     |    |  |
| Data: 10 de Novembro de 2012   | Responsável: |                             |     |    |  |
| Hora: 10: 20   | Assinatura:  |                             |     |    |  |
| Local: Espaço confinado (silo de grãos - UAG)  |              |                             |     |    |  |
| NR 33 - Espaços Confinados   |              | SIM                         | NÃO | NA | OBSERVAÇÕES                            |
| 33.2.1. Cabe ao empreendedor   |              |                             |     |    |  |
| b. Existe documento com listagem dos riscos em espaço confinado especificamente?                               |              |                             | x   |    |  |
| b.1. Se sim, onde estão listados esses riscos? No PPRA (do silo)?  |              |                             | -   | x  |  |
| b.2. Existe Mapa de Riscos do espaço confinado?  |              |                             | x   |    |  |
| b.3. Onde estão afixados?  |              |                             | -   | x  |  |
| b.4. Existe cópia do Mapa de Riscos na entrada do EC ou próximo a ele?   |              |                             | x   |    |  |
| b.5. Os trabalhadores têm conhecimento do Mapa de Riscos?  |              |                             | x   |    |  |
| b.6. É necessário elaborar item específico?  |              | x                           |     |    |  |
| b.7. Existe NPS para trabalho em espaço confinados para silo?  |              |                             | x   |    |  |
| Ela está adequada?   |              |                             | -   | x  |  |
| Onde estão localizados?  |              |                             | -   | x  |  |
| Os trabalhadores autorizados têm conhecimento da NPS específica?   |              |                             | -   | x  |  |
| a. O local está devidamente identificado, isolado e sinalizado para evitar entrada de pessoas não autorizadas? |              |                             | x   |    |  |
| b. Os riscos foram devidamente antecipados e reconhecidos em estudo específico?                                |              |                             | x   |    |  |
| Qual estudo foi aplicado ao local? PPRA?   |              |                             | -   | x  |  |
| c. Os riscos químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e mecânicos foram devidamente avaliados?               |              | x                           |     |    | Incluir esses itens aplicáveis aos ECs |
| d. Foram previstas travas, bloqueios, alívios, lacre e etiquetagem no espaço confinado?                        |              |                             | x   |    |  |
| d.1. Esses itens foram todos implantados?  |              |                             | x   |    |  |
| d.2. Estão em boas condições de uso?   |              |                             | x   |    |  |
| d.3. As quantidades estão adequadas ao local?  |              |                             | x   |    |  |
| d.4. Os itens estão devidamente sinalizados?   |              |                             | x   |    |  |

| CHECK LIST PARA ANÁLISE EM ESPAÇO CONFINADO – SILO   |              |                             |     |    |             |
|--|--------------|-----------------------------|-----|----|-------------|
| SEÇÃO I - DADOS DE ANÁLISE   |              | SEÇÃO II - DADOS DOS LOCAIS |     |    |             |
| Data: 10 de Novembro de 2012   | Responsável: |                             |     |    |             |
| Hora: 10: 20   | Assinatura:  |                             |     |    |             |
| Local: Espaço confinado (silo de grãos - UAG)  |              |                             |     |    |             |
|  |              |                             |     |    |             |
| NR 33 - Espaços Confinados   |              | SIM                         | NÃO | NA | OBSERVAÇÕES |
| e. Foram implementadas medidas suficientes para se ter uma situação considerada como de "eliminação ou controle dos riscos atmosféricos" no espaço confinado?  |              |                             | X   |    |             |
| e.1. Quais medidas foram implantadas?  |              |                             | -   | X  |             |
| e.2. Elas são de eliminação ou correção  |              |                             | -   | X  |             |
| e.3. Elas são suficientes ou precisam ser revistas?  |              |                             | -   | X  |             |
| 33.3.5.6. Todos os Supervisores de Entrada têm capacitação específica com carga horária mínima de 40 horas?  |              |                             | -   | X  |             |
| Existe comprovação disso (certificados)?   |              |                             | -   | X  |             |
| Eles são arquivados e estão disponíveis facilmente para consulta?  |              |                             | -   | X  |             |
| 33.3.5.7. Os instrutores designados pelo responsável técnico possuem comprovada proficiência no assunto?   |              |                             | -   | X  |             |
| 33.3.5.8. Ao término dos treinamentos são emitidos certificados contendo o nome do trabalhador, conteúdo programático, carga horária, especificação do tipo de trabalho e espaço confinado, data e local da realização do treinamento, com assinaturas dos instrutores e do responsável técnico? |              |                             | -   | X  |             |
| 33.3.5.8.1. Uma cópia do certificado é entregue ao trabalhador e outra arquivada na empresa?   |              |                             | -   | X  |             |
| Quem é o responsável esse controle?  |              |                             |     |    |             |
| Onde ficam arquivados esses documentos?  |              |                             |     |    |             |
| 33.5. Disposições gerais   |              |                             |     |    |             |
| 33.5.1. O empregador garante que os trabalhadores possam interromper suas atividades e abandonar o local de trabalho, sempre que suspeitarem da existência de risco grave para sua segurança e saúde ou a de terceiros?  |              | X                           |     |    |             |
| Os trabalhadores autorizados têm conhecimento disso?   |              |                             | X   |    |             |
| Existe registro disso?   |              |                             | X   |    |             |
| Isso é abordado nos DDSMSs?  |              |                             | X   |    |             |

Fonte: própria, 2013.

Após a aplicação do *check-list*, constatou-se a exclusão pelas partes envolvidas – entenda-se empreendedor e o(s) responsável(is) técnico(s) pelo empreendimento - quanto à existência de espaços confinados nas dependências do empreendimento.

Apesar de conceito de EC dado pelo item 33.1.2. da NR relacionada, não foi constatado *in loco* qualquer adoção de medidas mitigadoras dos riscos existentes no silo subterrâneo, bem como nos compartimentos internos a ele.

Não foi possível, contudo, identificar a origem dessa exclusão, pois os responsáveis pelo empreendimento não quiseram se manifestar durante os processos de entrevistas.

Em linhas gerais em relação à proposição da aplicação do *check-list*, como não há menção ou considera-se a classificação dos espaços confinados no silo subterrâneo, todos os itens específicos relacionados à NR 33 não estão contemplados, salvo casos em que medidas genéricas puderam ser consideradas.

Considerando isso, torna-se é importante ressaltar algumas não conformidades discrepantes e que demandam medidas imediatas:

- Inexistência de documento com listagem de riscos especificamente para espaços confinados;
- Ausência de mapeamento e estudo de riscos da unidade de armazenamento de grãos, incluindo os ECs;
- Inexistência de Normas e Procedimentos de Segurança para ECs;
- Falta de identificação, isolamento e sinalização dos Espaços Confinados;
- Demanda de melhorias dos sistemas existentes bloqueio para acesso aos espaços confinados, sendo necessária a implantação de travas, bloqueios, sistemas de alívio, lacres e etiquetagem dos ECs;
- Insuficiência de medidas de controle implantadas e, conseqüentemente, classificação do ambiente como não seguro;

- Demanda de implantação de medidas para eliminação ou controle dos riscos atmosféricos nos ECs considerada insuficiente e crítica, incluindo o monitoramento periódico, hoje inexistente;
- Ausência de sistema controle de entrada e saída, vigilância e fiscalização da circulação de pessoas nos locais considerados perigosos (ECs);
- Falha na adoção de procedimentos de emergência e resgate, com ausência de procedimentos, designação de especialistas e treinamento, ou sistemas de alerta e
- Sistemas ineficazes de comunicação, sem manutenção preventiva e em condições questionáveis de uso (sinal de frequência dos rádios muito baixo. Não permitindo o correto funcionamento do equipamento em locais de acesso restrito).

## 5. CONCLUSÕES

Espaços confinados em armazéns de grãos do tipo subterrâneo podem ser encontrados em duas unidades específicas: (1) em armazéns horizontais, em sacarias ou a granel e (2) em silos verticais ou horizontais, a granel. Sabendo-se que por efeitos econômicos as unidades de armazenamento subterrâneo estão em desuso, tem-se, portanto, uma menor quantidade dessas estruturas atualmente, apesar da demanda crescente pelo maior controle do escoamento da produção agrícola no país.

Silos subterrâneos são, especificamente, estruturas mais complexas se comparadas aos silos convencionais ou verticais, pois além de maiores, possuem estruturas com maior área construída, com mais compartimentos e equipamentos, demanda maior quantidade de pessoas para sua operacionalização e agrega maior periculosidade às atividades e tipos de trabalhos executados nesses locais, uma vez que cria uma atmosfera instável e volátil pela presença de poeira de grãos e gases asfixiantes da decomposição dos produtos armazenados.

Espaços confinados, por definição, são quaisquer áreas ou ambientes não projetados para ocupação humana contínua, que possuam meios limitados de entradas e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio.

Nesse contexto, as robustas e complexas estruturas de um silo subterrâneo se enquadram na classificação de espaço confinado, pois apresentam ambiente não projetado para ocupação humana, com meios limitados de entrada e saída. Além disso, em ocasião da ventilação insuficiente para remoção de contaminantes em suspensão, tais como poeira de grãos explosivos e sufocantes e gases asfixiantes – metano e etano –, originários do processo natural de decomposição dos grãos, não atingem níveis de remoção satisfatórios mesmo com implantação de ventilação artificial, e, portanto, mantendo nos silos ambiente com deficiência de oxigênio.

Na unidade em estudo foram identificados e caracterizados também como ECs dois compartimentos extras dentro do armazém de grãos: o primeiro localizado abaixo da unidade de recebimento de grãos, onde é realizada a descarga da soja e milho diretamente do caminhão báscula, e o segundo, a 45 metros de profundidade, no ponto mais profundo do foco do silo subterrâneo, em um túnel subterrâneo localizado no ponto de conversão das abas/ paredes laterais do fundo e onde existe um corredor que corta a estrutura de ponta a ponta. Nesse local passa a esteira rolante ligada diretamente aos elevadores de descarga, na rota de saída dos grãos após o período de armazenamento.

Segundo a metodologia apresentada, foi aplicado *in loco* um *check-list* de autoria própria, composto por respostas rápidas e objetivas e fundamentado na NR 33 de Espaços Confinados. As respostas das entrevistas foram compiladas e discutidas junto às demais informações de caracterização da unidade em estudo levantadas no período.

Como resultado das entrevistas e da compilação das informações, foi identificada falha grave originária da não classificação do silo de armazenamento de grãos como espaço confinado, o que ocasionou o não contemplamento de quase a totalidade dos itens da NR 33.

Como conclusão, tem-se dois pontos principais:

- 1) A necessidade da elaboração de um estudo preliminar de riscos, considerando as estruturas do armazém de grãos como espaços confinados, uma vez que não existem peças técnicas para fundamentar as medidas e
- 2) Adequação estrutural e administrativa às determinações da NR 33 – Espaços Confinados.

Ao fim desse estudo de caso, fica a diretriz de melhorias urgentes na esfera técnico-administrativa, de elaboração de análise preliminar dos riscos para espaços confinados que promoverá um melhor conhecimento das estruturas e problemas ocupacionais. Isso fundamentará e norteará a adoção e implantação das

medidas mitigadoras e corretivas pontuadas como necessárias e melhorias/adaptações estruturais e de sinalização dos ECs, adequando o silo subterrâneo à legislação vigente, em uma proposta de médio-longo prazo para redução dos riscos e perigos identificados nesse trabalho.

## REFERÊNCIAS

- FONSECA, M. J. de Oliveira. **Cultivo do milho: colheita e pós-colheita.** EMBRAPA Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2. ISSN 1679-012X. Versão eletrônica. 4ª edição. Set./2008.
- FILHO, A. F. de Lacerda. SILVA, J. de Sousa e. REZENDE, R. C. **Secagem e armazenamento de produtos agrícolas.** UFV: Universidade Federal de Viçosa, 2009. p. 325-328.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Estimativa da área cultivada – grãos 2008-09.** Disponível em: [http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1089&t=2&Pagina\\_objcmsconteudos=3#A\\_objcmsconteudos](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1089&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos), acessado em 13 de dezembro de 2012.
- KOSOSKI, A.R. & BITTENCOURT, P.R.L. **Armazenamento de grãos.** Brasília, CIBRAZEM, 1979. 118 p.
- MIRANDA, L. C.; SILVA, W. R. Da; CAVARIANI, C. **Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. I. Monitoramento físico.** Revista agropecuária. Brás., Brasília, v. 34, n. 11, p. 2097-2108, Nov. 1999.
- D'Arce, M. A. B. Regitano. **Pós colheita e armazenamento de grãos.** ESALQ/ USP, texto compilado para disciplina LAN 2444.Tecnologia de Produtos Agropecuários II.
- SANTOS, J. P. **Armazenagem de milho a granel na fazenda.** Sete Lagoas/MG: EMPRABA\_CNPMS, 2004. 6p. (EMBRAPA Milho e sorgo. Circular técnica 55, dezembro 2004).
- MIKE, L. H. & SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de grãos.** Campinas/SP: Ed. Lorin, 2002. 100p.
- Sistemas de armazenamento de grãos – Silos planos.** Kepler Weber. Disponível em <http://www.kepler.com.br/view/pt/produto.aspx?idProduto=78&idCategoria=4&idSegmento=1&Prod=Silos-Planos>, acessado em 03 de março de 2013.



**Secadores de grãos.** Kepler Weber. Disponível em:  
<http://www.kepler.com.br/view/pt/prodCategoria.aspx?Cat=Secadores-de-Graos&idSegmento=1&idCategoria=5>, acessado em 02 de março de 2013.

PIMENTEL, M. A. G., FONSECA, M. J. De O. **Colheita e pós-colheita – Secagem e Armazenamento.** EMBRAPA Milho e Sorgo: Sistema de Produção, 1 ISSN 1679-012X versão eletrônica – 7ª edição, Set./ 2011.

OLIVEIRA, M. A., LORINI, I., MALLMANN, C. A. **As micotoxinas e a segurança alimentar na soja armazenada.** 3º Simpósio de Segurança Alimentar, de 31 de maio a 2 de junho de 2010. Disponível em:  
<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/881370/1/GQ54.pdf>. Acessado em 15 de janeiro de 2013.

Instrução Normativa MAPA nº 11, de 16 de maio de 2002. **Regulamento técnico de identidade e qualidade da soja.** Disponível em:  
<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acessado em 13 de janeiro de 2013.

**Riscos no trabalho em silos e armazéns.** UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/silo.htm>, acessado em 14 de dezembro de 2012.

CARDOSO, M/ **Perigo no silo – além do trabalho confinado e em altura, os processos que envolvem o armazenamento de produtos agrícolas têm possibilidade de explosão e incêndio.** Revista Proteção, edição 2/2013, matéria de capa. Disponível em: <http://www.protecaoc.com.br/edicoes/2/2013/AJjy>, acessado em 15 de fevereiro de 2013.

BET, Andrisio. **Explosões de pós em unidades de recebimento e armazenagem de grãos de cereais na cidade de Chapecó.** Tese de especialização em engenharia de segurança do trabalho, 2010. 119p.

PAIVA, F. R. **As condições e meio ambiente de trabalho em espaços confinados.** São Paulo: Tese de especialização em engenharia de segurança do trabalho, 2011. 95 p.

ALOISE, P. A. **Condições e meio ambiente de trabalho na indústria alimentícia – explosão de pós.** São Paulo: Tese de especialização em engenharia de segurança do trabalho, 2003. 65 p.

GARCIA, C. **BS & B. Medidas preventivas contra explosões,** publicação do autor, São Paulo: 1995.

RAVENET, C. **Explosiones y ruturas en silos.** Madri, España: 1995.

DHHS (NIOSH) publication nº 88-102. **Preventing entrapment and suffocation caused by the unstable surfaces of stored grain and others materials.** NIOSH Alert: December 1987.

SA, Ary de. **Efeito devastador – explosões em espaços confinados.** Revista Proteção nº 181, edição de janeiro de 2007, p. 63.

SA, Ary de. **Risco de explosão – produtos em forma de pó representam perigo nas atividades industriais.** Artigo técnico disponível e, <http://www.safetyguide.com.br/artigos/perigexpl.htm>. Acessado em 04 de maio de 2013.

## **ANEXO A**



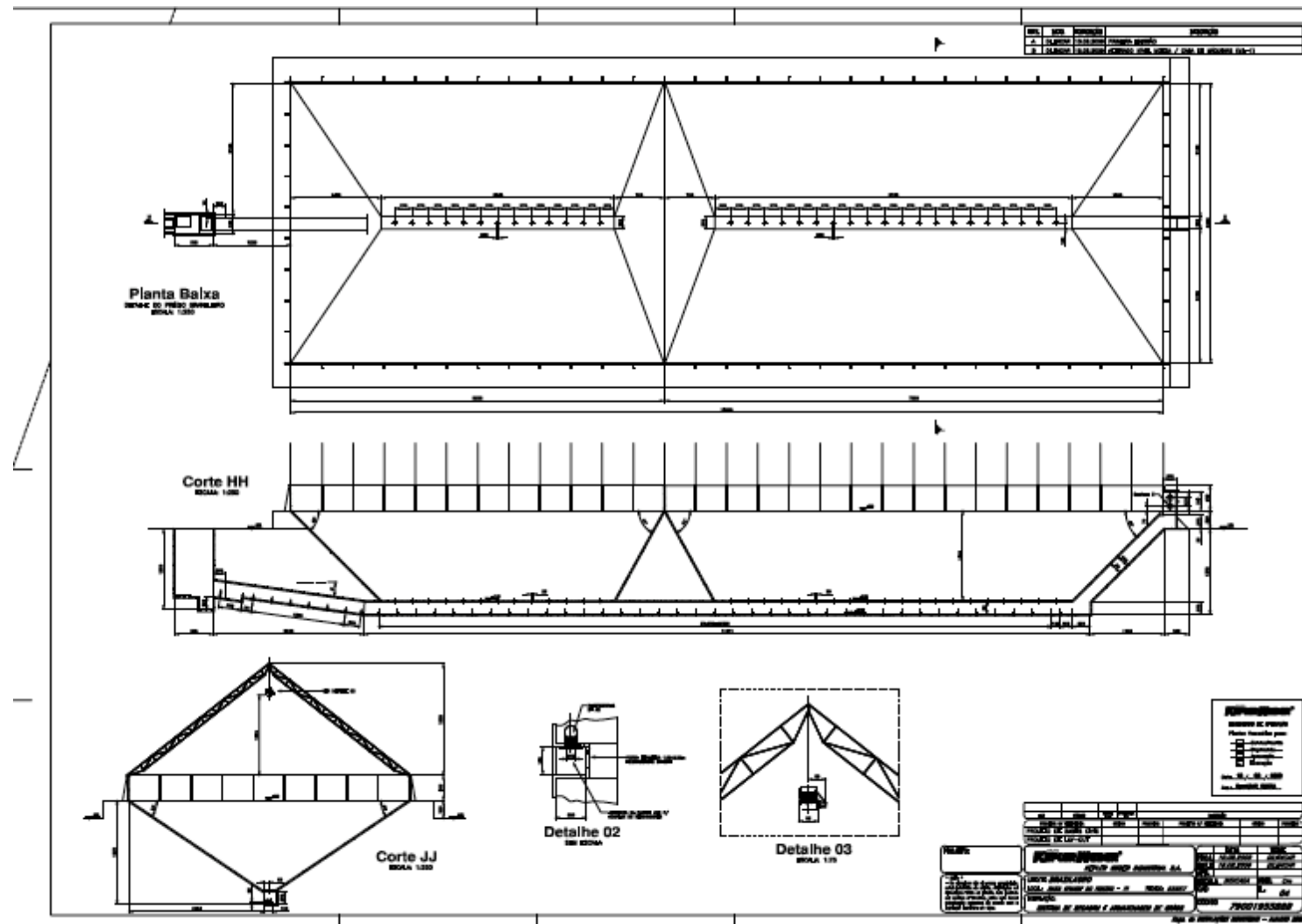


Figura 12: Detalhamento - topo perfil - do armazém de grãos.  
Fonte: Brasilagro, 2010.



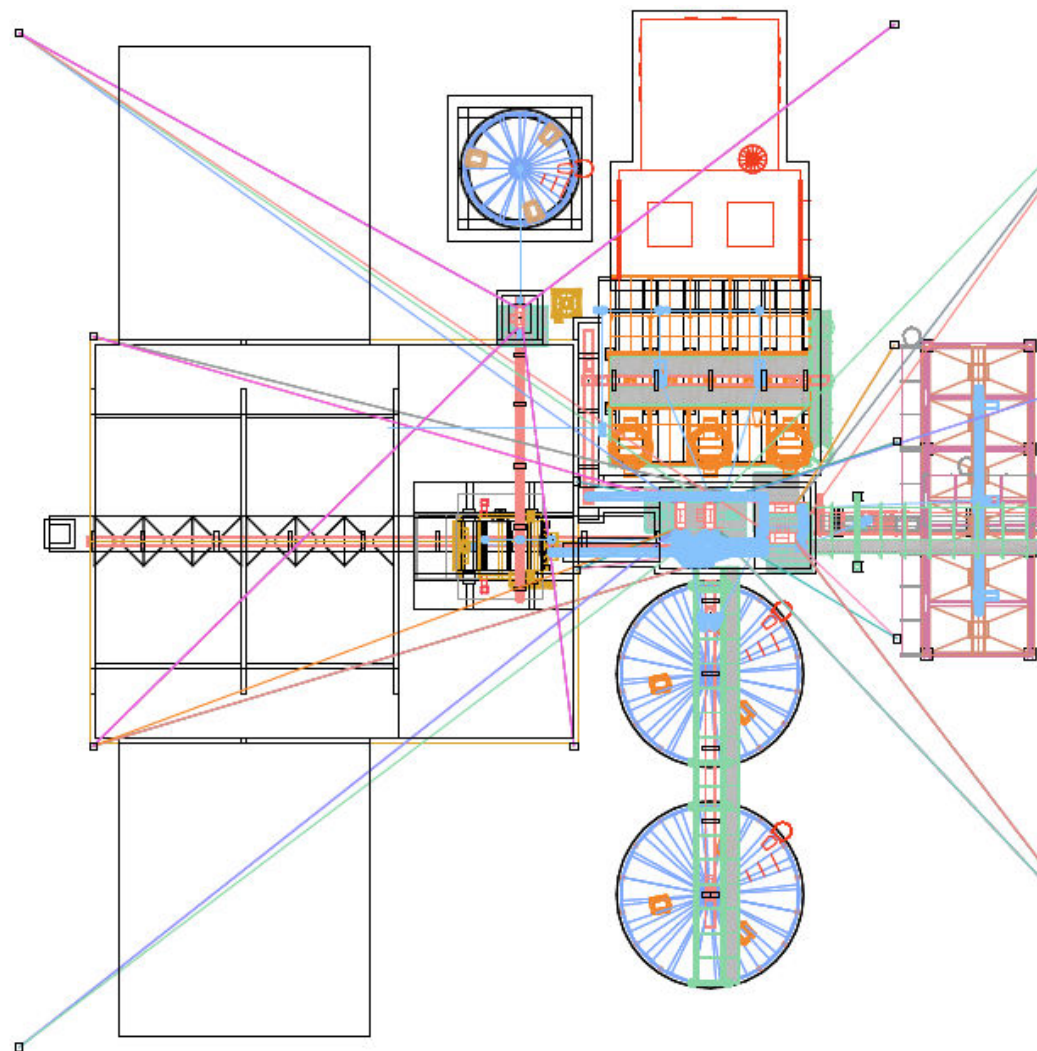


Figura 14: Detalhamento dos equipamentos da área de recebimento e carregamento do silo – silos pulmão, moegas e elevadores de carga.  
Fonte: Brasilagro, 2010.

## **ANEXO B**



## **ANEXO C**