

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ANDERSON DA COSTA LACOVIC

**ESTUDO DO PROCESSO DE MONTAGEM DE UM SILO METÁLICO  
DE FUNDO PLANO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO  
2014

ANDERSON DA COSTA LACOVIC

## **ESTUDO DO PROCESSO DE MONTAGEM DE UM SILO METÁLICO DE FUNDO PLANO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Rigobello.

CAMPO MOURÃO

2014



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Campo Mourão  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Departamento Acadêmico de Construção Civil  
Coordenação de Engenharia Civil



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso Nº 56

**ESTUDO DO PROCESSO DE MONTAGEM DE UM SILO METÁLICO DE FUNDO PLANO**

por

**Anderson da Costa Lacovic**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 15h50min do dia 07 de Agosto de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Dr. Marcelo Rodrigo Carreira**  
( UTFPR )

**Profª. Me. Valdomiro Lubachevski**  
**Kurta.**  
( UTFPR )

**Prof. Dr. Ronaldo Rigobello.**  
(UTFPR)  
**Orientador**

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

**Prof. Dr. Marcelo Guelbert**

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.*

Dedico este trabalho a minha família que sempre me deu apoio, a minha esposa por estar sempre do meu lado e em especial a Deus por me dar forças nesta caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por conceder o dom da vida e abrir portas por caminhos seguros e promissores em minha vida, pela minha família e esposa adorada, pela saúde e sabedoria.

A meus pais, Osvaldo Lacovic e Maria Ap. da Costa Lacovic que sempre estiveram do meu lado e sempre deram forças para eu seguir em frente.

A meus tios, Ademir Lacovic, em especial Orivaldo Lacovic, pedagogo, que através de dificuldades mostra como é possível superar barreiras.

Agradeço a minha esposa por estar todos os momentos comigo, por suportar e ter paciência diante de dificuldades vividas durante este período.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Ronaldo Rigobello, pela paciência e sabedoria com que me guiou neste projeto, pelos ensinamentos e correções feitas diante de pouco tempo que lhe coube.

Aos meus colegas Bruna Tesluk, Silvio Tosawa, Júlio Luis Vansetto, João Antônio Pazinato, Wander Camargo, Wesley Azoia e Luciano Vieira que sempre estiveram juntos partilhando desta caminhada e aos professores Giovanni Corelhano e Petronio Montezuma pelos ensinamentos e dedicação.

A todos os professores, por ensinar e batalhar para formar profissionais de qualidade.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização deste projeto.

A mente que se abre a uma nova  
ideia jamais voltará a seu  
tamanho original (Albert Einstein).

## RESUMO

LACOVIC, Anderson. **Estudo do processo de montagem de um silo metálico de fundo plano**, PR. 2014. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

O trabalho tem por objetivo apresentar a análise da montagem de um silo para armazenamento de cereais. O silo analisado neste estudo é de grande porte e devido as suas grandes dimensões torna difícil sua instalação. O trabalho aborda as etapas de montagem e a sequência que deve ser obedecida para o levante do armazenador. Apresenta também a relação de tempos de montagem por cada etapa de execução, mensuradas por hora homens, por meio da contagem do tempo gasto e o número de operários para cada atividade durante a montagem.

**Palavras-chave:** Silo de aço. Grande Porte. Montagem. Execução.

## ABSTRACT

LACOVIC, Anderson. **Study of the erection process of a flat bottom steel silo**, PR. 2014. 53p. Completion of course work (Bachelor of Civil Engineering) – Federal Technology University of Paraná.

The work aims to analyze and evaluate the erection process of a steel silo for cereals storage. The silo analyzed has large dimensions, which implies a certain level of difficulty to its installation. The work also addresses the steps and the sequence to be followed in the silo erection. Its also presented the assemble time for each erection step and the number of workers involved, providing the number of man-hours for each activity developed.

**Keywords:** Silo. Large Size. Assembly Times. Erection.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Relação do tempo de montagem por serviço por operário.....	40
Tabela 2 –	Capacidade de carga dos silos (2014).....	56

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fotografia 1 – Silo metálico de fundo plano .....	18
Fotografia 2 – Silo metálico elevado .....	19
Fotografia 3 – Tulha metálica .....	20
Fotografia 4 – Chapa de cobertura do silo com respiros .....	29
Fotografia 5 – Peças do silo .....	29
Fotografia 6 – Limpeza das chapas do corpo do silo .....	30
Fotografia 7 – Montagem das longarinas do telhado .....	31
Fotografia 8 – Mastro e colar central .....	32
Fotografia 9 – Içamento das longarinas com guindaste .....	32
Fotografia 10 – Içamento das longarinas com guindaste .....	33
Fotografia 11 – Fixação das longarinas ao colar central .....	33
Fotografia 12 – Estrutura do telhado do silo 9022 .....	34
Fotografia 13 – Início da cobertura da estrutura do telhado .....	35
Fotografia 14 – Cobertura e guarda corpo do telhado .....	35
Fotografia 15 – Talha de içamento .....	36
Fotografia 16 – Içamento do silo .....	37
Fotografia 17 – Anéis de reforço .....	37
Fotografia 18 – Silo acabado externamente .....	38
Fotografia 19 – Chapas de aeração .....	39
Fotografia 20 – Chapas de aeração instaladas .....	39
Fotografia 21 – Rosca varredora montada .....	40
Figura 1 – Início da cobertura do telhado do silo .....	23
Figura 2 – Conjunto de eleva-silos .....	24
Figura 3 – Montantes parafusados no corpo do silo .....	25
Gráfico 1 – Tempo de montagem por serviço executado .....	41
Gráfico 2 – Relação das atividades por tempo total da obra .....	42

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>5</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>8</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>9</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	<b>10</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>11</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>16</b>
<b>4. SILOS METÁLICOS PARA ARMAZENAMENTO DE CEREAIS</b> .....	<b>17</b>
4.1 A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO PARA A CONSTRUÇÃO DE SILOS.....	17
4.2 TIPOS DE SILOS METÁLICOS .....	18
4.3 PRINCIPAIS COMPONENTES DE UM SILO METÁLICO .....	20
4.4 INSTRUÇÕES DE MONTAGEM.....	23
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	<b>27</b>
<b>6. RESULTADOS</b> .....	<b>28</b>
6.1. PROCESSO INICIAL DE MONTAGEM.....	29
6.2. MONTAGEM DA ESTRUTURA DO TELHADO .....	31
6.3. COBERTURA DA ESTRUTURA DO TELHADO.....	34
6.4. IÇAMENTO E FINALIZAÇÃO EXTERNA DO SILO.....	36
6.5. ACABAMENTOS INTERNOS E ROSCA VARREDORA .....	38
6.6. TEMPOS DOS SERVIÇOS EXECUTADOS .....	40
6.7. SUGESTÕES PARA FUTURAS MONTAGENS .....	42
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>45</b>

<b>APÊNDICE A</b> .....	<b>47</b>
<b>APÊNDICE B</b> .....	<b>54</b>
<b>ANEXO A</b> .....	<b>56</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as atividades do setor agrícola vêm crescendo significativamente no Brasil. Porém, a falta de capacidade de armazenamento de cereais como soja, milho e trigo tem prejudicado a comercialização dos produtos e reduzido os ganhos do setor. De acordo com VINO (2013), o aumento da produção de cereais no Brasil poderá causar um déficit de aproximadamente 40 milhões de toneladas. Uma forma de minimizar os problemas encontrados é utilização de silos metálicos em fazendas e entrepostos de cooperativas industriais.

Segundo a definição de Calil Junior e Cheung (2007), silo é uma construção destinada a armazenar e conservar qualquer produto industrial ou agrícola. Os silos podem ser ou não equipados com sistemas de aeração e geralmente possuem forma cilíndrica apresentando condições que contribuem com a preservação da qualidade do produto durante longos períodos de armazenagem. Existem silos de vários modelos e tamanhos, podendo ser elevados ou de fundo plano, dependendo da relação entre altura e diâmetro (DEVILLA, 2004). Os silos em estrutura metálica apresentam certas vantagens em relação aos demais tipos quanto ao processo de montagem e desmontagem devido às suas ligações serem parafusadas, assim como seu peso, por resultar em uma estrutura mais leve (BARBOSA, 2014).

Segundo Weber (2005) a situação de armazenagem no Brasil é grave, pois a produção brasileira de cereais vem crescendo a cada dia. O sistema de armazenamento com silos metálicos vem sendo de grande ajuda, pois estocar grãos ensacados acaba se tornando inviável pelo custo e trabalho que se têm.

De acordo com Rural br Agricultura (2014), os silos brasileiros têm capacidade de armazenamento de 146 milhões de toneladas e, para a safra de 2013/2014, está previsto alcançar 190 milhões de toneladas. A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) admite que ao menos 40 milhões de toneladas fiquem fora de armazéns por ano devido à falta de espaço. A Conab está se preocupando para que sejam construídos armazéns dentro da realidade brasileira. Isto está sendo feito de modo a atender a logística do Brasil. No traçado de ferrovias e rodovias, poderá se ter armazéns em locais estratégicos para que seja facilitado o escoamento da produção brasileira.

De acordo com dados da EMBRAPA (EMPRESA..., 2014), a projeção para os próximos dez anos se torna alarmante por conta da produção estar estimada em 67 milhões de toneladas, com isso há necessidade de construir uma estrutura que comporte 50 milhões de toneladas.

Uma das medidas tomadas pelo governo para suprir a necessidade da capacidade de armazenamento foi o investimento de 25 bilhões para a construção de armazenadores, isto para a safra 2013/2014, porém não basta para suprir a carência de armazenamento.

Ainda na mesma referência, o gerente de planejamento da Aprosoja, Cid Sanches, diz que a logística brasileira não acompanha. Os investimentos deveriam ter começado há muito tempo. Hoje há a intenção deste investimento, mais ainda não está concretizado. Não é do dia para a noite que você estrutura isto. Então se deve turbinar o processo de construção de armazéns e melhorar a logística.

Diante do contexto apresentado, foi feito o estudo de caso do processo da montagem de um silo metálico vertical de fundo plano modelo 9022 da Kepler Weber no município de Toledo-PR, executado para a COAMO (Cooperativa Agroindustrial Mourãoense) e destinado a armazenar cereais que serão recebidos em seu entreposto. Essa montagem foi realizada pela Lacovic Metal ME de Campo Mourão, que é uma empresa especializada em montagens industriais.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar, acompanhar e documentar a aplicação das técnicas de montagem de silos de fundo plano em uma obra realizada em Toledo - PR.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar as principais características dos silos metálicos.
- Desenvolver um cronograma em relação ao tempo de montagem.
- Desenvolver um *check-list* padrão para o processo, juntamente com a equipe técnica responsável pela montagem do silo, a fim de garantir que a obra não ultrapasse o prazo limite de entrega.
- Levantar dados sobre as atividades desenvolvidas no processo de execução do silo, a fim de diagnosticar o que pode ser feito para aperfeiçoar o processo construtivo.

### **3. JUSTIFICATIVA**

Há anos que o Brasil vem crescendo consideravelmente na área da agroindústria, porém estão faltando investimentos e incentivos na área de implantação de armazéns para estoque de cereais e folhagens (TAGUCHI, 2010; STEFANELO, 2013). Nesse sentido, o estudo traz informações e aprendizado de técnicas de montagem para identificar possíveis falhas que podem ser evitadas para reduzir possíveis atrasos na instalação dos armazenadores de grãos. Tendo em vista que silos metálicos são essenciais para estocar produtos tais como soja, milho, trigo e arroz, é necessário que haja estudos sobre técnicas de montagem com o objetivo de aprimorar o processo como um todo, buscando identificar e elaborar soluções para problemas encontrados no dia-a-dia das obras de montagem de silos metálicos em geral.

## 4. SILOS METÁLICOS PARA ARMAZENAMENTO DE CEREAIS

### 4.1 A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO PARA A CONSTRUÇÃO DE SILOS

São muitos os fatores que influenciam na produtividade e desempenho de uma empresa. De acordo com Picchi e Agopyan (1993), o departamento de recursos humanos é o antibiótico para a melhoria da organização. Ainda de acordo com os mesmos autores, o departamento de administração deve estar atento a novos cursos da área comportamental, realizar pesquisas dentro da empresa para conhecer qual a meta e os planos de seus colaboradores, avaliar o desempenho, o rendimento da obra e dos operários e verificar qual o nível de satisfação do empregado em relação a empresa.

Na execução de obras deverá haver um roteiro a ser seguido para que os processos construtivos sejam executados na sequência correta. Cada passo deve ser dotado de um procedimento que descreve como será feita cada etapa e como adotar providências necessárias para o bom andamento do serviço. Com esta supervisão rotineira pode-se evitar possíveis atrasos, incompatibilidades e interrupções do andamento da obra. Muitos profissionais de obra utilizam um controle informal, ou seja, não fazem uma relação de serviços a serem seguidos, apenas vão pela experiência adquirida com os anos de trabalho (PICCHI; AGOPYAN, 1993).

De acordo com Laufer (1990 apud BERNARDES 2001, p.1), o planejamento de obra é necessário para compreender os objetivos da organização, definir quais trabalhos serão realizados e qual parcela que cada colaborador deverá cumprir, desempenhar e considerar a análise de processos alternativos, controlar e monitorar a execução de obras.

De acordo com Silo Fértil (2014), os silos com diâmetros até trinta e três metros possuem o telhado estruturado com vigas inteiriças e as chapas de cobertura da estrutura são todas corrugadas e galvanizadas fabricadas com padrão ZAR 345. O corpo possui anéis de reforço com tubos de alta resistência. O piso da aeração é todo em chapa tipo *chanelllook* que são dispostos sobre as canaletas.

A capacidade de alguns modelos de silos em relação ao diâmetro é apresentada na tabela em anexo A, extraída de Silo Fértil (2014), ressaltando que os

dados desta tabela foram calculados com peso específico de 0,75 toneladas por metro cúbico, ângulo de repouso igual a vinte e sete graus, mas não foi considerada a compactação do produto.

#### 4.2 TIPOS DE SILOS METÁLICOS

De acordo com os dados fornecidos pela empresa Kepler Weber (2013), existem vários tipos de silos metálicos no mercado, porém, atualmente, são mais utilizados os seguintes tipos:

- **Silos Planos:** possuem como característica principal o baixo custo por tonelada armazenada sendo a melhor opção para armazenamento de cereais em longo prazo, e também permitem aumentar sua capacidade de armazenamento sem ocupar maiores espaços físico. Os silos planos possuem forma cilíndrica e é de fácil montagem devida suas peças serem de um material de alta resistência e baixo peso. Este tipo de silo é apresentado na fotografia 1:



Fotografia 1: Silo metálico de fundo plano.  
Fonte: Kepler Weber, 2013.

- **Silos Elevados:** Os silos elevados são fabricados com o aço ZAR 345 que é recomendado para fabricação de silos metálicos. Apoiados em pilares de aço com bicas de descarga a 45 e 60 graus, também são próprios para utilização de

pulmão, separação de produtos e armazenagem de resíduos. Todos são fabricados com escadas externas e internas tipo marinheira, com montantes externos e escadas caracol no meio exterior que proporcionam acesso ao corpo e telhado do mesmo. Possuem passarelas de descanso e torres centrais que apoiam o conjunto de canalização para carga do produto e como característica principal a facilidade para descarregar a semente armazenada, que pode ser feito pela lateral ou pelas bicas de descarga centrais na parte inferior do silo. Embora não sejam fáceis de montar em relação a mão-de-obra, atendem pequenas e médias capacidades de estocagem e podem ser utilizados para expedição de entrepostos de cooperativas e linhas férreas conforme ilustrado pela fotografia 2:



**Fotografia 2: Silo Metálico elevado.**  
**Fonte: Kepler Weber, 2013.**

- **Tulha:** serve como armazenador de grãos, porém com a forma prismática e tem sistemas eletrônicos que avisam quando está cheia, também serve como equipamento de expedição já que é semelhante ao silo elevado. Suas ligações são feitas todas com parafusos bicromados de grau 8.8 com arruelas de neoprene, facilitando o acoplamento das chapas do corpo que tem o mesmo sistema macho e fêmea. As chapas da tulha são feitas de aço galvanizado e possuem dobras enrijecedoras. As caixas de embarque como também são chamadas, possuem bicas de descarga que são acionadas por sensores ou manualmente.

Possuem escadas de acesso aos registros e as bicas juntamente com uma plataforma de descanso que é feita toda de cantoneira com piso em chapa expandida ou similares como pode ser visto na fotografia 3 a seguir:



**Fotografia 3: Tulha Metálica.**  
**Fonte: Kepler Weber, 2013.**

#### 4.3 PRINCIPAIS COMPONENTES DE UM SILO METÁLICO

Conforme dados obtidos com a empresa Kepler Weber (2013), seguem alguns detalhes sobre os componentes:

As chapas são feitas de aço galvanizado e possuem dobras diferentes que servem para fazer o encaixe macho e fêmea garantindo o acoplamento perfeito. A cobertura do silo é fixada através de parafusos bicromados com arruelas de neoprene nas terças que se apoiam nas longarinas de sustentação.

O corpo do silo metálico é feito de chapas de aço galvanizado que proporcionam durabilidade e resistência à corrosão. Estas chapas laterais dos silos são montadas com parafusos bicromados de grau 8.8 com arruelas de neoprene e massa de calafetar nas extremidades para assegurar a vedação do equipamento. Devido a sua forma cilíndrica, podem resistir a ventos de até 120 km/h.

Os montantes são fabricados com aço de alta qualidade, e geralmente são de perfil “w” com abas enrijecidas, sendo que alguns modelos de silo possuem montantes duplos aumentando as resistências.

A estrutura do telhado é composta por perfis estruturais unidos que formam uma única peça aumentando a rigidez aos esforços e assim propiciando um encaixe perfeito das longarinas (diminuindo o efeito da ação do vento), passarela e sistema de termometria.

O sistema de aeração é utilizado para ventilação do grão por insuflação de ar, desenvolve a temperatura ideal e controla a humidade para a massa dos cereais armazenados. Quando a temperatura se eleva devido a alguns fatores climáticos, o sistema de aeração é acionado através de sensores internos do silo que são ligados aos cabos de termometria.

As galerias metálicas são opcionais dos silos e são feitas de cantoneira com aço ASTM A572, é composta por uma treliça metálica de montagem totalmente aparafusada. A galeria é apoiada sobre os montantes reforçados e os mesmos são dimensionados para absorver esforços de vento e sobrecargas de serviço, além de permitir acesso ao topo do silo. Possui passadiço em chapa expandida e suportes para apoio do transportador de carga, podendo ser fita ou redler.

As roscas varredoras são formadas por helicoides e são movimentadas automaticamente evitando o contato do operador do silo com o mesmo em funcionamento. Possui capacidade de 50, 100 ou 150 toneladas por hora.

As escadas podem ser do tipo marinheira ou caracol. A escada caracol proporciona um maior conforto para os usuários, pois não há necessidade de guarda corpo e cabos trava-quedas, apenas de corrimão para segurança, lembrando-se que não é dispensado o uso do cinto de segurança.

As plataformas de descanso e os degraus das escadas caracol são fixados ao corpo do silo possibilitando uma fácil montagem e conforto para o usuário.

As portas de acesso são padrão em todos os modelos de silos metálicos, são localizadas na lateral do corpo do silo e tem a finalidade de facilitar o acesso para o interior do armazenador.

A escada com corrimão do telhado é composta por degraus antiderrapante e corrimão tubular, garantindo a segurança aos operadores do silo.

Os registros são utilizados na descarga do silo e estão posicionados no fundo do armazenador, na parte central do diâmetro, o registro desliza a lingueta e abre para a descarga do mesmo.

O sistema de termometria é feito através de cabos que ficam presos a estrutura do telhado e mergulhados na massa de grãos, medindo em diferentes níveis a temperatura dos grãos. Através da leitura realizada, é possível controlar o sistema de aeração para o resfriamento adequado da massa de grãos.

De acordo com Scalabrin (2008), as chapas laterais dos silos possuem uma corrugação de 101,6 mm e altura de 12 mm, que são montadas em formato de anéis cuja espessura varia de acordo com a posição do anel, de modo que o mais espesso fica junto à base do silo onde as pressões são maiores. Os montantes são colunas de aço que servem para reforçar as chapas laterais podendo ser montados no interior ou exterior do armazenador de cereais. Os montantes obedecem a mesma sequência de espessuras, da menor para a maior espessura que fica junto a base do silo, pois eles ajudam a suportar as pressões exercidas pelos grãos. Os anéis de reforço servem para enrijecer e ajudar a conter a ação do vento que não pode ser absorvida somente pelas chapas laterais e montantes.

Graeff (2005 apud DUARTE, 2010, p.4) compartilha que o tipo de armazenagem tem sua velocidade ditada pelo crescimento das fronteiras agrícolas e pelo tipo de cultura de grãos de cada região. Deste modo avalia-se que silos graneleiros devem ser utilizados para armazenamento em curto prazo.

De acordo com definições de Calil Junior e Cheung (2007), os silos são divididos pela classificação do material empregado, devido à construção em relação pela sua forma geométrica. Os silos podem ser fabricados com os mais diversificados materiais existentes sendo eles em concreto, em chapas de aço ( lisas, corrugadas e trapezoidais), madeira alvenaria, argamassa armada, fibras e plásticos. Para classificar os silos em relação ao solo, os autores dividiram em 3 grupos:

- **Silos elevados:** caracterizados por serem montados acima do solo.
- **Silos subterrâneos:** são aqueles localizados abaixo do nível do solo.

São construções simplificadas, mas de fácil permeabilidade e difícil descarga.

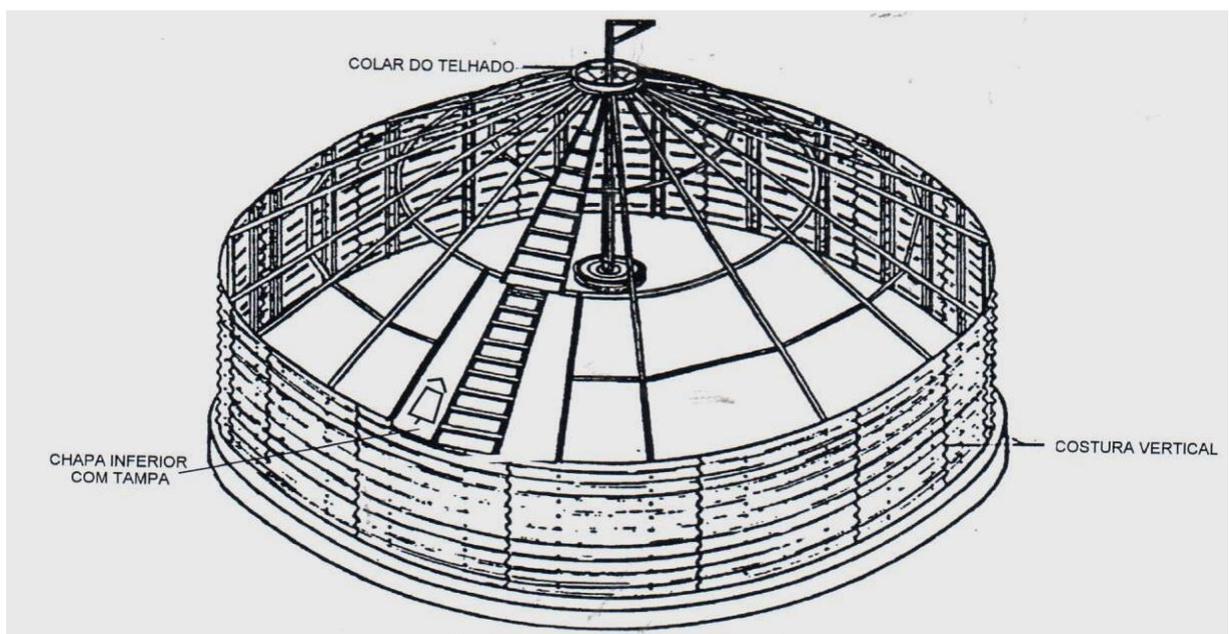
- **Silos semi-subterrâneos:** são silos de forma intermediário aos silos elevados e subterrâneos. Eles são divididos, metade abaixo do nível do solo e metade acima do nível do solo.

Ainda na definição de Calil Junior e Cheung (2007), é importante distinguir silos metálicos de silos em concreto armado do ponto de vista estrutural. Os silos de concreto armado são em geral relativamente espessos e seu projeto é analisado por condições simples. Já os silos metálicos têm formas estruturais mais variáveis, possui colunas verticais com determinada seção que pode variar ao longo da altura do silo, ligações por abas ou topo, chapas curvas ou paredes corrugadas.

As paredes do silo em concreto armado recebem uma pressão similar àquelas que são exercidas nas paredes dos reservatórios rígidos. O concreto tem pouca resistência à tração e estas ações são absorvidas pelas armaduras, por isso, certamente podem-se esperar grandes fissuras.

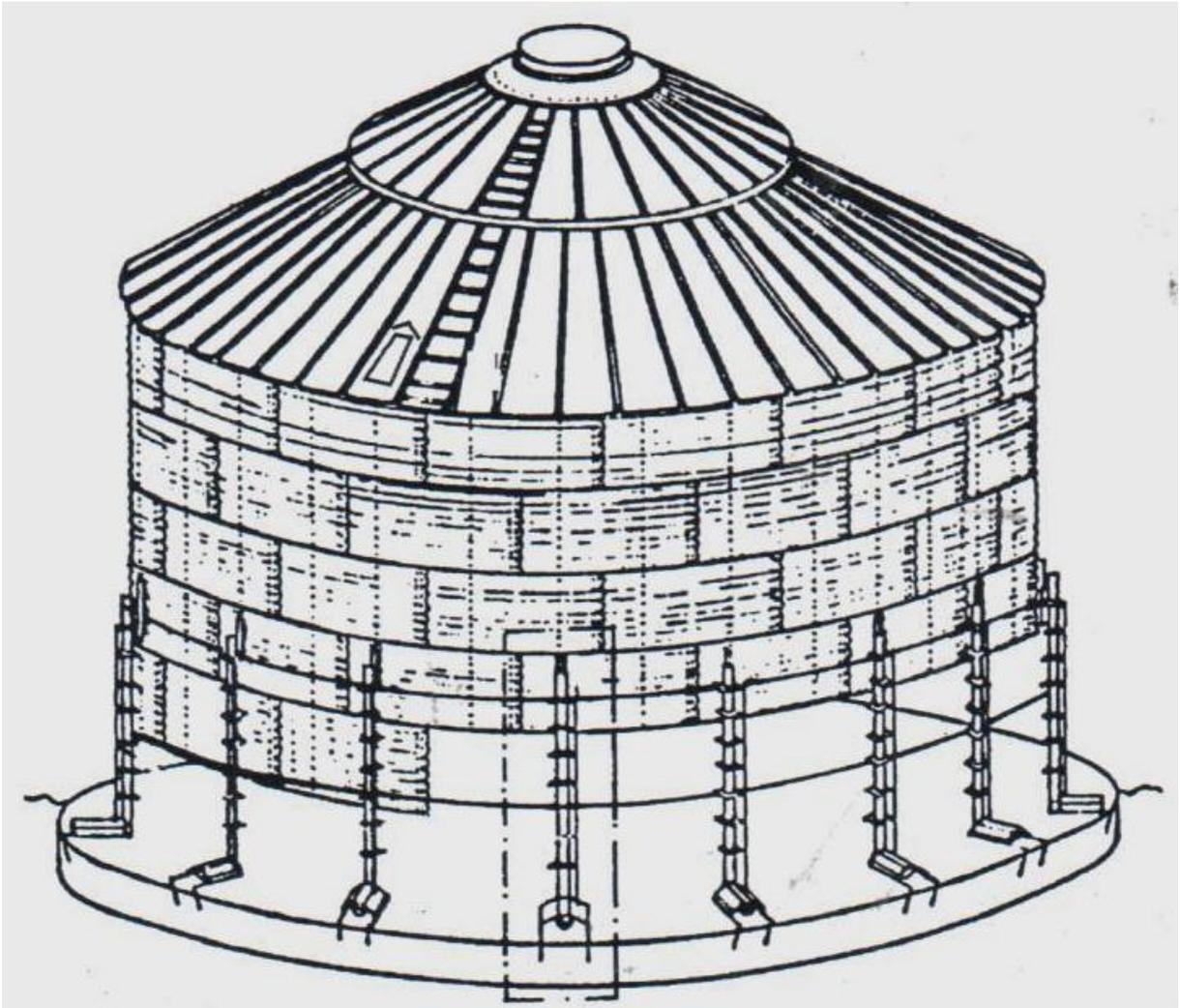
#### 4.4 INSTRUÇÕES DE MONTAGEM

De acordo com dados obtidos no Manual do Proprietário Silos Planos Kepler weber (2011), devem-se seguir algumas instruções de montagem. Durante o início da montagem, monta-se os dois primeiros anéis sobre a base do silo. Após estes dois níveis montados, colocam-se os suportes das longarinas que dão sustentação ao telhado. Com as longarinas já montadas conforme figura 1, pode-se iniciar a cobertura do telhado:



**Figura 1: Início da cobertura do telhado do silo.**  
Fonte: Manual do Proprietário, Kepler Weber, 2011, p.95

Após a cobertura do telhado, começa-se a distribuição dos eleva-silos em montantes alternados para dar maior segurança durante a montagem e para não haver deformação do anel durante o içamento do armazenador. Na figura 2 pode-se ver como ficam distribuídos os eleva-silos em torno do silo durante a elevação:



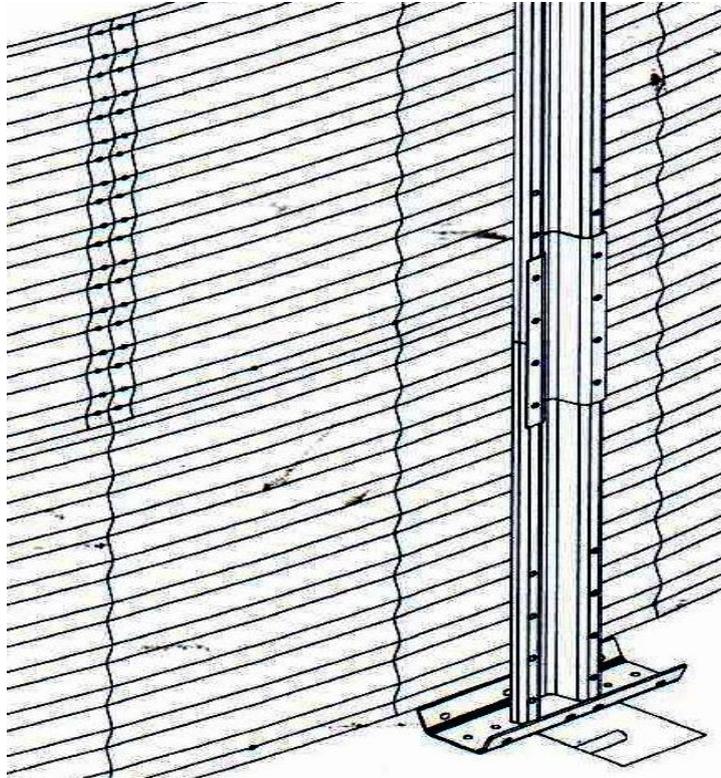
**Figura 2: Conjunto de eleva-silos.**

**Fonte: Manual do Proprietário, Kepler Weber, 2011, p.96**

Durante a montagem do corpo do silo, montam-se dois anéis e colocam-se os montantes, mas sem dar aperto nas costuras horizontais. Antes de apertar os parafusos do montante colocam-se mais dois anéis de chapa ao redor do silo.

Para pendurar os montantes no corpo do silo, introduz-se uma espina no furo inferior da chapa e a força para baixo fazendo com que o montante seja empurrado para cima. Depois de apertar os parafusos à espina pode ser retirada e

assim o montante não pode escorregar para baixo. A figura 3 ilustra como ficam os montantes quando colocados no corpo do silo:



**Figura 3: Montantes parafusados no corpo do silo.**  
**Fonte: Manual do Proprietário, Kepler Weber, 2011, p.100**

Ainda de acordo com o Manual do Proprietário Silos Planos (2011), para operar corretamente o carregamento e descarga de um silo deve-se atentar a alguns requisitos de segurança. Ao carregar o silo devem-se verificar os espalhadores de grãos e averiguar se seus componentes estão em funcionamento. Outro requisito a se avaliar é os cabos de termometria, pois neles é que se obtém a temperatura interna do silo. Verificar também o controle interno de nível que é acionado através do contato do produto estocado com o sensor, e assim o sistema desliga a carga do silo através de um quadro de comando.

Durante a descarga do silo, deve-se estar atento nos registros centrais que são usados para esvaziar por gravidade o silo. Os registros auxiliares devem ser usados apenas em momentos de emergência, como por exemplo, o embuchamento do registro central. Lembrando que os registros devem ser abertos do centro para as extremidades.

No descarregamento do silo, a rosca varredora é utilizada para eliminar o restante de produto que fica depositado dentro do silo. Quando a rosca varredora estiver em movimento, evitar entrar no silo para que não ocorram acidentes.

## 5. METODOLOGIA

Para elaboração deste projeto, inicialmente foi escolhida uma obra que foi executada em Ivaiporã, PR. Porém devido à agilidade e rapidez do serviço executado não foi possível desenvolver adequadamente o estudo nessa obra. Diante deste fato, foi escolhida outra obra com mesmas características, porém de maior porte que está sendo executada em Toledo, PR. O modelo do silo que foi montado nesta obra é o 9022 (o número 90 representa a dimensão em pés, ou seja, o diâmetro do silo. Já o número 22 representa a quantidade de anéis que ficam dispostos na vertical, ou seja, a altura do corpo do silo), que é um silo com maior capacidade de armazenamento.

Durante todo o processo de montagem utilizou-se como material uma máquina fotográfica para registrar as etapas da obra, e uma prancheta para se anotar todos os dados de interesse de cada etapa durante a obra. O apêndice B traz a conferência das etapas dos serviços executados.

## 6. RESULTADOS

Quando foi iniciada essa obra, foi organizado todo o canteiro e separado equipamento por equipamento, cada um em seus respectivos pontos de montagem.

Após a separação dos equipamentos, foi feita a conferência de peças do silo conforme listado no apêndice A. Em seguida, após a conferência das peças, foi dado início a montagem da estrutura do telhado. Durante a montagem foram içadas todas as longarinas em pares com o auxílio de um guindaste. Após o içamento, foi montada a cobertura da estrutura do telhado, feita com as chapas de cobertura que possuem os respiros.

Com o telhado coberto, montaram-se as escadas de acesso, guarda-corpo na parte inferior do telhado e guarda-corpo junto ao colar na parte superior do mesmo. Os parafusos das telhas foram vedados com sikaflex (selante de alta elasticidade permanente) para evitar infiltrações na parte interior do silo.

Após a conclusão da montagem do telhado, deu-se início à limpeza das chapas corrugadas que são utilizadas na montagem do corpo do silo. Durante a montagem do corpo do silo foi utilizado como auxílio para içamento do armazenador um jogo de vinte eleva-silos e dez talhas. Cada eleva-silo possuía capacidade de levantamento de cinco toneladas e as dez talhas também possuíam capacidade de içamento de cinco toneladas.

Prosseguindo com a montagem, foram colocados anéis de reforço até o oitavo nível do corpo para em seguida ser realizada a montagem da escada caracol em torno de todo o corpo do silo. Feito o içamento do corpo do armazenador, foram colocadas as chapas de base que são ligações soldadas e parafusadas. Com o silo todo montado, deu-se início a montagem dos pisos de aeração no interior do silo. Logo em seguida, foi montada a rosca varredora na parte interna do armazenador. Durante o processo, os dados coletados permitiram avaliar os possíveis pontos que podem ser melhorados em questão de economia de tempo e mão-de-obra. Nos itens 6.1 a 6.5 são descritas as etapas do processo de montagem e suas particularidades identificadas durante a execução e no item 6.6 são listados os tempos de montagem obtidos para cada etapa.

## 6.1. PROCESSO INICIAL DE MONTAGEM

Durante o processo inicial de montagem, ficou evidente que esta é a etapa fundamental para o andamento da obra, pois é nela que é possível prever se haverá atrasos ou não pela falta de peças. O primeiro passo após a conferência foi disponibilizar as partes integrantes do silo em um único local que fosse próximo ao ponto de montagem como pode ser visto nas fotografias 4 e 5:



**Fotografia 4 – Chapa de cobertura do silo com respiros.**  
Fonte: Autoria própria



**Fotografia 5 – Peças do silo.**  
Fonte: Autoria própria

Após as peças separadas e locadas nos seus respectivos lugares, foi iniciada a limpeza das chapas do corpo do silo (fotografia 6), quando foi retirado o óleo protetor com estopas e pó-de-serra:



**Fotografia 6 – Limpeza das chapas do corpo do silo.**  
**Fonte: A autoria própria**

Nestas etapas é importante conferir se todas as peças estão próximo ao ponto de montagem para que quando as peças forem utilizadas não atrapalhem o rendimento da obra. Também é importante conferir a limpeza das chapas, pois podem ocorrer acidentes durante o manuseio.

## 6.2. MONTAGEM DA ESTRUTURA DO TELHADO

As longarinas foram colocadas sobre a base do silo e unidas em duplas através de longarinas transversais formando um conjunto como pode ser observado na fotografia 7:



**Fotografia 7 – Montagem das longarinas do telhado.**  
**Fonte: Autoria própria**

Após as longarinas unidas em duplas, foi levantado o mastro do centro que dá apoio ao colar que sustenta as longarinas na região central. Antes dessa obra, as longarinas eram levantadas todas manualmente pela Lacovic Metal, mas com as longarinas já pré-montadas foi feito o levantamento das mesmas com o uso de um guindaste, facilitando e economizando tempo durante a obra. As fotografias 8, 9, 10 e 11 ilustram o mastro central que sustenta momentaneamente o colar de apoio das longarinas e também apresentam o içamento das mesmas até o colar:



**Fotografia 8 – Mastro e Colar central.**  
**Fonte: Autoria própria**



**Fotografia 9 – Içamento das longarinas com guindaste.**  
**Fonte: Autoria própria**



**Fotografia 10 – Içamento das longarinas com guindaste.**  
Fonte: Autoria própria



**Fotografia 11 – Fixação das longarinas ao colar central.**  
Fonte: Autoria própria

Com a estrutura do telhado toda erguida e fixada na sua posição final foi dado início a montagem da cobertura da estrutura. Esta cobertura, por se tratar de um silo de grande porte, é feita em três níveis, conforme pode ser verificado na fotografia 12:



**Fotografia 12 – Estrutura do telhado do silo 9022.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Nesta etapa é de extrema importância à verificação do encaixe e do aperto dos parafusos que ficam nas ligações das longarinas superiores, transversais e ao colar central, qualquer descuido pode provocar graves acidentes. Estando todos os parafusos apertados e as peças bem encaixados pode-se partir para a outra etapa que é a cobertura do telhado.

### 6.3. COBERTURA DA ESTRUTURA DO TELHADO

Após a estrutura estar pronta, deu-se início a montagem das chapas de cobertura na estrutura do telhado do silo. Algumas das chapas possuem o respiro que são peças acopladas em aberturas existentes nas chapas de cobertura, que tem como finalidade facilitar a passagem de ar quente que é expelido da massa de grão por meio de insuflação. A fotografia 13 apresenta o início da colocação das chapas de cobertura:



**Fotografia 13 – Início da cobertura da estrutura do telhado.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Com a cobertura do telhado pronta, foram instalados guarda-corpos no nível inferior do telhado, que servem de proteção para futuras e possíveis manutenções de rotina, conforme pode ser visto na fotografia 14 obtida após a montagem:



**Fotografia 14 – Cobertura e guarda corpo do telhado.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Nesta etapa é fundamental a verificação da vedação dos parafusos que prendem as chapas de cobertura a estrutura do telhado, pois não podem ocorrer vazamentos no interior do silo, porque pode acabar estragando os cereais.

#### 6.4. IÇAMENTO E FINALIZAÇÃO EXTERNA DO SILO

Finalizado a montagem da estrutura, cobertura e guarda corpo do telhado, foi iniciado os procedimentos para içamento do silo com o auxílio de um conjunto de eleva-silos. Os eleva-silos são equipamentos mecânicos todos em aço e possuem motores que reduzem a rotação, mais conhecidos como moto redutores. Durante o içamento do silo, foi gasto 4,27 segundos para levantar um anel com o auxílio do eleva-silo. Estes equipamentos substituíram as talhas, que são um jogo de tripés com talhas penduradas, que são fixadas ao montante das chapas do silo e servem também para o içamento. A fotografia 15 mostra como é instalado uma talha para o levante do silo:



**Fotografia 15 – Talha de içamento.**  
**Fonte: Aatoria própria.**

Devido haver duas obras nesta região foram utilizados vinte eleva-silos e dez talhas em cada obra. Com a instalação de todas as talhas e macacos hidráulicos, como são conhecidos em obra, foi dado início ao levantamento do silo. A

fotografia 16 apresenta o silo após o içamento dos dois primeiros níveis de chapas do corpo:



**Fotografia 16 – Içamento do silo.**  
**Fonte: Autoria própria**

Após alguns níveis de chapa içados, colocaram-se os anéis de reforço. Este modelo de silo em questão possui seis níveis de anéis de reforço, que tem a finalidade de ajudar os montantes a suportar as pressões laterais que são exercidas pela força do produto armazenado. A fotografia 17 ilustra o silo com os anéis de reforço:



**Fotografia 17 – Anéis de reforço.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Com os níveis de chapas totalmente levantados, foram iniciados os acabamentos finais do silo. Os acabamentos finais são o arredondamento dos pés, ou seja, durante o levantamento do silo, os eleva-silos puxam os montantes para fora do prumo, e com a finalização é necessário arredondar a base para que fique no diâmetro correto, e soldagem das sapatas metálicas que ligam os montantes à base.

Após o silo estar finalizado externamente, foi iniciado a montagem da parte de aeração do silo. A fotografia 18 apresenta o silo já finalizado externamente:



**Fotografia 18 – Silo acabado externamente.**  
**Fonte: Autoria própria**

Durante o processo de içamento é necessário estar verificando o aperto de todos os parafusos nas emendas das chapas e montantes.

#### 6.5. ACABAMENTOS INTERNOS E ROSCA VARREDORA

Os acabamentos internos são basicamente constituídos do piso de aeração, rosca varredora e escadas internas. Os pisos de aeração são chapas dobradas com pequenos furos que facilitam a passagem de ar que vêm dos exaustores externos, fazendo com que o ar quente seja expulso pelos respiros localizados no teto do silo. As chapas de aeração são ilustradas nas fotografias 19 e 20 apresentadas a seguir:



**Fotografia 19 – Chapas de aeração.**  
**Fonte: Autoria própria.**



**Fotografia 20 – Chapas de aeração instaladas.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Depois de instaladas todas as chapas de aeração, foi montada a rosca varredora. Esta rosca tem o objetivo de puxar a semente armazenada para as bicas de descarga que ficam locadas no centro da base do silo. É movida por motor e possui pneu auxiliar em seu comprimento, pois seu peso é grande devido ela ser toda em aço. Na fotografia 21 têm-se a rosca varredora montada no interior do silo:



**Fotografia 21 – Rosca varredora montada.**  
**Fonte: Autoria própria.**

## 6.6. TEMPOS DOS SERVIÇOS EXECUTADOS

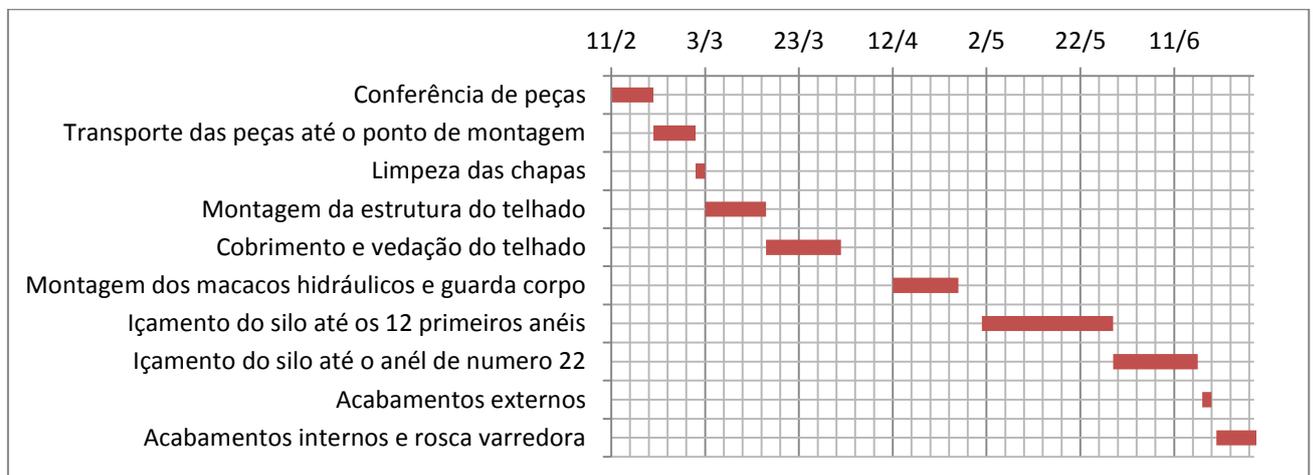
Durante toda a obra foram feitas anotações sobre os tempos de execução de cada serviço executado no silo. Foram encontrados vários fatores que influenciaram negativamente no andamento da obra como, por exemplo, dias de chuva. Nos dias em que houve chuva, a montagem do silo foi parada, mas como a obra é de grande porte os operários foram deslocados para outra frente de serviço. Com os dados obtidos durante a montagem, foi possível quantificar e analisar possíveis pontos que ainda apresentam falhas no campo de obra. Com estas anotações e dados, foi montada uma tabela que mostra os dias trabalhados na montagem do silo, na qual foram descontados os dias em que a obra ficou parada devido a fortes chuvas. Por meio desta tabela foi possível organizar um gráfico que traz o tempo de obra por cada serviço executado:

**Tabela 1 – Relação do tempo de montagem por serviços por operário.**

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	INICIO	DURAÇÃO (dias)	TÉRMINO	OPERÁRIOS	HORAS (por operário)
Conferência de peças	11/fev.	9	19/fev.	2	72
Transporte das peças até o ponto de montagem	20/fev.	9	28/fev.	5	72
Limpeza das chapas	01/mar	2	02/mar	6	18
Montagem da estrutura do telhado	03/mar	13	15/mar	8	104
Cobrimento e vedação do telhado	16/mar	16	31/mar	5	128
Montagem dos macacos hidráulicos e guarda corpo	12/abr.	14	25/abr.	10	112
Içamento do silo até os 12 primeiros anéis	01/mai.	28	28/mai.	17	224
Içamento do silo até o anel de numero 22	29/mai.	18	15/jun.	17	144
Acabamentos externos	17/jun.	2	18/jun.	3	17
Acabamentos internos e rosca varredora	20/jun.	9	28/jun.	5	72
TOTAL DE OPERÁRIOS	17				
TOTAL DE DIAS TRABALHADOS	120				
TOTAL DE HORAS TRABALHADAS	9871				

Fonte: Autoria própria

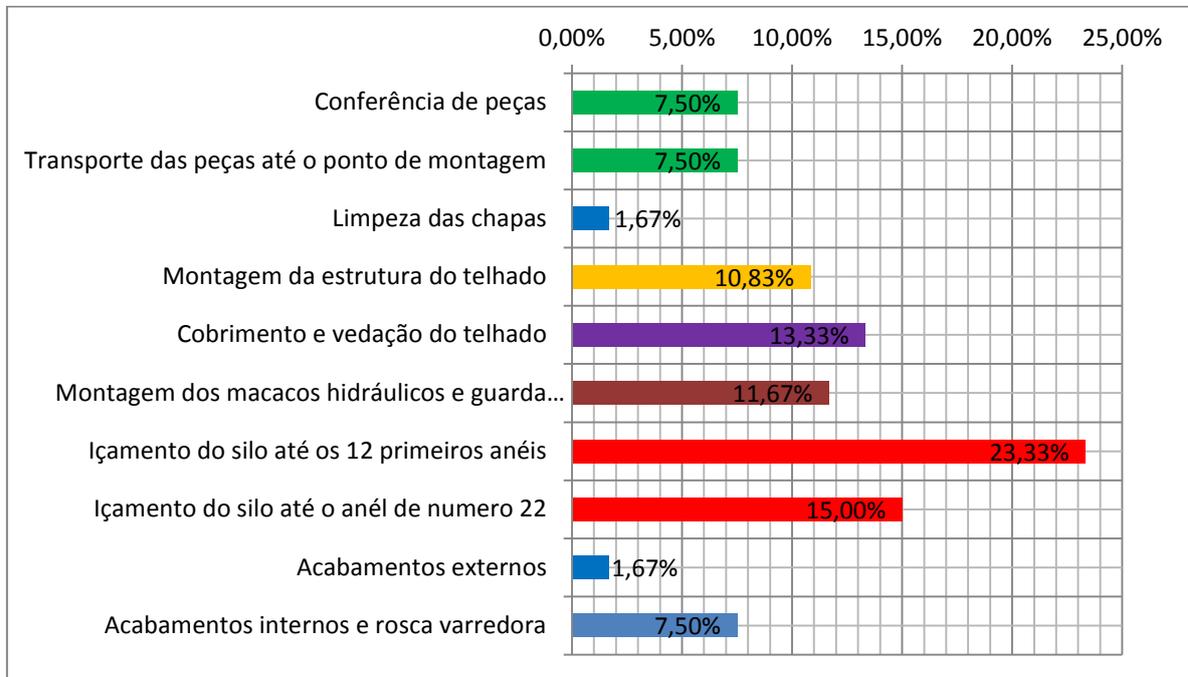
Durante a montagem foram utilizados 17 operários, entre eles estão 2 montadores e 15 auxiliares.

**Gráfico 1 – Tempos de montagem por serviço executado.**

Fonte: Autoria própria.

O gráfico 2 apresenta a relação das atividades por etapa de serviço durante a montagem total do silo:

**Gráfico 2 – Relação das atividades por tempo total da obra.**



**Fonte: Autoria própria.**

## 6.7. SUGESTÕES PARA FUTURAS MONTAGENS

Diante dos dados obtidos, para próximas obras, pode-se trabalhar em questões relacionadas a economia de tempo. Em certos serviços executados alguns operários desperdiçavam muito tempo na realização de suas atividades, seja perda de tempo pela falta de administração do encarregado da obra ou por falta de atenção do próprio operário.

No ato da conferência das peças do silo, ao se colocar mais dois operários em ação, por exemplo, os componentes já poderiam começar a ser transportados para seus respectivos pontos de montagem.

Com os dados da pesquisa, é possível verificar a necessidade de se trabalhar nos pontos mais cruciais como o levante do silo até o decimo segundo anel, pois nele há muito atraso, por ser uma das etapas mais complicadas, pois, possui seis níveis de anéis de reforço fazendo com que seja perdido um tempo de levante muito grande.

No acabamento interno é necessário colocar mais pessoas para realizar os serviços finais, pois as peças da rosca varredora são muito pesadas e foi constatado por conta disso os operários chegam ao seu limite de cansaço físico muito rápido.

## 7. CONCLUSÃO

Ao se iniciar a montagem do silo deve-se ter plena certeza de não haver falta de peças, pois se durante a obra houver falta de qualquer componente por menor que seja ele, será impossível concluir de maneira exata a montagem do silo e acarretará em atrasos na obra. Na obra estudada faltaram algumas peças, mas felizmente isso não ocasionou atrasos, pois os componentes faltantes foram detectados na etapa de conferência de peças e assim providenciados em tempo hábil.

A montagem do silo compreende várias etapas e uma correta sequência de peças a serem instaladas. Na etapa de montagem da estrutura do telhado pôde-se perceber que à utilização de guindaste propiciou um aumento na velocidade de montagem quando comparado a obras anteriores executadas pela empresa com elevação manual das longarinas.

Com a estrutura toda erguida, foi possível dar início a cobertura da estrutura e em seguida realizar a vedação do telhado. Esta etapa dos serviços foi uma das mais demoradas, não pelo fato de que houve cinco dias de chuva, mas devido à falta de operários nesta fase, onde atuaram apenas cinco funcionários.

No içamento até os doze primeiros anéis identificou-se nessa obra ser este um processo demorado e falho, pois as dificuldades encontradas em fixar os anéis de reforço foram muito grandes devido à falta de escadarias e andaimes que poderiam ser utilizados para dar suporte aos operários.

Após o levante do silo, o acabamento externo foi concluído de forma rápida. Já no acabamento interno, o processo foi relativamente demorado. Constatou-se nesta fase a falta de operários para ajudar a complementar o serviço pelo fato de a obra ser muito grande. Alguns trabalhadores tiveram que ser remanejados para outras frentes de serviços diante do apuro apresentado pela unidade para rodar outros equipamentos mecânicos.

Assim, com os dados obtidos ficou evidente a necessidade de um correto dimensionamento do número de operários por etapa para agilizar as atividades, o que poderá ser implementado corretamente em uma próxima obra.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Jose. W. **Construção de silos metálicos**, São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.metallica.com.br/artigos-tecnicos/construc-o-de-silos-metalicos>>. Acesso em: 13 jan. 2014.
- BERNARDES, M. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas de Construção**. 2001. 310 f. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, porto alegre, 2001. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13718/000292771.pdf>> Acesso em: 7 jan. 2014.
- CALIL JUNIOR, Carlito; CHEUNG, Andrés B. Silos: pressões, fluxo, recomendações para o projeto e exemplos de cálculo. São Carlos: EESC, 2007.
- DEVILLA, I. A. **Projeto de Unidades Armazenadoras**. 2004. Universidade Estadual de Goiás. Anápolis. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABPc4AB/projeto-unidades-armazenadoras>> . Acesso em: 10 jan. 2014.
- DUARTE, R.J.C. **Análise de Segurança proposta na fabricação de silos armazenadores de grãos: Um estudo de caso**. 2010. 85f. Dissertação (Especialista em Engenharia de segurança do Trabalho). Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá, 2010. Disponível em: <[https://www.google.com.br/search?q=rosangelo+jeronimo&oq=rosangelo+jeronimo&aqs=chrome..69i57j0l4.5789j0j9&sourceid=chrome&espv=210&es\\_sm=93&ie=UTF-8](https://www.google.com.br/search?q=rosangelo+jeronimo&oq=rosangelo+jeronimo&aqs=chrome..69i57j0l4.5789j0j9&sourceid=chrome&espv=210&es_sm=93&ie=UTF-8)> Acesso em: 15 jan. 2014.
- Embrapa, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, **Problemas pós-colheita podem reduzir a competitividade do grão brasileiro** 2014. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/noticia/ver\\_noticia.php?cod\\_noticia=885](http://www.cnpso.embrapa.br/noticia/ver_noticia.php?cod_noticia=885)>. Acesso em 20 jul. 2014.
- KEPLER WEBER S.A, EIMAN, Manual do Proprietário, 2011, Rio Grande do sul. Instruções de Montagem.
- KEPLER WEBER S.A, 2013, Rio Grande do sul, 2013. Disponível em: <<http://www.kepler.com.br/view/pt/prodCategoria.aspx?Cat=Silos-KW&idSegmento=1&idCategoria=4>> . Acesso em 29 dez. 13.
- PICCHI, A.F.; AGOPYAN, V. **boletim técnico** da escola politécnica da Universidade de São Paulo, departamento de engenharia da construção civil e sistemas de qualidade na construção de edifícios. São Paulo, SP, 1993. Disponível em: <[http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT\\_00104.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00104.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2014.

RURAL BR AGRICULTURA, 2014, **Déficit de armazenagem de grãos no país é de 40 milhões de toneladas por ano**. Disponível em: <<http://agricultura.ruralbr.com.br/noticia/2014/04/deficit-de-armazenagem-de-graos-no-pais-e-de-40-milhoes-de-toneladas-por-ano-estima-conab-4478575.html>>

SCALABRIN, L. A. **Dimensionamento de silos metálicos para armazenagem de grãos**. 2008. 160f. Dissertação (mestre em engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/15834/000691236.pdf?...1>>. acesso em 14 jan. 2014.

SILO FÉRTIL, DERIO ROST & CIA LTDA, Pato Branco, 2014. Disponível em: <<http://silofertil.web951.uni5.net/silos-armazenadores>>. Acesso em 17 jun.

STEFANELO, Eugenio. **Por que investir em armazenagem e logística?** Negócios da terra, 19 nov. 2013. Disponível em: <<http://negociosdaterra.com.br/eugenio/2013/11/19/por-que-investir-em-armazenagem-e-logistica/>>. Acesso em: 29 jan. 2014.

TAGUCHI, Viviane. **Armazéns lotados, e agora?** Dinheiro Rural, Edição 71, set. de 2010. Disponível em: <<http://revistadinheirorural.terra.com.br/secao/agroeconomia/>> Acesso em 15 abr.

VINO, J. T. F. Déficit de armazenagem de grãos pode chegar a 40 milhões de toneladas em 2013. **Grãos, da semente ao consumo**, Maringá-PR, Brasil. Disponível em: <<http://www.graosbrasil.com.br/noticias/18/deficit-de-armazenagem-de-graos-pode-chegar-a-40-milhoes-de-toneladas-em-2013>>. Acesso em 16 jan. 2014.

WEBER, E. A. Excelência em beneficiamento e armazenamento de grãos. **Armazenagem no Brasil AgroLink**, Canoas, 2005. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/armazenagem/Historico.aspx>>. acesso em 21 jan. 2014.

**APÊNDICE A – Listagem de equipamentos em obra**

<b>LISTAGEM DE PEÇAS</b>				
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QTDDE.</b>	<b>FALTA</b>
1102020068	CABO DE AÇO GALV AF 5/16" 6x7	M	21	0
1102030063	CLIPS P/ CABO DE AÇO Z 5/16 PESADO	UN	6	1
1102031167	SAPATILHA P/ CABO DE AÇO Z 5/16"	UN	2	0
1104133510	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO NÚMERO DE SÉRIE	UN	1	0
1117410037	PARAF AUTO PERF PB 1/4"x14x7/8"	UN	360	30
1117581168	PARAF SEXT BICR M6x16- 8.8 DIN 933	UN	7	0
1117581400	PARAF SEXT BICR M6x40- 8.8 DIN 933	UN	1	0
1117582164	PARAF SEXT BICR M8x16- 8.8 DIN 933	UN	49	0
1117582202	PARAF SEXT BICR M8x20- 8.8 DIN 933	UN	1617	0
1117582253	PARAF SEXT BICR M8x25- 8.8 DIN 933	UN	493	10
1117582300	PARAF SEXT BICR M8x30- 8.8 DIN 933	UN	1682	30
1117583250	PARAF SEXT BICR M10x25- 8.8 DIN 933	UN	78	0
1117583306	PARAF SEXT BICR M10x30- 8.8 DIN 933	UN	10695	50
1117583357	PARAF SEXT BICR M10x35- 8.8 DIN 933	UN	80	0
1117584256	PARAF SEXT BICR M12x25- 8.8 DIN 933	UN	8	0
1117584353	PARAF SEXT BICR M12x35- 8.8 DIN 933	UN	3377	46
1117586453	PARAF SEXT BICR M16x45- 8.8 DIN 933	UN	50	0
1117940060	PORCA SEXT BICR M6- 8 DIN 934	UN	9	0
1117940087	PORCA SEXT BICR M8- 8 DIN 934	UN	9778	2
1117940109	PORCA SEXT BICR M10- 8 DIN 934	UN	11299	55
1117940125	PORCA SEXT BICR M12- 8 DIN 937	UN	3442	0
1117940168	PORCA SEXT BICR M16- 8 DIN 938	UN	50	26
1117971080	ARR PRESS BICR B 8 DIN 127 B	UN	648	10
1117971101	ARR PRESS BICR B 10 DIN 127 B	UN	80	1
1117971101	ARR LISA BICR D 6,6 DIN 126	UN	8	0
1117972094	ARR LISA BICR D 9 DIN 126	UN	6962	3
1117972116	ARR LISA BICR D 11 DIN 126	UN	27124	10
1117972140	ARR LISA BICR D 14 DIN 126	UN	3446	6
1117972183	ARR LISA BICR D 18 DIN 126	UN	50	0
1123010193	BORRACHA CALAF 25x2,5x2200 LM- 3082 C	UN	59	57
1123060166	APOIO P/ CH LAT BUTLER	UN	98	0
1132031629	CONTR DE NIVEL NVS P/ SILOS	UN	1	0
1137016083	CHUMB TECNART AFM 38065 M10x65	UN	2	0
1137016091	CHUMB TECNART AFM 56055 M8x55	UN	10	1
1137060422	DOBRADIÇA PINO SOLTO 76,20 GALV (3")	UN	1	0
1150002007	SIKAFLEX 221 UNIPACK 400ML/517G CINZA CLARO	UN	9	1
1150067842	PARAF SILO BICR M8x20- 8.8	UN	1475	12
1150067869	PARAF SILO BICR M8x30- 8.8	UN	4461	31
1150067885	PARAF SILO BICR M10x25- 8.8	UN	14657	10
1150067907	PARAF SILO BICR M10x35- 8.8	UN	23106	0
1150067923	PARAF SILO BICR M12x30- 8.8	UN	23511	2
1150069217	ADES OPER MANUT SILOS PLANOS	UN	1	0
1150161199	PARAF A-A CIL FND BICROM B6, 3x16	UN	15	0

1150178750	PORCA SEXT BICROM C/ ARR NEOPR M10-8 DIN 934	UN	37424	21
1150178768	PORCA SEXT BICROM C/ ARR NEOPR M12-8 DIN 934	UN	23511	15
1150194550	VEDAFLEX CINZA ( BORRACHA CALAF. ) 8m	UN	367	0
1150194569	VEDAFLEX CINZA ( BORRACHA CALAF. ) 1m	UN	4060	2
1500099071	PONTEIRA EXTERNA 1" - TAMPÃO	UN	184	0
7119753437	CALÇO DO MONTANTE 120 x 270	UN	45	0
7120333411	CHUMBADOR M22	UN	90	0
7123335237	CHAPA COB INT SL90 C/ AB GALV	UN	7	0
9112489838	LONGARINA	UN	42	0
9112490135	EMENDA GALV	UN	42	0
9114717439	CHAPA	UN	1	0
9114869433	SUP CONTROLE DE NIVEL	UN	1	0
9118448130	CHAPA DE VEDAÇÃO - AER	UN	30	0
9123918328	SUPORTE ONDULADO P/ ESCADA SC	UN	46	0
9124186932	FECHAMENTO INTERMEDIÁRIO MENOR	UN	60	0
9124187432	FECHAMENTO INTERMEDIÁRIO MAIOR	UN	90	1
9124194331	SUPORTE INTERMED MENOR COBERTURA	UN	90	1
9124195435	SUPORTE INTERMED MAIOR COBERTURA	UN	360	0
9124195532	SUPORTE INF MENOR COBERTURA	UN	90	0
9124197039	SUPORTE INF MAIOR COBERTURA	UN	270	0
9124207735	ABRAÇADEIRA ANEL DE REF D. 76,2	UN	90	1
9124212216	RESPIRO PONTIAGUDO 300 x 765	UN	59	0
9124313136	CALÇO DO MONTANTE 120 x 270	UN	90	0
9124377037	SUPORTE CH LOGOMARCA	UN	12	0
9124377231	TRAVESSA CH LOGOMARCA	UN	6	0
9124443439	ABRAÇADEIRA MENOR ANEL REF D. 76,2	UN	1080	2
9124491425	FECHAMENTO SUP DO TELHADO SL 60/90 GALV-E	UN	3	0
9124507330	SUPORTE 150 X 182 SL 90 PINT	UN	15	0
9124558635	ANEL REF EXT SL 90	UN	90	0
9136295421	MONTANTE BASE 4,75 x 919,8 SL GALV	UN	90	0
9136330421	ANEL DO TELHADO SL60/90	UN	1	0
9136746636	APOIO DO PISO TELHADO ( INF. PADRÃO)	UN	10	1
9136747136	APOIO DO PISO DO TELHADO ( SUP. PADRÃO)	UN	10	1
9136965435	FECHAMENTO INF ONDA COBERTURA	UN	180	1
9137217238	FECHAMENTO MAIOR DA TAMPA	UN	2	0
9137217335	FECHAMENTO MENOR DA TAMPA	UN	2	0
9137220522	APOIO DA TAMPA CENTRAL D320 SL GALV-F	UN	1	0
9137400830	TALA INTERNA MAIOR	UN	1980	0
9137506710	SUPORTE P/ CABO TERM. SL 36 A 105	UN	1	0
9137885036	CHAPA P/ FIXAÇÃO PISO - DIV	UN	96	0
9138583912	GRAMPO FIXAÇÃO CORRIMÃO	UN	1256	0
9138664238	MONTANTE INTERM Z 3,35	UN	90	0
9138664335	MONTANTE INTERM Z 4,25	UN	94	0
9138665030	MONTANTE UNIÃO Z 4,25	UN	990	0

9138886532	ARRUELA FIX DIAGONAL PI GALV E	UN	56	0
9138891331	TAMPA ARRUELA D14 - PI - GALV-E	UN	56	0
9138934537	CH COBERT SUPERIOR SL60/90 GALVALUME	UN	12	0
9138934731	CH COBERT INF SL60/INT SL 90 GALVALUME	UN	53	0
9138936637	CH COBERTURA INFERIOR SL 90 GALVALUME	UN	55	0
9138936939	CH COBERT INF SL90 C/ ABERT GALVALUME	UN	7	0
9139124032	CHAPA LAT LOGOMARCA Z 0,80 MONT EXT	UN	2	0
9139124431	CHAPA LAT LOGOMARCA Z 0,80 MONT EXT	UN	2	0
9139739738	CHAPA SUPORTE	UN	1	0
9139740132	CHAPA	UN	1	0
9139748230	SUPORTE FIXAÇÃO ESCADA	UN	2	0
9139748338	REFORÇO ESC INT	UN	2	0
9141380334	CHAPA LATERAL Z 1,55 MONT EXT SL90	UN	90	0
9141380431	CHAPA LATERAL Z 1,95 MONT EXT SL90	UN	60	0
9141380539	CHAPA LATERAL Z 2,30 MONT EXT SL90	UN	60	0
9141380636	CHAPA LATERAL Z 2,70 MONT EXT SL90	UN	178	0
9141380733	CHAPA LATERAL Z 3,00 MONT EXT SL90	UN	30	0
9141380938	CHAPA LATERAL Z 1,95 MONT EXT SL90	UN	298	0
9141381039	CHAPA LATERAL Z 2,30 MONT EXT SL90	UN	300	0
9141387320	SUPORTE INF LONGARINA SL90	UN	15	0
9141388734	CHAPA DE VEDAÇÃO SILO 90 3 MONT	UN	30	0
9141390321	ANEL CENTRAL SL90	UN	1	0
9141390631	LIGAÇÃO LONG ANEL SUP SL90/108/120	UN	15	0
9141390933	LONGARINA INF SL90	UN	15	0
9141391034	LONGARINA INTERM SL90	UN	15	0
9141391131	LONGARINA SUP SL90	UN	15	0
9141391425	LIGAÇÃO TRAV SL90	UN	30	0
9141393037	TRAVESSA 4 SL90	UN	15	0
9141393231	TRAVESSA 2 SL90	UN	15	0
9141393533	TRAVESSA 5 SL90	UN	15	0
9141394637	TRAVESSA 3 SL90	UN	15	0
9141394734	TRAVESSA 1 SL90	UN	15	0
9141395021	SUPORTE ANEL SUP SL90/108	UN	15	0
9141398934	APOIO ANEL W SUP SL90	UN	15	0
9141399531	APOIO ANEL INF SL90	UN	15	0
9141402222	LIGAÇÃO INF TRAV ESQ SL90	UN	15	0
9141404624	LIGAÇÃO INF TRAV DIR SL90	UN	15	0
9141405027	TRAVAMENTO INTERM DIR SL90	UN	15	0
9141406023	TRAVAMENTO INTERM ESQ SL90	UN	15	0
9141406520	LIGAÇÃO ESQ LONG SUP SL90	UN	15	0
9141407720	LIGAÇÃO DIR LONG SUP SL90	UN	15	0
9141408620	TRAVAMENTO SUP SL90	UN	15	0
9141409430	TRAVESSA INF SL90	UN	15	0
9141409731	TENSOR ESQ SL90	UN	15	0

9141409839	TENSOR DIR SL90	UN	15	0
9141409936	TENSOR CENTRAL SL90	UN	15	0
9141410330	TIRANTE INF SL90	UN	14	0
9141410837	TIRANTE SUP SL90	UN	14	0
9141410934	CANTONEIRA APOIO TELHA INTERM SL90	UN	15	0
9141411132	FIXAÇÃO APOIO INTERM APOIO TELHA SL90	UN	30	0
9141411230	CANTONEIRA SUP APOIO TELHA SL90	UN	15	0
9141411434	FIXAÇÃO APOIO TELHA SUP SL90	UN	30	0
9141411728	APOIO TELHA INF SL90	UN	15	0
9141412635	CHAPA TERMOMETRIA SL90/108	UN	14	0
9141419034	ANEL W SUP SL90	UN	15	0
9141414239	ANEL W INF SL90	UN	30	0
9141417335	LIGAÇÃO TRAVESSA INF SL90	UN	30	0
9141528633	TALA ANEL W SL108	UN	15	0
9141531332	TALA INF LONG SL120	UN	30	0
9141550930	CHAPA PISO SEXTAVADO SL	UN	5	0
9141551333	CHAPA COLUNA PISO	UN	6	0
9141551430	CHAPA RODAPÉ PISO SEXT	UN	5	0
9141551635	CORRIMÃO 1645	UN	40	0
9141552437	CORRIMÃO 480	UN	16	0
9141552631	DEGRAU ESCADA SL	UN	162	0
9141552739	ESPELHO ESCADA SL	UN	169	0
9141568830	CANTONEIRA APOIO PISO SEXT	UN	5	0
9141568937	CANTONEIRA APOIO MENOR PISO SEXT	UN	1	0
9141569038	CHAPA RODAPÉ MENOR PISO SEXT	UN	2	0
9141569135	EMENDA RODAPÉ ESCADA TELHADO	UN	6	0
9141569232	ESPELHO INICIAL ESCADA TELHADO	UN	2	0
9141569330	ESPELHO FINAL ESCADA TELHADO	UN	1	0
9141572519	PORTA LAT SL90 AS 120 (2X) E4,75 ( 3XD14)	UN	2	0
9141574236	CHAPA LAT PORTA Z 3,00 SL54AO 120 3 MONT ( 3XD14)	UN	4	0
9141574821	CONJUNTO COLUNA 1366 DIR ESC TELHADO SL60	UN	1	0
9141575020	CONJUNTO COLUNA 1366 ESQ ESC TELHADO SL60	UN	1	0
9141577235	CORRIMÃO 6000 ESCADA TELHADO	UN	32	0
9141587630	MONTANTE INTERM Z 2,30	UN	172	0
9141587737	MONTANTE INTERM Z 2,70	UN	110	0
9141587834	MONTANTE INTERM Z 3,00	UN	4	0
9141587931	MONTANTE SUP MENOR Z 2,70	UN	4	0
9141599433	TRAVESSA APOIO 4CHP	UN	8	0
9141600431	PERFIL DE FECHAMENTO	UN	8	0
9141601039	COLUNA 50x50x1220x2,65	UN	10	0
9141602639	TRAVESSA FIXAÇÃO P4CHP	UN	4	0
9141602930	MÃO FRANCESA APOIO PLATAFORMA SUP SILO GALV-	UN	4	0
9141604925	CONJUNTO COLUNA 1419 DIR TELHADO	UN	7	0
9141605921	CONJUNTO COLUNA 1419 ESQ TELHADO	UN	7	0

9141606731	CORRIMÃO 949	UN	16	0
9141606839	RODAPÉ 949	UN	2	0
9141607339	PISO REPUXADO GALV 250 x 2078,4	UN	8	0
9141607436	CORRIMÃO 978	UN	32	0
9141607533	RODAPÉ 978	UN	4	0
9141608130	EMENDA TUBO CORRIMÃO	UN	170	2
9141608530	CORRIMÃO 3000 ESCADA TELHADO	UN	16	0
9141609137	DEGRAU 476 TUBO ESTRIADO GALV	UN	65	0
9141609935	VIGA APOIO 58	UN	1	0
9141612430	CHAPA COBERTURA SUP SL90 C/ ABERT SUP	UN	14	0
9141614530	CHAPA COBERTURA INF SL90 C/ ABERTURA	UN	27	0
9141614734	CHAPA PISO SEXTAVADO CHEGADA SL	UN	1	0
9141621730	VIGA APOIO 119	UN	1	0
9141624535	VIGA APOIO 147 SL48	UN	1	0
9141624730	VIGA APOIO 106 SL48	UN	1	0
9141630020	MONTANTE GUARDA CORPO	UN	89	0
9141630535	RODAPÉ TELHADO SILO	UN	88	0
9141630632	APOIO CORRIMÃO	UN	44	0
9141632139	RODAPÉ APOIO PASSARELA	UN	2	0
9141637637	VIGA APOIO 162	UN	1	0
9141637734	VIGA APOIO 73	UN	1	0
9141638030	RODAPÉ SL 90 3292,8 DRI FINAL	UN	1	0
9141638331	RODAPÉ SL90 DIR INICIAL	UN	1	0
9141638439	ESPELHO INICIAL ESCADA TELHADO	UN	1	0
9141638633	RODAPÉ SL 90 DIR INTERM INF	UN	1	0
9141638935	RODAPÉ SL 90 DIR INTERM SUP	UN	1	0
9141639532	MONTANTE INTERM Z 2,30 (300)	UN	430	0
9141639737	MONTANTE SUP MENOR Z 2,30 (300)	UN	86	0
9141641235	RODAPÉ SL 90 3392,8 ESQ FINAL	UN	1	0
9141644730	RODAPÉ SL 90 ESQ INICIAL	UN	1	0
9141645036	RODAPÉ SL 90 ESQ INTERM INF	UN	1	0
9141645230	RODAPÉ SL 90 ESQ INTERM SUP	UN	1	0
9141653837	ESPELHO SUP ESC CARACOL	UN	2	0
9141654736	TUBO GUARDA CORPO SL 90	UN	112	0
9141669938	DEGRAU MAIOR ESCADA SL	UN	10	0
9141683736	RODAPÉ EXT INICIAL ESC CARACOL SL 90	UN	2	0
9141684333	RODAPÉ INT INICIAL ESC CARACOL SL 90	UN	2	0
9141684937	RODAPÉ EXT. INTERM CARACOL SL 90	UN	20	0
9141685810	COBERTURA INF SL 90 C/ PORTA	UN	1	0
9141685933	RODAPÉ INT INTERM CARACOL SL 90	UN	20	0
9141690830	RODAPÉ EXT DESCANSO CARACOL SL 90	UN	10	0
9141697338	CORRIMÃO ESCADA CARACOL SL 2013	UN	100	0
9141704920	COLUNA CORRIMÃO ESCADA CARACOL	UN	44	4
9141705020	COLUNA CHEGADA CORRIMÃO ESCADA CARACOL	UN	2	0

9141705128	COLUNA SAIDA CORRIMÃO ESCADA CARACOL	UN	4	0
9141706132	APOIO ESCADA CARACOL - SL GALV-E	UN	42	0
9141706434	SUPORTE FIXAÇÃO RODAPÉ INTERNO - SL GALV-E	UN	42	0
9141712230	REFORÇO INTERNO APOIO PASSARELA	UN	8	0
9141712532	APOIO PILARPASSARELA AB/FECH SL90 AO120 GALV-F	UN	4	0
9141715123	COLUNA MENOR APOIO ESC CARAC	UN	2	0
9141715433	CHAPA FIXAÇÃO ESC CARAC SL	UN	4	0
9141725030	RODAPÉ SUP EXT ESC CARACOL	UN	2	0
9141726338	LONGARINA SILO	UN	2	0
9141726532	RODAPÉ INF INT ESC CARACOL SL90	UN	10	0
9141726630	RODAPÉ 1 NÍVEL INT SUP ESC CARACOL SL90	UN	2	0
9141753637	TUBO CORRIMÃO MENOR PLAT SILOS	UN	14	0
9141753734	CHAPA FECHAM PLATAFORMA	UN	2	0
9141753831	CHAPA DE LIGAÇÃO ESCADA CARACOL	UN	2	0
9141753939	CANTONEIRA LIGAÇÃO PLATAF ESCADA CARACOL	UN	2	0
9141754030	RODAPÉ 350	UN	2	0
9141757039	RODAPÉ LAT PROT PORTA TELHADO SL	UN	1	0
9141757330	CORRIMÃO LAT PROT PORTA TELHADO SL90	UN	8	0
9141757420	MONTANTE PROT PORTA TELHADO SL90	UN	3	0
9141757535	CHAPA COBERTURA SUP SL90 C/ ABERT INF	UN	4	0
9141760331	CORRIMÃO MENOR PROT PORTA SL72-120	UN	8	0
9141760439	RODAPÉ MENOR PROT PORTA TELH SL72-120	UN	1	0
9141812439	SUPORTE FIXAÇÃO CABOS	UN	2	0
9141879134	TALA FIXAÇÃO SUPORTE CABO SL	UN	4	0

**APÊNDICE B – Conferência dos serviços executados**

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	Confere	Não confere
Conferência de peças	ok	
Transporte das peças até o ponto de montagem	ok	
Limpeza das chapas	ok	
Montagem da estrutura do telhado	ok	
Cobrimento e vedação do telhado	ok	
Montagem dos macacos hidráulicos e guarda corpo	ok	
Içamento do silo até os 12 primeiros anéis	ok	
Içamento do silo até o anél de numero 22	ok	
Acabamentos externos	ok	
Acabamentos internos e rosca varredora	ok	

**ANEXO A – Capacidade de carga dos silos**

Tabela 2 – Capacidade de carga dos silos (2014).

SILO Ø(m)	ANÉIS	ALTURA (m)		CAPACIDADE		
		CORPO	TOTAL	M <sup>3</sup>	TON.	SCS
3,66	05	4,59	5,78	51,57	38,68	645
	06	5,51	6,70	61,23	45,92	765
	07	6,43	7,62	70,89	53,17	886
	08	7,34	8,53	80,55	60,41	1.007
	09	8,26	9,45	90,20	67,65	1.128
	10	9,18	10,37	99,86	74,90	1.248
	11	10,10	11,29	109,52	82,14	1.369
	12	11,02	12,21	119,18	89,38	1.490
4,58	04	3,67	5,13	66,80	50,10	835
	05	4,59	6,05	81,92	61,44	1.024
	06	5,51	6,97	97,04	72,78	1.213
	07	6,43	7,89	112,17	84,13	1.402
	08	7,34	8,80	127,29	95,47	1.591
	09	8,26	9,72	142,42	106,81	1.780
	10	9,18	10,64	157,54	118,15	1.969
	11	10,10	11,56	172,66	129,50	2.158
	12	11,02	12,48	187,79	140,84	2.347
	13	11,93	13,39	202,91	152,18	2.536
	14	12,85	14,31	218,03	163,53	2.725
15	13,77	15,23	233,16	174,87	2.914	
16	14,69	16,15	248,28	186,21	3.104	

SILO Ø(m)	ANÉIS	ALTURA (m)		CAPACIDADE		
		CORPO	TOTAL	M³	TON.	SCS
5,50	05	4,59	6,31	120,05	90,04	1.501
	06	5,51	7,23	141,86	106,40	1.773
	07	6,43	8,15	163,67	122,75	2.046
	08	7,34	9,06	185,48	139,11	2.319
	09	8,26	9,98	207,29	155,47	2.591
	10	9,18	10,90	229,10	171,83	2.864
	11	10,10	11,82	250,91	188,18	3.136
	12	11,02	12,74	272,72	204,54	3.409
	13	11,93	13,65	294,53	220,90	3.682
	14	12,85	14,57	316,34	237,26	3.954
	15	13,77	15,49	338,15	253,61	4.227
	16	14,69	16,41	359,96	269,97	4.500
	17	15,61	17,33	381,77	286,33	4.772
	18	16,52	18,24	403,58	302,69	5.045
6,40	05	4,59	6,57	166,08	124,56	2.076
	06	5,51	7,49	195,80	146,85	2.448
	07	6,43	8,41	225,52	169,14	2.819
	08	7,34	9,32	255,24	191,43	3.190
	09	8,26	10,24	284,95	213,71	3.562
	10	9,18	11,16	314,67	236,00	3.933
	11	10,10	12,08	344,39	258,29	4.305
	12	11,02	13,00	374,10	280,58	4.676
	13	11,93	13,91	403,82	302,86	5.048
	14	12,85	14,83	433,54	325,15	5.419
	15	13,77	15,75	463,25	347,44	5.791
	16	14,69	16,67	492,97	369,73	6.162
	17	15,61	17,59	522,69	392,02	6.534
	18	16,52	18,50	552,40	414,30	6.905
7,33	05	4,59	6,84	219,69	164,77	2.746
	06	5,51	7,76	258,43	193,82	3.230
	07	6,43	8,68	297,17	222,88	3.715
	08	7,34	9,59	335,91	251,93	4.199
	09	8,26	10,51	374,65	280,98	4.683
	10	9,18	11,43	413,38	310,04	5.167
	11	10,10	12,35	452,12	339,09	5.652
	12	11,02	13,27	490,86	368,15	6.136
	13	11,93	14,18	529,60	397,20	6.620
	14	12,85	15,10	568,34	426,25	7.104
	15	13,77	16,02	607,08	455,31	7.588
	16	14,69	16,94	645,81	484,36	8.073
	17	15,61	17,86	684,55	513,41	8.557
	18	16,52	18,77	723,29	542,47	9.041

SILO Ø(m)	ANÉIS	ALTURA (m)		CAPACIDADE		
		CORPO	TOTAL	M³	TON.	SCS
8,25	05	4,59	7,11	282,86	212,15	3.536
	06	5,51	8,03	331,94	248,95	4.149
	07	6,43	8,95	381,01	285,76	4.763
	08	7,34	9,86	430,08	322,56	5.376
	09	8,26	10,78	479,16	359,37	5.989
	10	9,18	11,70	528,23	396,17	6.603
	11	10,10	12,62	577,30	432,98	7.216
	12	11,02	13,54	626,37	469,78	7.830
	13	11,93	14,45	675,45	506,59	8.443
	14	12,85	15,37	724,52	543,39	9.057
	15	13,77	16,29	773,59	580,19	9.670
	16	14,69	17,21	822,67	617,00	10.283
	17	15,61	18,13	871,74	653,80	10.897
	18	16,52	19,04	920,81	690,61	11.510
9,16	05	4,59	7,37	353,79	265,34	4.422
	06	5,51	8,29	414,28	310,71	5.179
	07	6,43	9,21	474,78	356,08	5.935
	08	7,34	10,12	535,28	401,46	6.691
	09	8,26	11,04	595,77	446,83	7.447
	10	9,18	11,96	656,27	492,20	8.203
	11	10,10	12,88	716,76	537,57	8.960
	12	11,02	13,80	777,26	582,94	9.716
	13	11,93	14,71	837,75	628,32	10.472
	14	12,85	15,63	898,25	673,69	11.228
	15	13,77	16,55	958,75	719,06	11.984
	16	14,69	17,47	1.019,24	764,43	12.741
	17	15,61	18,39	1.079,74	809,80	13.497
	18	16,52	19,30	1.140,23	855,17	14.253
10,08	05	4,59	7,63	434,66	325,99	5.433
	06	5,51	8,55	507,92	380,94	6.349
	07	6,43	9,47	581,18	435,88	7.265
	08	7,34	10,38	654,43	490,83	8.180
	09	8,26	11,30	727,69	545,77	9.096
	10	9,18	12,22	800,95	600,71	10.012
	11	10,10	13,14	874,21	655,66	10.928
	12	11,02	14,06	947,47	710,60	11.843
	13	11,93	14,97	1.020,72	765,54	12.759
	14	12,85	15,89	1.093,98	820,49	13.675
	15	13,77	16,81	1.167,24	875,43	14.590
	16	14,69	17,73	1.240,50	930,37	15.506
	17	15,61	18,65	1.313,75	985,32	16.422
	18	16,52	19,56	1.387,01	1.040,26	17.338
19	17,44	20,48	1.460,27	1.095,20	18.253	
20	18,36	21,40	1.533,53	1.150,15	19.169	
21	19,28	22,32	1.606,79	1.205,09	20.085	
22	20,20	23,24	1.680,04	1.260,03	21.001	

SILO Ø(m)	ANÉIS	ALTURA (m)		CAPACIDADE		
		CORPO	TOTAL	M³	TON.	SCS
11,00	07	6,43	9,74	698,68	524,01	8.734
	08	7,34	10,65	785,93	589,44	9.824
	09	8,26	11,57	873,17	654,87	10.915
	10	9,18	12,49	960,41	720,30	12.005
	11	10,10	13,41	1.047,65	785,74	13.096
	12	11,02	14,33	1.134,89	851,17	14.186
	13	11,93	15,24	1.222,13	916,60	15.277
	14	12,85	16,16	1.309,37	982,03	16.367
	15	13,77	17,08	1.396,61	1.047,46	17.458
	16	14,69	18,00	1.483,85	1.112,89	18.548
	17	15,61	18,92	1.571,09	1.178,32	19.639
	18	16,52	19,83	1.658,33	1.243,75	20.729
	19	17,44	20,75	1.745,57	1.309,18	21.820
	20	18,36	21,67	1.832,81	1.374,61	22.910
21	19,28	22,59	1.920,05	1.440,04	24.001	
22	20,20	23,51	2.007,29	1.505,47	25.091	
12,83	08	7,34	11,18	1.089,46	817,10	13.618
	09	8,26	12,10	1.208,14	906,11	15.102
	10	9,18	13,02	1.326,83	995,12	16.585
	11	10,10	13,94	1.445,51	1.084,13	18.069
	12	11,02	14,86	1.564,19	1.173,14	19.552
	13	11,93	15,77	1.682,87	1.262,15	21.036
	14	12,85	16,69	1.801,56	1.351,17	22.519
	15	13,77	17,61	1.920,24	1.440,18	24.003
	16	14,69	18,53	2.038,92	1.529,19	25.487
	17	15,61	19,45	2.157,60	1.618,20	26.970
	18	16,52	20,36	2.276,29	1.707,21	28.454
	19	17,44	21,28	2.394,97	1.796,23	29.937
20	18,36	22,20	2.513,65	1.885,24	31.421	
21	19,28	23,12	2.632,33	1.974,25	32.904	
22	20,20	24,04	2.751,02	2.063,26	34.388	

SILO Ø(m)	ANÉIS	ALTURA (m)		CAPACIDADE		
		CORPO	TOTAL	M³	TON.	SCS
13,75	07	6,43	10,53	1.127,74	845,81	14.097
	08	7,34	11,44	1.264,06	948,04	15.801
	09	8,26	12,36	1.400,37	1.050,28	17.505
	10	9,18	13,28	1.536,69	1.152,51	19.209
	11	10,10	14,20	1.673,00	1.254,75	20.912
	12	11,02	15,12	1.809,31	1.356,98	22.616
	13	11,93	16,03	1.945,63	1.459,22	24.320
	14	12,85	16,95	2.081,94	1.561,45	26.024
	15	13,77	17,87	2.218,25	1.663,69	27.728
	16	14,69	18,79	2.354,57	1.765,92	29.432
	17	15,61	19,71	2.490,88	1.868,16	31.136
	18	16,52	20,62	2.627,19	1.970,40	32.840
	19	17,44	21,54	2.763,51	2.072,63	34.544
	20	18,36	22,46	2.899,82	2.174,87	36.248
14,66	21	19,28	23,38	3.036,13	2.277,10	37.952
	22	20,20	24,30	3.172,45	2.379,34	39.656
	08	7,34	11,71	1.449,63	1.087,22	18.120
	09	8,26	12,63	1.604,58	1.203,44	20.057
	10	9,18	13,55	1.759,54	1.319,65	21.994
	11	10,10	14,47	1.914,49	1.435,87	23.931
	12	11,02	15,39	2.069,44	1.552,08	25.868
	13	11,93	16,30	2.224,40	1.668,30	27.805
	14	12,85	17,22	2.379,35	1.784,51	29.742
	15	13,77	18,14	2.534,30	1.900,73	31.679
	16	14,69	19,06	2.689,26	2.016,94	33.616
	17	15,61	19,98	2.844,21	2.133,16	35.553
	18	16,52	20,89	2.999,16	2.249,37	37.490
	19	17,44	21,81	3.154,12	2.365,59	39.426
20	18,36	22,73	3.309,07	2.481,80	41.363	
21	19,28	23,65	3.464,02	2.598,02	43.300	
22	20,20	24,57	3.618,98	2.714,23	45.237	
15,58	08	7,34	11,97	1.652,58	1.239,43	20.657
	09	8,26	12,89	1.827,59	1.370,69	22.845
	10	9,18	13,81	2.002,60	1.501,95	25.033
	11	10,10	14,73	2.177,61	1.633,21	27.220
	12	11,02	15,65	2.352,63	1.764,47	29.408
	13	11,93	16,56	2.527,64	1.895,73	31.595
	14	12,85	17,48	2.702,65	2.026,99	33.783
	15	13,77	18,40	2.877,66	2.158,25	35.971
	16	14,69	19,32	3.052,68	2.289,51	38.158
	17	15,61	20,24	3.227,69	2.420,77	40.346
	18	16,52	21,15	3.402,70	2.552,03	42.534
	19	17,44	22,07	3.577,71	2.683,28	44.721
	20	18,36	22,99	3.752,73	2.814,54	46.909
	21	19,28	23,91	3.927,74	2.945,80	49.097
22	20,20	24,83	4.102,75	3.077,06	51.284	

SILO Ø(m)	ANÉIS	ALTURA (m)		CAPACIDADE		
		CORPO	TOTAL	M³	TON.	SCS
16,50	08	7,34	12,24	1.870,33	1.402,75	23.379
	09	8,26	13,16	2.066,62	1.549,97	25.833
	10	9,18	14,08	2.262,91	1.697,19	28.286
	11	10,10	15,00	2.459,21	1.844,40	30.740
	12	11,02	15,92	2.655,50	1.991,62	33.194
	13	11,93	16,83	2.851,79	2.138,84	35.647
	14	12,85	17,75	3.048,08	2.286,06	38.101
	15	13,77	18,67	3.244,37	2.433,28	40.555
	16	14,69	19,59	3.440,66	2.580,50	43.008
	17	15,61	20,51	3.636,96	2.727,72	45.462
	18	16,52	21,42	3.833,25	2.874,94	47.916
	19	17,44	22,34	4.029,54	3.022,15	50.369
	20	18,36	23,26	4.225,83	3.169,37	52.823
	21	19,28	24,18	4.422,12	3.316,59	55.277
22	20,20	25,10	4.618,41	3.463,81	57.730	
18,33	09	8,26	13,69	2.590,22	1.942,67	32.378
	10	9,18	14,61	2.832,47	2.124,35	35.406
	11	10,10	15,53	3.074,72	2.306,04	38.434
	12	11,02	16,45	3.316,96	2.487,72	41.462
	13	11,93	17,36	3.559,21	2.669,41	44.490
	14	12,85	18,28	3.801,46	2.851,09	47.518
	15	13,77	19,20	4.043,71	3.032,78	50.546
	16	14,69	20,12	4.285,95	3.214,46	53.574
	17	15,61	21,04	4.528,20	3.396,15	56.602
	18	16,52	21,95	4.770,45	3.577,84	59.631
	19	17,44	22,87	5.012,69	3.759,52	62.659
	20	18,36	23,79	5.254,94	3.941,21	65.687
21	19,28	24,71	5.497,19	4.122,89	68.715	
22	20,20	25,63	5.739,44	4.304,58	71.743	
20,16	10	9,18	15,13	3.477,32	2.607,99	43.466
	11	10,10	16,05	3.770,35	2.827,76	47.129
	12	11,02	16,97	4.063,38	3.047,54	50.792
	13	11,93	17,88	4.356,41	3.267,31	54.455
	14	12,85	18,80	4.649,44	3.487,08	58.118
	15	13,77	19,72	4.942,48	3.706,86	61.781
	16	14,69	20,64	5.235,51	3.926,63	65.444
	17	15,61	21,56	5.528,54	4.146,40	69.107
	18	16,52	22,47	5.821,57	4.366,18	72.770
	19	17,44	23,39	6.114,60	4.585,95	76.433
	20	18,36	24,31	6.407,63	4.805,73	80.095
21	19,28	25,23	6.700,67	5.025,50	83.758	
22	20,20	26,15	6.993,70	5.245,27	87.421	

SILO Ø(m)	ANÉIS	ALTURA (m)		CAPACIDADE		
		CORPO	TOTAL	M³	TON.	SCS
22,00	10	9,18	15,66	4.199,63	3.149,72	52.495
	11	10,10	16,58	4.548,59	3.411,44	56.857
	12	11,02	17,50	4.897,55	3.673,16	61.219
	13	11,93	18,41	5.246,51	3.934,89	65.581
	14	12,85	19,33	5.595,48	4.196,61	69.943
	15	13,77	20,25	5.944,44	4.458,33	74.305
	16	14,69	21,17	6.293,40	4.720,05	78.668
	17	15,61	22,09	6.642,36	4.981,77	83.030
	18	16,52	23,00	6.991,33	5.243,50	87.392
	19	17,44	23,92	7.340,29	5.505,22	91.754
	20	18,36	24,84	7.689,25	5.766,94	96.116
	21	19,28	25,76	8.038,22	6.028,66	100.478
22	20,20	26,68	8.387,18	6.290,38	104.840	
27,50	10	9,18	17,27	6.839,63	5.129,72	85.495
	11	10,10	18,19	7.384,89	5.538,66	92.311
	12	11,02	19,11	7.930,14	5.947,60	99.127
	13	11,93	20,02	8.475,39	6.356,55	105.942
	14	12,85	20,94	9.020,65	6.765,49	112.758
	15	13,77	21,86	9.565,90	7.174,43	119.574
	16	14,69	22,78	10.111,16	7.583,37	126.389
	17	15,61	23,70	10.656,41	7.992,31	133.205
	18	16,52	24,61	11.201,66	8.401,25	140.021
	19	17,44	25,53	11.746,92	8.810,19	146.836
	20	18,36	26,45	12.292,17	9.219,13	153.652
	21	19,28	27,37	12.837,43	9.628,07	160.468
22	20,20	28,29	13.382,68	10.037,01	167.284	
31,16	10	9,18	18,32	9.018,28	6.763,71	112.729
	11	10,10	19,24	9.718,33	7.288,75	121.479
	12	11,02	20,16	10.418,38	7.813,78	130.230
	13	11,93	21,07	11.118,43	8.338,82	138.980
	14	12,85	21,99	11.818,48	8.863,86	147.731
	15	13,77	22,91	12.518,53	9.388,89	156.482
	16	14,69	23,83	13.218,57	9.913,93	165.232
	17	15,61	24,75	13.918,62	10.438,97	173.983
	18	16,52	25,66	14.618,67	10.964,00	182.733
	19	17,44	26,58	15.318,72	11.489,04	191.484
	20	18,36	27,50	16.018,77	12.014,08	200.235
	21	19,28	28,42	16.718,82	12.539,12	208.985
22	20,20	29,34	17.418,87	13.064,15	217.736	

SILO Ø(m)	ANÉIS	ALTURA (m)		CAPACIDADE		
		CORPO	TOTAL	M <sup>3</sup>	TON.	SCS
33,00	10	9,18	18,86	10.248,50	7.686,37	128.106
	11	10,10	19,78	11.033,67	8.275,25	137.921
	12	11,02	20,70	11.818,83	8.864,12	147.735
	13	11,93	21,61	12.604,00	9.453,00	157.550
	14	12,85	22,53	13.389,16	10.041,87	167.365
	15	13,77	23,45	14.174,33	10.630,75	177.179
	16	14,69	24,37	14.959,50	11.219,62	186.994
	17	15,61	25,29	15.744,66	11.808,50	196.808
	18	16,52	26,20	16.529,83	12.397,37	206.623
	19	17,44	27,12	17.314,99	12.986,24	216.437
	20	18,36	28,04	18.100,16	13.575,12	226.252
	21	19,28	28,96	18.885,32	14.163,99	236.067
22	20,20	29,88	19.670,49	14.752,87	245.881	

Fonte: Silo Fértil / Armazenagem / Silos / Silos Armazenadores (2014).