



2024

Estudo dos Processos executivos de estruturas de armazenamento de grande porte: Estudo de caso

Alane Sato Santos ^a; Andrés Batista Cheung ^b

^a Aluna de Graduação em Engenharia Civil, alane.s@ufms.br

^b Professor Orientador, Doutor, andres.cheung@ufms.br

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Av. Costa e Silva, s/nº | Bairro Universitário | 79070-900 | Campo Grande, MS, Brasil.

RESUMO

Estruturas de armazenamento, como silos horizontais, verticais, tanques de armazenamento e armazéns logísticos, desempenham um papel crucial na garantia da segurança alimentar, no suporte à produção industrial e na otimização da cadeia de suprimentos. No entanto, a execução dessas estruturas requer procedimentos precisos e complexos, que foram aperfeiçoados com o passar do tempo. Este trabalho concentra-se no processo executivo de estruturas de armazenamento de grande porte, com ênfase na construção de silos horizontais, e apresenta um estudo de caso detalhado dos procedimentos executivos. A metodologia adotada neste estudo inclui análise fotográfica, diário de obra e entrevistas com profissionais da área como principais instrumentos de coleta de dados, além de práticas adotadas para a resolução de problemas de execução. Ficam evidentes, no trabalho, as características das soluções particulares utilizadas para a construção e o projeto deste tipo de edificações, no que se refere à execução de planos inclinados de concretagem, escavações e montagens de estruturas metálicas de grande porte.

Palavras-chave: Estruturas de Armazenamento, Análise Fotográfica, Procedimentos Executivos, Prática.

ABSTRACT

Structures for storage, such as horizontal, vertical silos, storage tanks, and logistics warehouses, play a crucial role in ensuring food security, supporting industrial production, and optimizing supply chains. However, the execution of these structures requires precise and complex procedures that have been refined over time. This work focuses on the execution process of large-scale storage structures, with emphasis on horizontal warehouse construction, presenting a detailed case study of execution procedures. The methodology adopted in this study includes photographic analysis, construction diaries, and interviews with industry professionals as primary data collection instruments, along with practices adopted to resolve execution problems. The study highlights the characteristics of specific solutions used for the construction and design of such buildings, particularly regarding the execution of inclined concrete pouring, excavations, and assembly of large-scale metal structures.

Keywords: Storage Structures, Photographic Analysis, Executive Procedures, Practice.

1. INTRODUÇÃO

No cenário econômico atual, os grãos desempenham um papel fundamental como componentes vitais da cadeia alimentar, produção de combustível e como commodities de grande relevância no mercado financeiro. Com a crescente demanda por alimentos em escala global e a necessidade de garantir a segurança alimentar de bilhões de pessoas, o armazenamento e distribuição dos grãos se tornam imperativos. Segundo a ODS 02, é crucial assegurar o acesso universal a alimentos seguros, nutritivos e em quantidade suficiente, sendo este um dos objetivos centrais da Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável.

Embora possam passar despercebidos, os armazéns desempenham um papel fundamental em nossas vidas e sua expansão ocorreu devido à um aumento da atividade destinada a conservação de produtos agrícolas, por iniciativa do governo (GOMES, 2000). E são neles que toneladas de grãos repousam e aonde reside a garantia da estabilidade dos mercados, da disponibilidade dos alimentos e combustível. Segundo a Confederação Nacional da Agricultura (CNA) e dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o agronegócio brasileiro tem crescido expressivamente, impulsionado pela alta demanda internacional pela soja. E de acordo com Rasi (2014) o armazenamento a granel é o sistema mais utilizado para armazenamento entre cooperativas, indústrias processadoras de grãos, terminais e moinhos.

Na formação acadêmica da engenharia civil, o estudo de silos para armazenamento de grãos é pouco aprofundado, especialmente no que se refere à aplicação prática e ao dimensionamento estrutural. Esta lacuna impacta negativamente a compreensão de novos profissionais, acerca da execução de estruturas de armazenamento. Embora existam muitos estudos teóricos dedicados ao dimensionamento, há uma notável escassez de literatura que aborde os procedimentos executivos nas obras em questão.

O objetivo desse trabalho é fornecer uma base conceitual sólida para o entendimento dos principais procedimentos na execução de armazéns de grande porte, comparando os projetos com a execução. Além disso, o estudo serve como uma orientação sobre algumas técnicas construtivas utilizadas na construção de armazéns graneleiros. E por fim é destacado de modo indireto a importância do estudo de caso como método de investigação para avaliar a eficácia das práticas construtivas adotadas.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Armazéns

De acordo com Calil e Cheung (2007), os armazéns podem ser classificados conforme sua construção em relação ao solo, sendo: Horizontal ou Vertical e também por tipos de geometria do fundo, sendo eles:

- Horizontal do Tipo “V” (figura 1):

É caracterizado por apresentar uma eficácia na descarga completa do material por gravidade, uma vez que a inclinação do fundo “tremonha” direciona o material para o ponto de saída.

Figura 1 - Graneleiro fundo “V”



Fonte – Autor (2024)

- Horizontal do Tipo Semi “V”:

É adequado para materiais que fluem com facilidade, embora possa ser mais apropriado para materiais que não requerem uma descarga completa e precisa, por causa do formato do fundo do silo (figura 2).

Figura 2 - Graneleiro fundo semi “V”



Fonte – Autor (2024)

- Tipo Plano:

Geralmente é utilizado para armazenamento de farelos, quando possuem um fluxo interno mais complexo. E são mais encontradas em obras portuárias (figura 3).

Figura 3 - Graneleiro fundo plano



Fonte – Autor (2024)

- Elevado com tremonha cônica em concreto. Tipo Cônico (figura 4):

É útil para materiais que tendem a se compactar, pois a forma cônica pode ajudar a evitar obstruções na saída. Induz fluxo de gravidade e pode apresentar fluxo de massa ou fluxo de funil a depender da inclinação da tremonha.

Figura 4 - Graneleiro fundo cônico



Fonte – Autor (2024)

- Tipo Duplo V (W) (Figura 5):

É comumente utilizado para armazenamento de materiais a granel, como grãos, cereais e produtos similares. Esse tipo de silo é projetado para oferecer uma distribuição uniforme do peso dos materiais armazenados, reduzindo assim a pressão sobre o fundo do silo. O que diminui o risco de danos estruturais.

Figura 5 - Graneleiro fundo duplo “V” (W)



Fonte – Adaptada do Autor (2024)

2.2. Fluxograma

Segundo boletim técnico: Agais (2010), Sicflux (2020) e Comunicado Técnico – 78 (2023), podemos facilitar o entendimento de fluxo de produto em uma unidade de armazenagem dividindo-o nas seguintes etapas e conforme o fluxograma da figura 6.

1. Recepção dos grãos:
 - a. Os grãos nessa etapa são recebidos nos armazéns de diferentes fontes, como fazendas, silos ou outros;
 - b. No momento da recepção, são realizadas verificações de qualidade e quantidade para garantir que os grãos atendam aos padrões estabelecidos.
2. Classificação e seleção:
 - a. Dependendo do tipo de grão e dos requisitos do cliente, os grãos podem ser classificados e selecionados com base em critérios como: tamanho, cor e qualidade.
3. Limpeza e secagem:
 - a. Os grãos podem passar por processos de limpeza e secagem para remover impurezas, detritos ou excesso de umidade;
 - b. Essa etapa é essencial para manter a qualidade dos grãos e evitar a deterioração durante o armazenamento.
4. Armazenamento em silos ou depósitos:
 - a. Os grãos são transferidos para silos ou depósitos de armazenamento, onde são mantidos em condições controladas, geralmente, por meio de termometria;
 - b. Os silos são projetados para armazenar grandes quantidades de grãos e oferecem proteção contra

fatores ambientais como umidade, temperatura e pragas.

5. Monitoramento e controle de temperatura e umidade:
 - a. Sistemas de monitoramento são instalados para acompanhar continuamente a temperatura e a umidade dentro dos silos;
 - b. Controles automáticos ou manuais podem ser utilizados para ajustar esses parâmetros e garantir que as condições de armazenamento sejam ideais para a preservação dos grãos.
6. Ventilação e aeração:
 - a. Ventiladores e sistemas de aeração são usados para promover a circulação de ar dentro dos silos;
 - b. Procedimento que ajuda a prevenir o acúmulo de calor e umidade, reduzindo o risco de deterioração dos grãos e proliferação de fungos e pragas.
7. Manutenção regular:
 - a. Inspeções periódicas e manutenção são realizadas nos silos e equipamentos para garantir seu funcionamento adequado e segurança;
 - b. Qualquer problema detectado, como vazamentos ou danos estruturais, é reparado prontamente para evitar perda de grãos.
8. Distribuição e expedição:
 - a. Quando os grãos são necessários para consumo ou processamento, eles são retirados dos silos/armazéns conforme solicitado;
 - b. Os grãos são carregados em caminhões, trens ou navios, dependendo da distância e do destino final, e são enviados para os clientes ou para outras instalações de processamento.

Ademais, de acordo com Weber (2001), as unidades armazenadoras devem ser adequadamente projetadas, estruturadas e gerenciadas para a recepção, limpeza, secagem, armazenagem e expedição.

3. METODOLOGIA

Será realizado o acompanhamento visual e físico da obra, para a análise dos procedimentos executivos. Também serão analisados os resultados obtidos em relação à conformidade com os projetos, desempenho estrutural, qualidade da construção e eventuais ajustes realizados in loco de maneira indireta. Essa abordagem integrará conhecimentos teóricos e práticos, alinhando o conhecimento profissional à formação acadêmica.

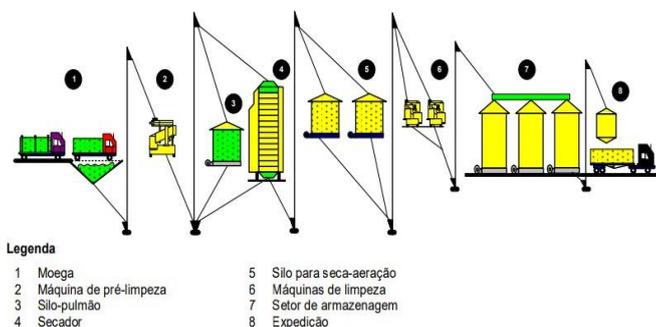
Para compreender melhor os procedimentos executivos, foram feitas várias visitas técnicas e estudos de obras de armazenagem de grande porte. Além disso, foram realizadas entrevistas com profissionais de diferentes áreas e análises dos projetos para uma compreensão abrangente dos processos.

Os dados coletados durante esse acompanhamento forneceram parâmetros para avaliar a eficácia das práticas aplicadas na construção do armazém. Isso contribuiu significativamente para a validade e relevância dos resultados apresentados neste trabalho de conclusão de curso.

O caso específico escolhido para estudo e elaboração deste trabalho de conclusão de curso refere-se à obra de armazenagem de grãos localizada no estado de Mato Grosso do Sul. O empreendimento conta com: 03 silos horizontais (figura 8), bases de concreto para 06 silos metálicos verticais (figura 10), 01 armazém para DDGS (*Distiller's Dried Grains with Solubles*), 02 poços de elevador, 01 moega, 01 fosso para 04 tombadores (plataforma basculante de caminhões) e além disso, na parte de construção civil existem bases para a máquina de pré-limpeza e secador.

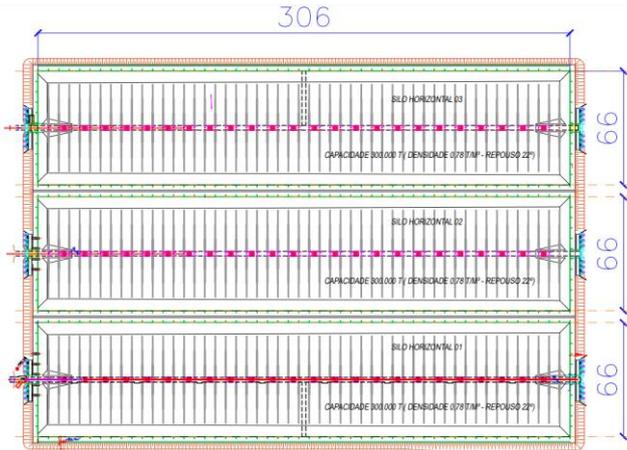
Cada silo horizontal possuirá capacidade de armazenagem de 300.000 toneladas e suas dimensões em planta são de: 306 metros de comprimento por 66 metros de largura. A altura interna dos silos desde o piso até o topo previsto para repouso dos grãos é de mais ou menos 28 metros. Com um ângulo para repouso igual à 22 graus (figura 09).

Figura 6 - Fluxograma silos



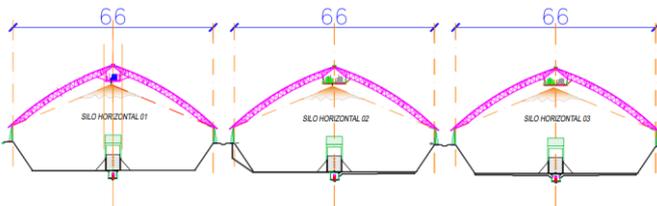
Fonte - Agais (2010)

Figura 7 - Layout dos silos horizontais



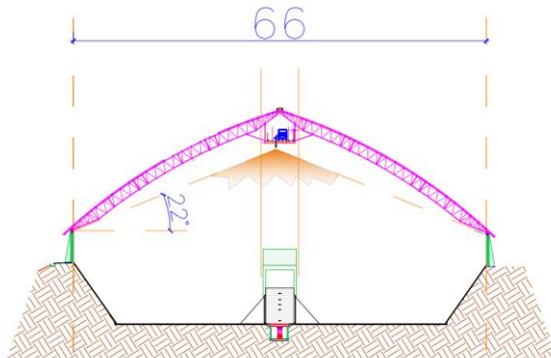
Fonte – Adaptado do Autor (2024)

Figura 8 - Corte transversal dos silos horizontais



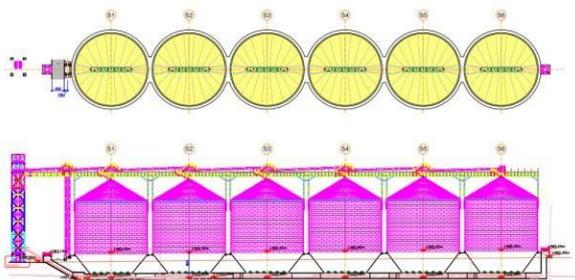
Fonte – Adaptado do Autor (2024)

Figura 9 - Repouso dos grãos



Fonte – Adaptado do Autor (2024)

Figura 10 - Planta e Corte Silos Verticais



Fonte – Adaptado do Autor (2024)

4. ESTUDO DE CASO

Os resultados do estudo de caso analisado serão apresentados através da análise sequencial da execução de cada empreendimento estudado, utilizando-se de um relatório fotográfico. Como o foco desse trabalho é apresentar os sistemas construtivos, serão detalhados equipamentos, procedimentos e em alguns casos projetos, para facilitar a compreensão.

Construir um armazém graneleiro envolve diversas etapas importantes. Pode-se organizar, de modo simples, por ordem de execução, os seguintes procedimentos:

1. Terraplenagem;
2. Fundações (execução de blocos, estacas...);
3. Escavações em geral;
4. Rampas e pisos;
5. Montagem das paredes e pilares; e
6. Execução da estrutura de cobertura.

Os procedimentos executivos que foram acompanhados para a realização desse trabalho de conclusão de curso foram os seguintes:

- ✓ Piso;
- ✓ Canaletas de aeração;
- ✓ Impermeabilização;
- ✓ Poço do elevador;
- ✓ Rampas;
- ✓ Estruturas de cobertura.

4.1 PISO

Segundo Calil e Cheung (2007), o piso de um armazém do tipo semi V deve ser projetado para suportar o tráfego de veículos como: pás carregadeiras, pequenos tratores até mesmo caminhões.

Primeira etapa realizada é a preparação do terreno com a compactação até atingir o nível dado pelo projeto, figura 11 e 12. Para isso utiliza-se um rolo compactador e controla-se a compactação por meio de ensaios de campo.

Figura 11 - Terreno preparado



Fonte – Autor (2024)

Figura 12 - Rolo compactador



Fonte – Autor (2024)

Concluído o processo de terraplanagem, procede-se à instalação de uma lona para a separação do piso com solo, seguida pela montagem da armação, figura 13. No âmbito deste projeto específico, foi utilizada a tela soldada Q61.

Figura 13 - Aplicação da lona impermeabilizante



Fonte – Autor (2024)

Em seguida, é realizada a concretagem. É importante ressaltar que a concretagem é dividida por área (figuras 14 e 15) e é concretada de forma alternada para que seja possível a execução de uma boa junta de dilatação e diminua, consideravelmente, os efeitos da temperatura durante a cura do concreto.

Figura 14 - Concretagem do piso



Fonte – Autor (2024)

Quando o concreto atingir o final da pega, inicia-se o processo de polimento do piso por meio de uma: alisadora de concreto (bailarina, figura 16) para realizar o polimento do piso.

Figura 15 - Polimento do piso



Fonte – Autor (2024)

Figura 16 - Alisador de Concreto



Fonte – Nagano Produtos (2024)

4.2 CANALETAS DE AERAÇÃO

Segundo o Comunicado Técnico 78 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2003) é necessária ventilação nos grãos armazenados para evitar a proliferação de pragas nos grãos, isso também é devido ao efeito da temperatura e umidade.

E como objetivo da aeração pode ser citado também: a uniformização da temperatura da massa de grãos, a remoção odores, o controle de umidade, entre outros (Sicflux, 2020). Ademais, para realização da aeração dentro dos silos horizontais são utilizadas canaletas de aeração (figura 20).

Etapa inicial consiste na escavação e compactação do terreno (figuras 17 e 18).

Figura 17 - Compactador de percussão (Sapo)



Fonte – Autor (2024)

Figura 18 - Solo compactado



Fonte – Autor (2024)

Em espaços reduzidos, é utilizado um mini rolo compactador, que é controlado via controle remoto (figura 19).

Figura 19 - Rolo compactador de trincheira



Fonte – Autor (2024)

Em seguida é realizado a concretagem das estruturas de apoio para as canaletas, as mesmas devem ajudar a transferir os esforços para o solo, figura 20. E após o endurecimento desse apoio, a canaleta é encaixada acima.

Figura 20 - Vista canaleta



Fonte – Autor (2024)

Para fixar as canaletas no local desejado utiliza-se uma argamassa com baixo consumo de cimento, 70kg de cimento para 1000kg de areia, em autoconcreteira, figuras 21 e 22. Para aplicação da argamassa utiliza-se autoconcreteiras. A razão da utilização do solo-cimento, é a dificuldade de compactação no entorno das canaletas de aeração.

Figura 21 - Aplicação da argamassa de reaterro



Fonte – Autor (2024)

Figura 22 - Autoconcreteira



Fonte – Produtos Fiori (2024)

4.3 IMPERMEABILIZAÇÃO

O processo de impermeabilização pode ser realizado de diversas maneiras. A seguir o detalhamento e descrição de quando pode ser utilizado cada um.

1. Pintura com Cristalizante: como pintura (Xypex Concentrado) consiste em: cimento Portland, sílica e diversas substâncias químicas com propriedades ativas que quando é misturado com água e aplicado como pintura sobre superfícies de concreto (figura 23), suas substâncias químicas ativas penetram e reagem com os subprodutos da reação de hidratação do cimento, causando uma reação catalítica, o que gera uma formação cristalina insolúvel nos poros, tornando-o permanentemente selado contra a penetração da água. Essa solução é utilizada com peças de concreto prontas ou quando não foi prevista em projeto. (Ficha técnica Xypex concentrado. Edição: 06/2023).

Figura 23 - Aplicação Xypex concentrado



Fonte – Youtube MC-Bauchemie (2015)

2. Adições cristalizantes (Xypex Admix): É adicionado durante a dosagem do concreto na usina. Quando o mesmo é adicionado à mistura, suas substâncias químicas ativas reagem com os subprodutos da reação de hidratação do cimento, o que causa uma reação catalítica, que gera uma formação cristalina insolúvel nas capilaridades e poros do concreto. No contexto da obra estudada, o xypex foi aplicado no piso do túnel dos silos verticais (figura 24). Essa solução é prevista em projetos e utilizada como prevenção. (Ficha técnica Xypex Admix. Edição: 06/2023).

Figura 24 - Concretagem piso túnel



Fonte – Autor (2024)

Para a realização da concretagem do piso do túnel foi utilizada uma bomba lança de 36 metros, figura 25.

Figura 25 - Bomba lança 36 metros



3. Manta asfáltica: É utilizada geralmente em estruturas subterrâneas em obras portuárias (figura 26), como por exemplo: túneis, lajes e blocos. Sua aplicação consiste em:
- Preparação da superfície a ser impermeabilizada;
 - Preparação do substrato com primer (figura 26); e
 - Com o maçarico, cola-se a manta na base (figura 26).

Figura 26 - Manta asfáltica em túnel



Fonte – Autor (2024)

Figura 27 - Impermeabilização blocos de fundação



Fonte – Autor (2024)

Figura 28 - Manta asfáltica em paredes



Fonte – Autor (2024)

4.4 POÇO DO ELEVADOR

O poço de elevador é uma estrutura responsável pelo posicionamento do elevador de canecas, utilizado para o transporte de grãos da moega para o armazém. Existem dois métodos construtivos para a execução do poço do elevador: o uso de pré-moldados e a concretagem *in loco*.

A determinação do método construtivo para a contenção é influenciada primordialmente por dois fatores críticos: a profundidade do poço e a presença ou ausência de um nível freático.

4.4.1 Detalhamento do processo de execução *in loco*

O método construtivo adotado é realizado de forma segmentada (figura 36) sendo construído de cima para baixo. Na construção em análise, o processo de concretagem foi dividido e executado em quatro etapas distintas.

E seu processo de execução consiste inicialmente em:

Escavação por trecho. Máquina utilizada: Escavadeira Hyundai R220LC-90S (figura 29).

Figura 29 - Escavação poço de elevador



Fonte – Autor (2024)

Após a escavação, todo o contorno do poço do elevador é chapisco (figura 30), tal procedimento é necessário para melhorar a estabilidade do solo (desprendimento).

Figura 30 - Processo de chapisco



Fonte – Autor (2024)

Após a etapa anterior, a armação conforme especificação de projeto, é montada na parede, figura 31.

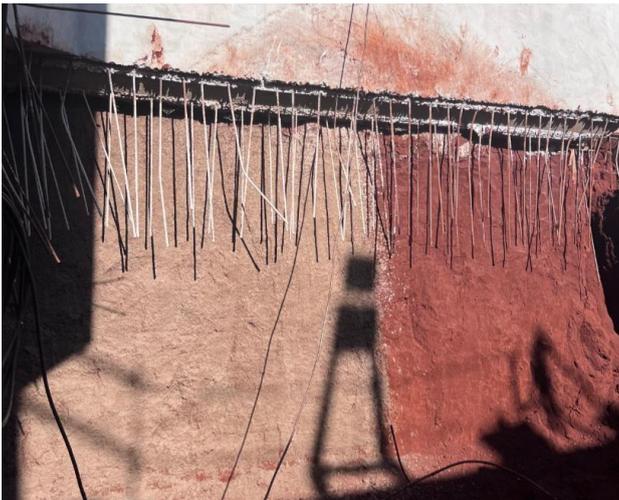
Figura 31 - Locação da armação



Fonte – Autor (2024)

Nessa etapa é importante ressaltar que a cada trecho concretado, sempre ficam esperas da armadura para que a realização do traspasse, figura 32 .

Figura 32 - Esperas para próxima concretagem



Fonte – Autor (2024)

Em seguida, inicia-se a montagem da forma em madeira, figura 33.

Figura 33 - Montagem da forma



Fonte – Autor (2024)

Após a montagem da forma, é realizado o processo de concretagem, figura 34.

Figura 34 - Processo de concretagem



Fonte – Autor (2024)

Após o processo de cura do concreto, é realizado o processo de desforma, figura 35.

Figura 35 - Desforma do trecho concretado



Fonte – Autor (2024)

Figura 36 - Divisão das etapas de Concretagem do Poço do Elevador



Fonte – Autor (2024)

4.4.2 Detalhamento do processo de execução em pré-moldado

Diferentemente do procedimento que é executado com concretagem *in loco*, o poço de elevador em pré-moldados, é realizado inicialmente pela escavação da profundidade total do poço. Ou seja, as placas são colocadas de baixo para cima. Geralmente esse tipo de poço possui uma profundidade menor que o executado *in loco*.

Figura 37 - Montagem das paredes pré-moldadas



Fonte – Autor (2024)

Figura 38 - Fixação com escoramentos



Fonte – Autor (2024)

4.5 RAMPAS

De acordo com o projeto estrutural, a resistência característica à compressão do concreto (f_{ck}) das rampas foi estabelecida em 25 MPa, com um abatimento (slump) de $60 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$. A consistência desejada é a de um concreto mais seco, o que confere maior resistência e menor ângulo de repouso, adequada à técnica de concretagem que será aplicada.

No projeto em estudo, as rampas foram dimensionadas para suportar esforço no qual os grãos em repouso estarão exercendo sobre elas.

Como o projeto solicita 02 lances de rampas, iniciou-se o processo de concretagem parcial de cima para baixo para garantir a estabilidade do terreno e segurança aos trabalhadores. Para isso a escavação foi realizada em duas etapas, condicionada a finalização da etapa anterior (figura 39).

Figura 39 - Corte das rampas



Fonte – Autor (2024)

Após a escavação, uma lona é locada em todo o comprimento da rampa para diminuir o atrito e impermeabilizar, figura 40.

Figura 40 - Rolo de lona impermeabilizante



Fonte – Autor (2024)

As esperas do bloco de coroamento dos pilares foram encaixadas e concretadas junto com a rampa, figura 41.

Figura 41 - Esperas nos blocos de fundação



Fonte – Autor (2024)

Em seguida, espaçadores de argamassa são inseridos para conferir o cobrimento da armadura da rampa, figura 42.

Figura 42 - Espaçadores de argamassa



Fonte – Autor (2024)

A concretagem, é realizada com auxílio de uma máquina manipuladora JCB 541-170, figura 43.

Figura 43 – Concretagem da rampa



Fonte – Autor (2024)

A ordem de concretagem é realizada de maneira alternada, para diminuir os efeitos de restrição e reduzindo os efeitos da temperatura durante o processo de cura do concreto, figura 44.

Figura 44 - Concretagem rampas em etapas



Fonte – Autor (2024)

Após a concretagem, é realizado 02 procedimentos para nivelar a rampa, sendo o primeiro realizado com um sarrafo de madeira e o outro com uma desempenadeira, figuras 45 e 46.

Figura 45 - Nivelamento rampas



Fonte – Autor (2024)

Figura 46 – Desempenamento das rampas



Fonte – Autor (2024)

No procedimento de cura do concreto, aplica-se pó de cimento à superfície da massa de concreto ainda fresca e, em seguida, realiza-se o nivelamento. Este processo é crucial para o acabamento final das rampas, figuras 47 e 48.

Figura 47 - Pulverizando cimento na rampa



Fonte – Autor (2024)

Figura 48 - Acabamento final das rampas



Fonte – Autor (2024)

4.6 ESTRUTURAS DECOBERTURA

Para iniciar a montagem da cobertura de um armazém devemos ter as seguintes etapas concluídas: fundação, montagem de pilar e paredes.

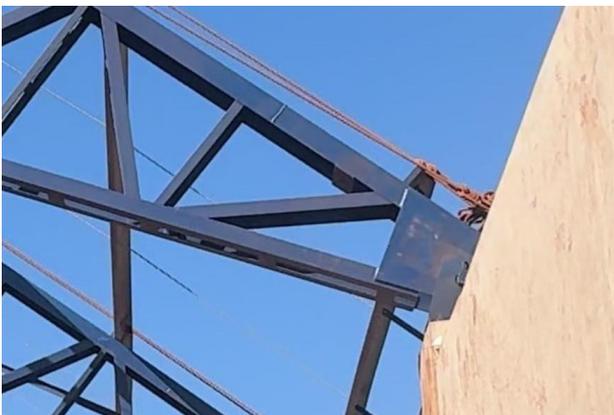
Inicia-se com a fixação do arco na rótula (figura 51) do aparelho de apoio metálico (2º gênero) que fica no topo do pilar, figura 49 e 50.

Figura 49 - Montagem 1º Arco



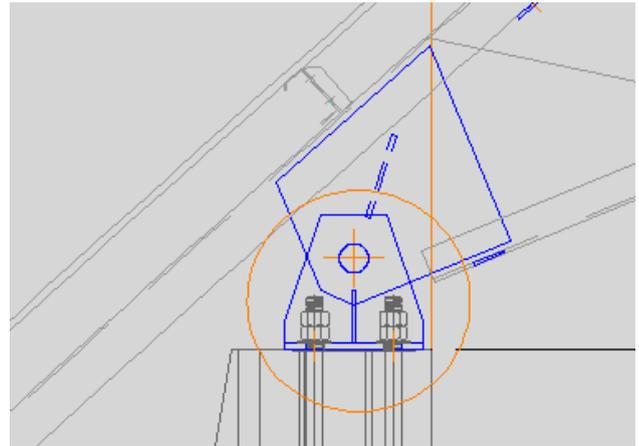
Fonte – Autor (2024)

Figura 50 - Ligação arco - pilar



Fonte – Autor (2024)

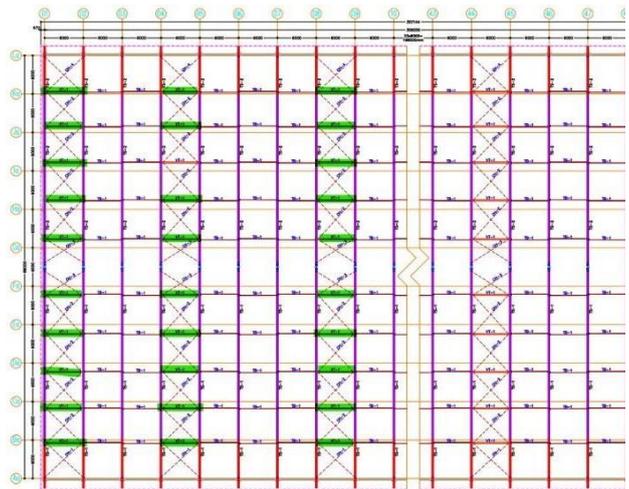
Figura 51 – Rótula do apoio de 2º gênero.



Fonte – Autor (2024)

Para o contraventamento do arco são montadas as terças entre os arcos, assim indicados pelo projeto, figura 52.

Figura 52 - Representação em Projeto - Vigas de Travamento



Fonte – Adaptado Autor (2024)

Enquanto ainda não foi executado a montagem dos 4 vãos, os primeiros arcos ficam presos à um peso de ancoragem e nesse caso foi utilizado uma parede pré-moldada, figura 53.

Figura 53 - Contrapeso para montagem de Arcos



Fonte – Autor (2024)

Após a montagem e travamento podemos dar início à fixação das telhas.

O processo inicial para levantamento das telhas é realizado de forma manual (figuras 54, 55 e 56), onde uma pessoa ao lado de fora do armazém prende a telha à um cabo e outra pessoa que está do lado interno do armazém puxa o cabo.

Figura 54 - Procedimento para levantamento da telha



Fonte – Autor (2024)

Figura 55 - Encarregados dentro do armazém puxando a telha



Fonte – Autor (2024)

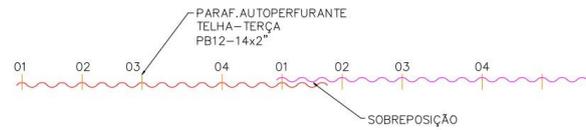
Figura 56 - Montagem das telhas



Fonte – Autor (2024)

Para a fixação das telhas é realizada uma sobreposição de 3 ondas e parafusado a cada 4 ondas, como representado na figura 57.

Figura 57 - Detalhe Fixação das Telhas



Telha Alumínio Ondulada 0,6mm
Largura Útil = 988mm

Fonte – Adaptado do Autor (2024)

5. CONCLUSÃO

Com base na análise detalhada dos procedimentos executivos e no acompanhamento da obra, este estudo destacou a importância crucial de uma abordagem integrada entre teoria e prática na construção de armazéns de grande porte. Através do estudo de casos práticos, não apenas identificaram-se os desafios enfrentados durante a execução, mas também avaliou-se a eficácia das práticas construtivas adotadas.

É notório que a construção de estruturas de armazenamento de grande porte se distingue das estruturas convencionais devido à complexidade envolvida na execução de escavações, na montagem e no manuseio de grandes volumes de concreto. O objetivo deste estudo foi proporcionar aos profissionais uma compreensão detalhada do processo construtivo e servir como referência para futuras pesquisas voltadas à otimização desses procedimentos. Nele foram observadas técnicas de execução de planos inclinados de concretagem, reaterro com argamassa com baixo consumo de cimento, escavações invertidas dos poços de elevadores, montagem e contraentramento (provisório na fase construtiva) de estruturas metálicas de grande porte.

6. AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer em primeiro lugar à UFMS e aos professores que moldaram meu pensamento profissional e lógico ao longo dessa longa jornada. Aos meus colegas de serviço que não mediram esforços para me auxiliar na elaboração desse trabalho, compartilhando seus conhecimentos tornando assim, possível a elaboração desse estudo.

Também agradeço à minha família, amigos e ao Pedro que sempre me apoiaram de todas e diversas formas a permanecer forte diante os diversos desafios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aeração de grãos armazenados. Sicflux, 2020.
Disponível em:

<https://sicflux.com.br/blog/aeracao-de-graos-armazenados/>. Acesso: 11 de junho de 2024.

- BARRETO, R. C. **Sistemas de contraventamento em edifícios de estrutura metálica**. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas. Brasília, 2014.
- GOMES, F.C. (2000). **Estudo teórico e experimental das ações em silos horizontais**. São Carlos, 2000. 205p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- CALIL JUNIOR, C.; CHEUNG, A. B. **SILOS: Pressões, fluxo, recomendações para o projeto e exemplos de cálculo**. São Carlos: USP, maio 2007. 240 p.
- MC-Bauchemie Brasil. Ficha Técnica Xypex Admix. Edição 06/2023.
- MC-Bauchemie Brasil. Ficha Técnica Xypex Concentrado. Edição 06/2023.
- RASI, J. R. (2014). **Alternativas estruturais em paredes de concreto pré-moldado de silos horizontais**. São Carlos, 2014. 184p. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SANTOS, J. P. Controle de pragas de grãos de sorgo armazenados. **Comunicado Técnico 78** – Sete Lagoas-MG, 2023.
- SILVA, L. C. Estruturas para armazenamento de grãos a granel. **Boletim Técnico** Agais – Universidade Federal do Espírito Santos, 2010. 11p.
- WEBER, E. A. **Armazenagem Agrícola**. Editora Livraria e Editora Agropecuária. Guaíba: RS. 2001.