

Análise do

Processo de Execução de **Silos de Concreto** de **Armazenamento de Trigo**

a partir de um estudo de caso

João Clever da Silva Mendonça
Lucas Morais de Souza



AYA EDITORA
2025

Análise do

Processo de Execução de
Silos de Concreto de
Armazenamento de Trigo

a partir de um estudo de caso

João Clever da Silva Mendonça
Lucas Morais de Souza

Análise do
Processo de Execução de
Silos de Concreto de
Armazenamento de Trigo
a partir de um estudo de caso

Direção Editorial

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Autores

João Clever da Silva Mendonça

Lucas Morais de Souza

Capa

AYA Editora©

Revisão

Os Autores

Executiva de Negócios

Ana Lucia Ribeiro Soares

Produção Editorial

AYA Editora©

Imagens de Capa

br.freepik.com

Área do Conhecimento

Engenharías

Conselho Editorial

Prof.º Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva (UNIDAVI)

Prof.ª Dr.ª Adriana Almeida Lima (UEA)

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza (UCPEL)

Prof.º Dr. Alaerte Antonio Martelli Contini (UFGD)

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos (IFAP)

Prof.º Dr. Carlos Eduardo Ferreira Costa (UNITINS)

Prof.º Dr. Carlos López Noriega (USP)

Prof.ª Dr.ª Claudia Flores Rodrigues (PUCRS)

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria de Genaro Chioli (UTFPR)

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota (IFPI)

Prof.ª Dr.ª Déa Nunes Fernandes (IFMA)

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis (UEMG)

Prof.º Dr. Denison Melo de Aguiar (UEA)

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos (UNIFAP)

Prof.º Dr. Gilberto Zammar (UTFPR)

Prof.º Dr. Gustavo de Souza Preussler (UFGD)

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota (IF Baiano)

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza (UFS)

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso (UNISC)

Prof.ª Dr.ª Jéssyka Maria Nunes Galvão (UFPE)

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski (UTFPR)

Prof.º Dr. João Paulo Roberti Junior (UFRR)

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra (IFCE)

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho (UFRPE)
Prof.ª Dr.ª Marcia Cristina Nery da Fonseca Rocha Medina (UEA)
Prof.ª Dr.ª Maria Gardênia Sousa Batista (UESPI)
Prof.º Dr. Myller Augusto Santos Gomes (UTFPR)
Prof.º Dr. Pedro Fauth Manhães Miranda (UEPG)
Prof.º Dr. Rafael da Silva Fernandes (UFRA)
Prof.º Dr. Raimundo Santos de Castro (IFMA)
Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani (UTFPR)
Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira (IFAC)
Prof.º Dr. Rômulo Damasclin Chaves dos Santos (ITA)
Prof.ª Dr.ª Sílvia Gaia (UTFPR)
Prof.ª Dr.ª Tânia do Carmo (UFPR)
Prof.º Dr. Ygor Felipe Távora da Silva (UEA)

Conselho Científico

Prof.º Me. Abraão Lucas Ferreira Guimarães (CIESA)
Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz (UniCesumar)
Prof.º Dr. Clécio Danilo Dias da Silva (UFRGS)
Prof.ª Ma. Denise Pereira (FASU)
Prof.º Dr. Diogo Luiz Cordeiro Rodrigues (UFPR)
Prof.º Me. Ednan Galvão Santos (IF Baiano)
Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig (UFPR)
Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva (HONPAR)
Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues (FASF)
Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti (UFPR)
Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim (FASF)
Prof.ª Dr.ª Lucimara Glap (FCSA)
Prof.ª Dr.ª Maria Auxiliadora de Souza Ruiz (UNIDA)
Prof.º Dr. Milson dos Santos Barbosa (UniOPET)
Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch (FASF)
Prof.ª Dr.ª Rosângela de França Bail (CESCAGE)
Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens (FASF)
Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares (UFPI)
Prof.ª Dr.ª Sílvia Aparecida Medeiros Rodrigues (FASF)
Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda Santos (UTFPR)
Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues (IFSC)

© 2025 - AYA Editora

O conteúdo deste livro foi enviado pelos autores para publicação em acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). Este livro, incluindo todas as ilustrações, informações e opiniões nele contidas, é resultado da criação intelectual exclusiva dos autores, que detêm total responsabilidade pelo conteúdo apresentado.

As informações e interpretações aqui expressas refletem unicamente as perspectivas e visões pessoais dos autores e não representam, necessariamente, a opinião ou posição da editora. A função da editora foi estritamente técnica, limitando-se aos serviços de diagramação e registro da obra, sem qualquer interferência ou influência sobre o conteúdo ou opiniões apresentadas. Quaisquer questionamentos, interpretações ou inferências decorrentes do conteúdo deste livro devem ser direcionados exclusivamente aos autores.

M539 Mendonça, João Clever da Silva

Análise do processo de execução de silos de concreto de armazenamento de trigo a partir de um estudo de caso. [recurso eletrônico]. / João Clever da Silva Mendonça, Lucas Morais de Souza. -- Ponta Grossa: Aya, 2025. 62 p.

Inclui biografia
Inclui índice
Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
ISBN: 978-65-5379-737-6
DOI: 10.47573/aya.5379.1.367

1. Planejamento estratégico. 2. Silos - Projetos e construção. I. Souza, Lucas Morais de. II. Título

CDD:631.8

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

International Scientific Journals Publicações de Periódicos e Editora LTDA

AYA Editora©

CNPJ: 36.140.631/0001-53
Fone: +55 42 3086-3131
WhatsApp: +55 42 99906-0630
E-mail: contato@ayaeditora.com.br
Site: <https://ayaeditora.com.br>
Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557
Ponta Grossa - Paraná - Brasil
84.071-150

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
INTRODUÇÃO	10
Objetivos	10
Metodologia.....	11
Estrutura do Trabalho	11
REFERENCIAL TEÓRICO	13
Planejamento.....	13
Vantagens do Planejamento.....	19
Desvantagens ou Limitações do Planejamento.....	20
Áreas de Conhecimento do Planejamento Segundo PMBOK.....	20
Etapas do Planejamento de Obras.....	25
Teoria das Etapas de Execução dos Silos.....	29
EXECUÇÃO DO PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO DOS SILOS DE ARMAZENAMENTO DE TRIGO.....	38
Cenário Utilizado.....	38
Silos	39
Etapas para Construção dos Silos	40
Resultados e Análise dos Resultados Obtidos Sobre a Execução do Planejamento e uma Alternativa Proposta.....	49
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
REFERÊNCIAS	56
SOBRE OS AUTORES.....	57
ÍNDICE REMISSIVO	58

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
PDCA	Plan, Do, Check and Act
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
NBR	Norma Brasileira
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
ASTM	American Society for Testing and Materials

APRESENTAÇÃO

A construção de estruturas industriais demanda planejamento rigoroso e domínio técnico. Este livro analisa, por meio de um estudo de caso, as etapas envolvidas na execução de silos de concreto para armazenamento de trigo, destacando os principais desafios enfrentados em projetos dessa natureza.

A obra aborda aspectos do gerenciamento de projetos, como escopo, cronograma, orçamento e controle de riscos, articulando esses elementos às exigências normativas e às práticas aplicadas na construção civil, especialmente no contexto de obras de grande porte.

São examinadas soluções técnicas empregadas, como o uso de formas trepantes e lajes steel deck, evidenciando os impactos das decisões executivas no andamento e na qualidade da obra. A comparação entre o planejamento inicial e a execução real permite uma análise crítica dos fatores que influenciam o desempenho.

As alterações ocorridas ao longo do projeto e as propostas de alternativas mais eficazes contribuem para o entendimento das dinâmicas envolvidas em empreendimentos industriais, promovendo a reflexão sobre a melhoria contínua dos processos.

Destinado a acadêmicos e profissionais da engenharia, este livro oferece uma leitura objetiva sobre práticas de planejamento e execução, apoiando o aprimoramento técnico e a formação de uma visão integrada sobre obras industriais.

Boa leitura!

INTRODUÇÃO

Com o grande aumento da concorrência no mercado da construção civil no Brasil, o planejamento de uma obra, cada vez mais, vem ganhando grande importância. Obras bem planejadas economizam materiais, diminuem as chances de atrasos e geram maior lucro para a empresa.

No período de realização do planejamento, deve-se levar em consideração diversos riscos que poderão ocorrer nessa fase, principalmente, na parte orçamentária do projeto.

A principal meta desta pesquisa é sanar no planejamento para execução de uma obra industrial de silos para armazenamento de trigo. Com isso, será possível ajudar outras pessoas no planejamento de outras obras similares.

Metodologias utilizadas na execução de uma obra da criação de silos industrial de armazenamento de trigo fora do escopo aceitável conforme as normas da ABNT.

Como alternativa para execução conforme as normas da ABNT, o estudo de caso propõe uma alternativa com o objetivo de sanar alguns problemas apresentados na execução do planejamento.

Objetivos

Objetivos Gerais

Definir estratégias para o planejamento de uma obra industrial de armazenamento de trigos e com isso elaborar um cenário com exemplos e apresentações de como será a execução no melhor caminho a ser seguido.

Objetivos Específicos

- Pesquisar e compreender detalhadamente algumas melhores práticas estabelecidas pela ABNT na construção de silos industriais, assim explorando algumas práticas na execução do processo construtivo daquele;

- Descrever um cenário baseado numa corporação que será utilizado para exploração e aplicabilidade do caso de uso;
- Identificar as dificuldades com uma análise crítica das estratégias adotadas no estudo de caso.

Metodologia

Para alcançar aos objetivos deste trabalho, foram realizados os seguintes procedimentos:

- Estudo bibliográfico de artigos, normas, teses, dissertações e informações relativas ao tema;
- Estudo dos projetos e quantitativos da edificação;
- Aplicação dos dados estudados para montagem do planejamento desta obra.

Estrutura do Trabalho

A organização dos demais capítulos deste trabalho é descrita a seguir:

- Capítulo 2 (Referencial Teórico): Apresenta uma visão geral sobre conteúdos para utilização do desenvolvimento e execução no acompanhamento da elaboração e continuidade do processo de fabricação de um silo industrial, assim detalhando os conceitos abordados e apresentados como base para realização desta pesquisa;
- Capítulo 3 (Execução do planejamento da construção dos silos de armazenamento de trigo): Desenvolvimento de um cenário para execução do planejamento abordado no acompanhamento do processo construtivo. Montagem de uma empresa e exploração na execução da obra, assim utilizando alternativas para apontar os processos da execução, possibilitando encontrar uma alternativa para obter resultados satisfatórios e proveitosos;
- Capítulo 4 (Conclusão): Com o desenvolvimento deste trabalho, visando apresentar um melhor caminho para execução da obra, espera-se a simplificação na execução e otimização dos proces-

so quando se tenta obter uma satisfação com resultados através de conceitos abordados na ABNT. Estabelece um resumo da abordagem apresentada na monografia.

REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo aborda os conceitos que envolvem o contexto da presente monografia, proporcionando uma revisão bibliográfica sobre o tema para que após a aquisição do conhecimento possa ser proposta uma solução para os principais problemas abordados dentro do contexto estabelecido.

Planejamento

Histórico

José Faria (1994, p. 71) comenta que: o planejamento é tão antigo quanto à história. A construção das pirâmides egípcias não se concretizou sem que tivessem sido elaborados complicados planos e projetos, e sem que os administradores tivessem se preocupado com a alimentação de milhares de trabalhadores, escravos e soldados, assim como planejado o transporte dos enormes blocos de granito, originários de local, na região sul do Egito.

Nogueira de Faria (1993, p. 96), conceitua-se planejamento como sendo o estabelecimento da distribuição racional no tempo e no espaço dos recursos disponíveis, com o objetivo de atender com menor desperdício possível a hierarquia de prioridades necessárias para a realização, com êxito, de um propósito previamente definido. É a seriação lógica de fases para a melhor utilização dos recursos disponíveis visando a conduzir a pessoa ou instituição à consecução de um objetivo com o menor dispêndio e risco. Em resumo, o planejamento é a coordenação antecipada do desempenho futuro, atendendo as exigências de uma prévia hierarquização de necessidades e de possibilidades para melhor utilizar os recursos disponíveis.

Adelphino (2000, p. 26) assevera que planejamento é o processo administrativo que determina antecipadamente o que um grupo de pessoas conforme exibido na figura 1, deve fazer e quais as metas que devem ser atingidas. Como pode ser visto, o planejamento administrativo significa decidir adiantadamente o que deve ser feito para alcançar determinado objetivo ou meta.

Figura 1- Uma rua de um bairro pobre de Londres (gravura de Gustave Doré de 1872).



Fonte: Benevolo, 2004.

Definição

Segundo o dicionário Aurélio, planejamento é o ato ou efeito de planejar, trabalho de preparação para qualquer empreendimento, segundo roteiros e métodos determinados; planificação, o planejamento de um livro, de uma comemoração, Elaboração, por etapas, com bases técnicas (especialmente no campo socioeconômico), de planos e programas com objetivos definidos; planificação.

O que é planejamento?

Adelphino (2000, p. 26) assevera que planejamento é o processo administrativo que determina antecipadamente o que um grupo de pessoas deve fazer e quais as metas que devem ser atingidas. Como se vê, o planejamento

administrativo significa decidir adiantadamente o que deve ser feito para alcançar determinado objetivo ou meta.

Realizado para antecipar uma ação futura almejada, usando de meios eficazes para materializá-la. O objetivo do planejamento é reduzir o custo, juntamente com o tempo de execução dos projetos e as incertezas relacionadas ao seu escopo.

Tipos de planejamento

Segundo Nocêra (2010), o planejamento pode ser dividido em quatro etapas:

Planejar: fase do planejamento na qual são estabelecidos os objetivos e as metas do ciclo. Mas antes de tudo, é imprescindível que o gestor saiba como realizar um planejamento de projeto. Ele deve ter conhecimento sobre diversos modelos de planejamento para realizar uma avaliação e, só então, selecionar o mais adequado e assertivo para o projeto em questão.

Também é nesse momento que você e sua equipe definirão os indicadores de desempenho, que mostrarão se o objetivo final está mesmo sendo alcançado. Os indicadores são um meio claro pelo qual é possível avaliar o andamento dos resultados. Trata-se de uma medida, quantitativa ou qualitativa, capaz de captar informações relevantes sobre a evolução do projeto observado.

É ainda no planejamento que se determina qual será a metodologia de trabalho usada para encontrar a solução de tal questão, assim como é também nessa etapa que se dá o desenvolvimento do plano de ação, isto é, o encadeamento de ações necessárias para que o objetivo seja cumprido.

Ferramentas auxiliaadoras como Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Pareto, brainstorming e 5W2H poderão ser muito úteis nesta fase, para dar suporte à tomada de decisões. Quanto melhor for o planejamento, melhores metas serão atingidas. Deve-se lembrar de que a fase de planejamento é sempre a mais complexa e a que exige mais esforços. No entanto, quanto maior for o número de informações utilizadas, maior será a necessidade do emprego de ferramentas apropriadas para coletar, processar e dispor estas informações.

Fazer: Após identificar todos os problemas e traçar as metas que devem ser alcançadas, é hora de fazer acontecer. Nessa fase, o plano de

ação é colocado em prática segundo o que foi planejado, cuidando para que não haja nenhum tipo de desvio pelo meio do caminho. Se não for possível executar o planejado, será preciso voltar à fase anterior e verificar os motivos de o planejamento ter falhado. Já se a iniciativa for executada conforme o previsto deve-se partir para a próxima fase, encarando a análise dos resultados.

Antes de iniciar a fase de execução é preciso educar e treinar todos os envolvidos no processo para garantir que todos estejam comprometidos e tudo saia conforme o planejamento realizado na fase anterior. Somente uma equipe capacitada é capaz de agir de maneira alinhada e ter foco nos objetivos corretos.

Checar: A fase de checagem começa juntamente com a fase de implementação do plano de ação, afinal, quanto mais cedo os resultados forem acompanhados, mais rapidamente você saberá se o planejamento deu certo e se os resultados serão atingidos. Nessa fase é preciso fazer um monitoramento sistemático de cada atividade elencada no plano de ação e comparar o previsto com o realizado, identificando erros que podem ser sanados em um próximo ciclo, assim como oportunidades de melhoria que podem ser adotadas futuramente. Avaliar a metodologia de trabalho adotada também ajuda a verificar se a equipe está no caminho certo ou se é preciso modificar algum processo para se ter mais êxitos durante o decorrer do projeto.

Para esta fase, é de suma importância que haja o suporte de uma metodologia estatística. Assim, é possível evitar erros e poupar tempo e recursos. A análise realizada na fase “checar” mostrará se os resultados estão de acordo com o que foi previamente planejado ou se é necessário ajustar o caminho.

Agir: Em caso de todas as metas terem sido atingidas, esta é a fase em que se adota o plano aplicado como padrão. Caso algo não tenha saído como planejado, é hora de agir corretivamente sobre os pontos que impossibilitaram o alcance de todas as metas estipuladas.

Com a análise de dados completa, é preciso passar para a realização dos ajustes necessários, corrigindo falhas, implantando melhorias imediatas e fazendo com que o Ciclo PDCA seja reiniciado, visando aprimorar ainda mais o trabalho da equipe.

Muitas pessoas já fazem o uso dos passos do ciclo PDCA mesmo sem ter o conhecimento da ferramenta. Provavelmente você já tenha executado

pelo menos algumas das fases de maneira intuitiva. Porém, o conhecimento teórico e mais aprofundado da metodologia, irá possibilitar que você e sua equipe aproveitem ao máximo dos benefícios.

Com o pensamento de que é sempre possível melhorar, o Ciclo PDCA não prevê um fim para sua execução. Assim, a cada ciclo concluído dá-se início a outro, sucessivamente, até que seja possível encontrar um padrão mínimo de qualidade para atender às expectativas do cliente e tornar a empresa cada vez mais eficiente em seus processos.

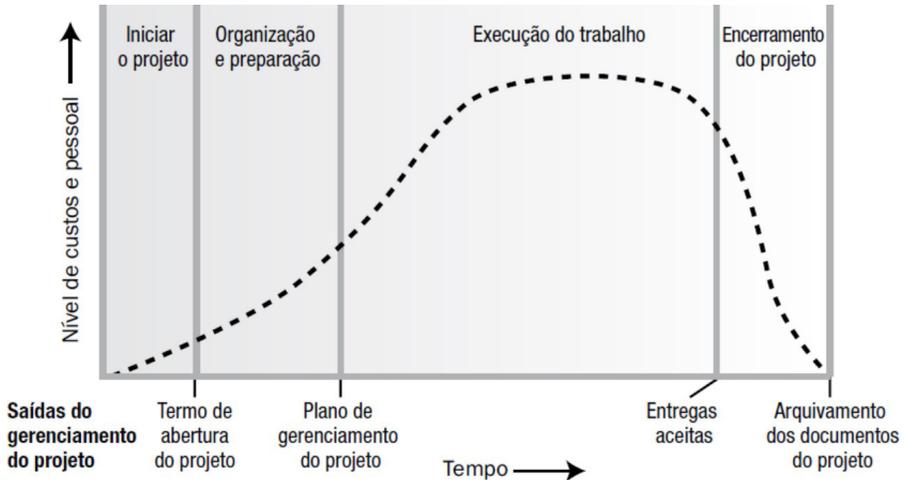
Ciclo de Vida de um Projeto

Vargas (2007) explica como funciona o ciclo de vida de um projeto, ele coloca que o nível do esforço destinado ao projeto inicia-se em praticamente zero e vai crescendo até atingir um máximo e começa a reduzir bruscamente até atingir o zero, que é o término do projeto.

Independentemente do seu tamanho ou de sua complexidade todos os projetos podem ser mapeados para a estrutura de ciclo de vida em quatro estágios: início do projeto, organização e preparação, execução do trabalho do projeto e encerramento do projeto

As fases do ciclo de vida de projetos são definidas pela organização ou pelo gerente de projetos — conforme aspectos específicos da organização, do setor ou da tecnologia empregada. No entanto, é possível mapear os projetos por fases genéricas, comuns a todos os ciclos de vida conforme exibida na figura 2.

Figura 2- Ciclo de vida de um projeto.

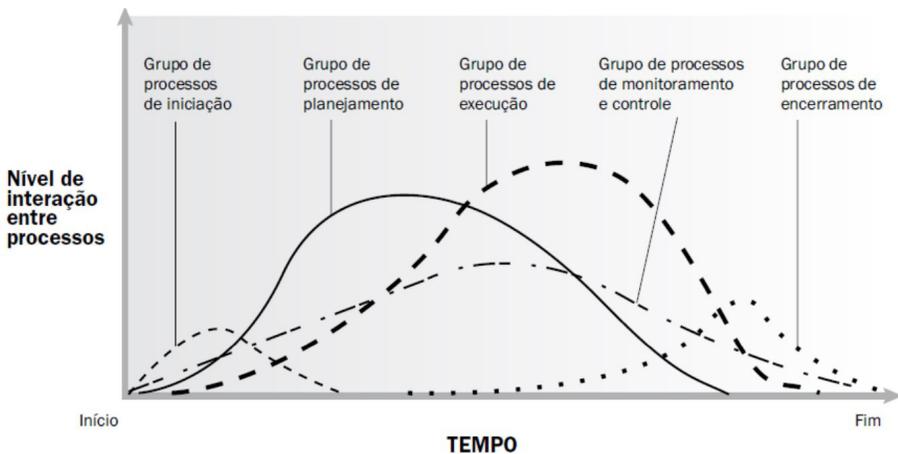


Fonte: PMBOK, 2013.

Em uma organização do setor de engenharia civil o ciclo de vida de projetos poderia ser: viabilidade, planejamento, designer, produção e entrega.

Nem sempre as fases do projeto são sequencialmente seguidas à risca. Para um melhor entendimento, veja na figura 3 a sobreposição de fases do projeto.

Figura 3- Interação entre grupos de processos de gerenciamento de projetos em um mesmo projeto.



Fonte: PMBOK, 2013.

Vantagens do Planejamento

Para Nocêra (2010), a qualidade e o grau de benefícios obtidos com o planejamento de um projeto são fatores ligados diretamente a eficácia da implementação desse planejamento e ao acompanhamento da aplicação das atividades planejadas. A implantação dos processos de planejamento exige esforço e acompanhamento adequado para disponibilizar à equipe de execução uma visão clara de como e quando o trabalho deve ser feito, em que condições e em qual custo. Caso contrário, um planejamento inadequado ou não realista faz com que o projeto desvie dos objetivos definidos, muitas vezes, causando prejuízo ou até tornado o próprio projeto inadequado ou inaceitável.

O fato de planificar implica uma série de vantagens para a empresa, as quais se assinalam a seguir:

- Contribui a atividades ordenadas e com um propósito. Todos os esforços estão apontados para os resultados desejados e consegue-se uma sequência efetiva de tais esforços. O trabalho não produtivo se minimiza.
- Assinala a necessidade de mudanças futuros. Ajuda a visualizar as ameaças e oportunidades que podem ser apresentado e avaliar novos campos para uma possível participação neles.
- Fornece uma base para o controle. O planejamento e o controle são inseparáveis, já que são como os gêmeos da administração. Qualquer tentativa de controlar sem planos carece de sentido, já que não há forma que as pessoas saibam se vão na direção correta.
- Obriga à visualização de um tudo. Obtém-se uma identificação construtiva com os diferentes problemas e as diversas potencialidades de a organização de modo geral. Esta forma de abranger todo é valiosa, pois capacita ao gerente a ver relacionamentos de importância, a obter um entendimento, mas plena da cada atividade e a apreciar as bases sobre as quais estão apoiadas suas ações administrativas.

Desvantagens ou Limitações do Planejamento

O planejamento sendo uma função fundamental de administração, apresenta desvantagens ou limitações em seu uso, entre as quais se podem destacar as seguintes:

- Está limitada pela pouca precisão da informação e pela incerteza do fato futuros. É impossível predizer com exatidão o que vai ocorrer no futuro, daí que seja fundamental que o administrador trabalhe com palcos alternativos e com margens de tolerância.
- O planejamento tem um alto custo. Dado que é a base de uma boa administração, um adequado planejamento requer um grande esforço que se traduz em tempo, o qual leva a aumentar os custos em termos de horas homem.
- Tal ato pode afogar a iniciativa. Pode ser dado a tendência a realizar um planejamento excessivo, o qual pode levar a rigidezes na atuação dos administradores e do pessoal da organização geral.
- Pode demorar em alguns casos as ações. Existem situações que requerem de respostas quase instantâneas, pelo que se trata de desenvolver planos, pode ser chegado tarde com as ações corretivas pertinentes.

Áreas de Conhecimento do Planejamento Segundo PMBOK

Segundo o PMBOK (2013), uma área de conhecimento é definida por seus requisitos de conhecimentos e descrita em termos dos processos que a compõem, suas práticas, entradas, saídas, ferramentas e técnicas.

Existem nove áreas de conhecimento, são elas: Integração, Escopo, Tempo, Custos, Qualidade, Recursos Humanos, Comunicações, Riscos e Aquisições.

Integração

Esta área de conhecimento descreve os processos que integram elementos do gerenciamento de projetos, que são identificados, definidos, combinados, unificados e coordenados dentro dos grupos de processos de gerenciamento de projetos.

Os processos dessa área são:

- Desenvolver o termo de abertura do projeto;
- Desenvolver o plano de gerenciamento de projeto;
- Orientar e gerenciar a execução do projeto;
- Monitorar e controlar o trabalho do projeto;
- Realizar o controle integrado de mudanças;
- Encerrar o projeto ou fase.

Escopo

Esta área descreve os processos envolvidos na verificação de que o projeto inclui todo o trabalho necessário e apenas o trabalho necessário, para que seja concluído com sucesso.

Existem três processos de planejamento (três primeiros) e dois processos de controle e monitoramento (dois últimos). Os processos de planejamento criam um plano para o gerenciamento de escopo. Os processos de controle e monitoramento controlam se que o escopo está sendo cumprido conforme foi definido nos processos de planejamento e a verificação confirma com o cliente que está tudo correto.

Os processos dessa área são:

- Coletar requisitos;
- Definir o escopo;
- Criar a EAP;
- Verificar o escopo;
- Controlar o escopo.

Tempo

Essa área descreve os processos relativos ao término do projeto no prazo correto. Os cinco primeiros processos são de planejamento e apenas o último é de controle. Os processos de planejamento definem as atividades que vão para o cronograma, a ordem de precedência das atividades, determinam o tipo e a quantidade de recursos necessários, o tempo necessário para concluir as atividades, associam as atividades às datas do cronograma e por fim verificam se o andamento dos trabalhos está de acordo com o cronograma.

Os processos dessa área são:

- Definir atividades;
- Sequenciar as atividades;
- Estimar os recursos da atividade;
- Estimar as durações da atividade;
- Desenvolver o cronograma;
- Controlar o cronograma.

Custo

Descreve os processos envolvidos em planejamento, estimativa, orçamento e controle de custos, de modo que o projeto termine dentro do orçamento aprovado.

Os primeiros dois processos são de planejamento e temos que os processos nesta área de conhecimento determinam o custo de cada atividade levando em consideração o recurso alocado na atividade além dos períodos de trabalho que o recurso estará trabalhando na atividade, determinam que os custos de cada atividade sejam somados a fim de gerar uma linha de base de custos e acompanham a execução para verificar se as coisas estão ocorrendo conforme o orçamento definido.

Os processos dessa área são:

- Estimar custos;
- Determinar o orçamento;
- Controlar custos.

Qualidade

Define os processos envolvidos na garantia de que o projeto irá satisfazer os objetivos para os quais foi realizado.

Os processos dessa área de conhecimento determinam padrões ou normas de qualidade que devem ser seguidos durante o projeto, realizam a auditoria da qualidade, ou seja, se o trabalho está sendo seguido conforme foi planejado tentando impedir um produto ruim, e garantem que o que está sendo entregue está de acordo com os padrões e normas pré-definidos.

Os processos dessa área são:

- Planejar a qualidade;
- Realizar a garantia da qualidade;
- Realiza o controle da qualidade.

Recursos Humanos

Engloba os processos que organizam e gerenciam a equipe do projeto. Os processos desta área de conhecimento têm como objetivo determinar os tipos e o perfil dos profissionais, além da hierarquia desses profissionais e quem é responsável pelo o que no projeto quando ele estiver em execução, determinam como mobilizar as pessoas que foram requisitadas no projeto, se preocupam com o treinamento da equipe além da integração e geração de conhecimento e determinam como resolver conflitos antes que eles afetem o projeto.

Os processos dessa área são:

- Desenvolver o plano de recursos humanos;
- Mobilizar a equipe do projeto;
- Desenvolver a equipe do projeto;
- Gerenciar a equipe do projeto.

Comunicações

Associada aos processos relativos à geração, coleta, disseminação, armazenamento e destinação final das informações do projeto de forma oportuna e adequada.

Os processos desta área de conhecimento determinam quem está envolvido no projeto, definem como as comunicações vão ocorrer quando o projeto iniciar e determina o tipo de informações gerada, quem é o responsável, qual o meio, quem receberá as informações geradas, qual a periodicidade, determinam como serão distribuídas as informações, como podemos gerenciar as expectativas dos interessados medindo o grau de satisfação ou insatisfação das pessoas interessadas, e geram relatórios que permitam o acompanhamento e controle do que está acontecendo com o tempo, custo, escopo, etc.

Os processos dessa área são:

- Identificar as partes interessadas;
- Planejar as comunicações;
- Distribuição das informações;
- Gerenciar as expectativas das partes interessadas;
- Reportar desempenho.

Riscos

Os riscos descrevem os processos relativos à realização do gerenciamento de riscos em um projeto. Temos cinco processos de planejamento e um de controle. Os processos desta área de conhecimento tem como objetivo determinar como os riscos serão identificados, analisados e como as respostas serão planejadas e como risco será planejado, criam uma lista de riscos identificados no projeto com diversas técnicas que ajudam a gerar essa lista de riscos, buscam priorizar os riscos com base no grau de criticidade, permitem atribuir probabilidade numérica aos riscos, definem estratégias e ações para lidar com os riscos negativos e positivos, monitoram os risco com novos risco sendo identificados, revisão das análises de riscos, definição de outras prioridades de riscos, etc.

Os processos dessa área são:

- Planejar o gerenciamento dos riscos;
- Identificar os riscos;
- Realizar a análise qualitativa de riscos;
- Realizar a análise quantitativa dos riscos;
- Planejar as respostas aos riscos;
- Monitorar e controlar os riscos.

Aquisições

Esta relacionado aos processos que compram ou adquirem produtos, serviços ou resultados, além dos processos de gerenciamento de contratos. Os processos desta área de conhecimento têm como objetivo determinar o que se quer adquirir, de quem se quer adquirir, receber as respostas dos fornecedores e selecionar o fornecedor, como se dará o gerenciamento dos contratos, pagamentos, se as entregas estão de acordo com o que foi estabelecido, pagar o fornecedor, e por último formalizar a finalização do contrato.

Os processos dessa área são:

- Planejar as aquisições;
- Realizar as aquisições;
- Administrar as aquisições;
- Encerrar as aquisições.

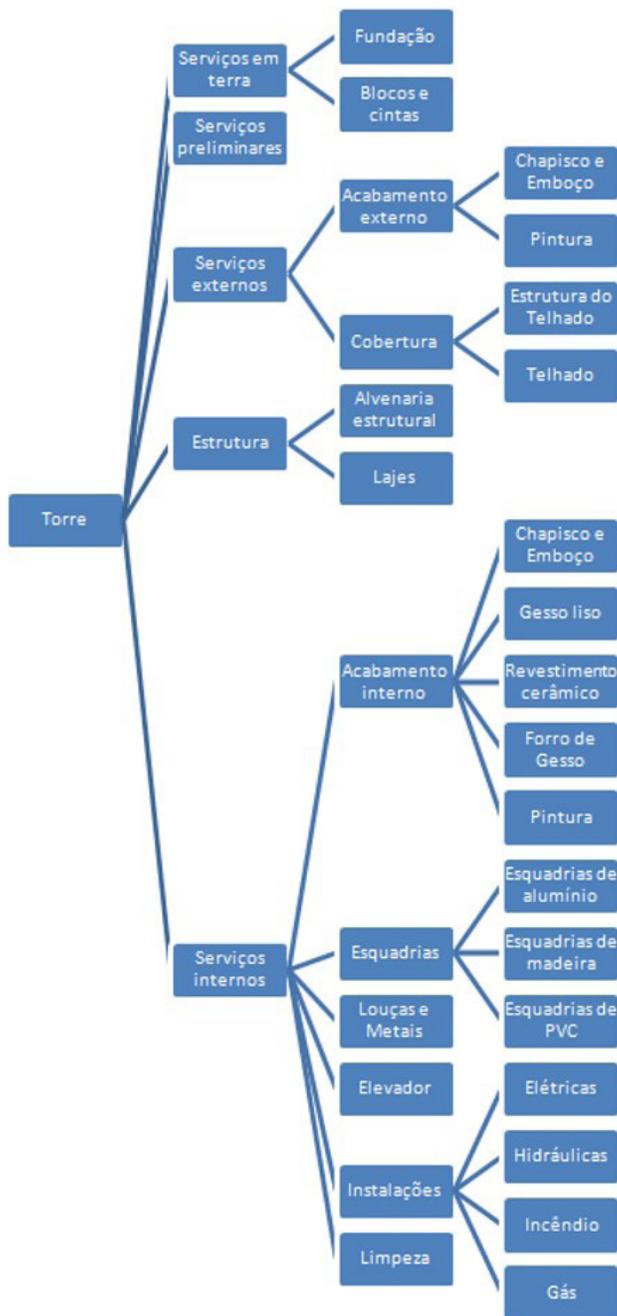
Etapas do Planejamento de Obras

As etapas do planejamento de uma obra se dividem em identificar as atividades a serem desenvolvidas, a definição das durações, as definições de precedência entre as atividades, a montagem do diagrama de rede, a identificação do caminho crítico e por último, a geração do cronograma (Mattos, 2010).

Identificação das Atividades

A identificação das atividades apresenta suma importância na composição do cronograma da obra. A maneira mais adequada de fazê-la é por meio da elaboração de uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP), conforme apresentada na figura 4, “que é um a estrutura hierárquica, em níveis, mediante a qual se decompõe a totalidade da obra em pacotes de trabalho progressivamente menores” (Mattos, 2010).

Figura 4- EAP de uma torre de obra residencial de edificações em formato de árvore.



Fonte: Mattos, 2010, adaptado.

Duração das Atividades

A sequência das atividades, ou definição das predecessoras, deve ser feita de acordo com a metodologia construtiva da obra. Dessa forma é necessário que a equipe de obra chegue a um consenso lógico sobre o relacionamento entre as atividades, a sequência de serviços mais coerente e exequível e o relacionamento entre as atividades. Assim para cada atividade são atribuídas predecessoras, ou seja, pré-requisitos para o início da atividade (Mattos, 2010).

Diagrama de Rede

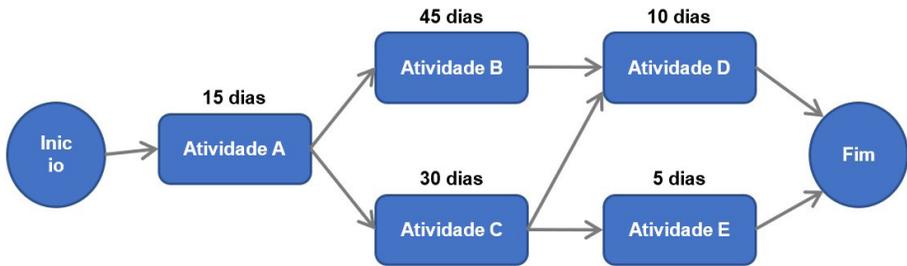
Após essas etapas poderá ser criado o diagrama de rede. Denomina-se rede o conjunto de atividades amarradas entre si, que descrevam inequivocamente a lógica da execução do projeto. O diagrama é a representação da rede em forma gráfica que possibilita o entendimento do projeto como um fluxo de atividades (Mattos, 2010). O gráfico de Gantt é a técnica simples e melhor utilizada, uma vez que tem um excelente impacto visual e são fáceis de entender (Slack, Chambers e Johnston, 2002).

Caminho Crítico

A identificação do caminho crítico da obra é outra etapa importante do planejamento, uma vez que o prazo da obra está relacionado com as atividades críticas. O caminho crítico é o que contém a sequência mais longa de atividades, e é chamado por esse nome porque qualquer atraso em qualquer atividade repercute em atraso no prazo final do projeto, enquanto atrasos nas atividades fora do caminho crítico não vão necessariamente atrasar o projeto todo (Slack, Chambers e Johnston, 2002).

A figura 5 mostra o caminho crítico através do diagrama de setas. O prazo total do projeto é 18 dias e o caminho crítico é o A-B-E- G-H, uma vez que é ele quem define o prazo do projeto.

Figura 5- Caminho crítico através de diagrama de setas.



Fonte: Mattos, 2010, adaptado.

Cronograma de Obra

Para finalizar deve ser feito o cronograma da obra. De acordo com Limmer (1996) O cronograma é uma representação gráfica da execução de um projeto, indicando os prazos em que deverão ser executadas as atividades necessárias, mostradas de forma lógica, para que o projeto termine dentro de condições previamente estabelecidas.

O gráfico de barras, ou gráfico de Gantt, é o mais utilizado pelo fato de mostrar mais detalhes do projeto. Podem ser mostrados afirma que os quais diversos tipos de cronogramas além do cronograma das atividades da obra, que são os cronogramas de recursos de mão de obra, materiais e equipamentos. Deve-se nivelar na medida do possível, a permanência dos recursos durante o período de obra, evitando variações bruscas desnecessárias. O cronograma, segundo Mattos (2010), constitui uma importante ferramenta de gestão porque apresenta de maneira fácil de ser lida a posição de cada atividade ao longo do tempo.

A tabela 1 mostra um exemplo de cronograma de mão de obra, relacionando o tempo em dias trabalhados de pedreiro com as diversas atividades. Observa-se que há um desnivelamento da mão de obra, já que varia consideravelmente a quantidade de pedreiros em cada dia. As atividades que estão com uma cor mais clara não são atividades críticas, as escuras são críticas e os espaços pontilhados são os possíveis dias em que as atividades não críticas podem ser executadas. Deve-se, portanto, alterar o período de execução das atividades não críticas para nivelar a quantidade de pedreiros em cada dia.

Tabela 1- Cronograma de mão de obra.

ATIVIDADE	DIA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	2									
B						2				
C		3	3							
D							2			
E						2	2			
F				2	2	2				
G								2	2	
H							2	2	2	
I										4
PEDREIROS	2	3	3	2	2	6	6	4	4	4
ACUMULADO	2	5	8	10	12	18	24	28	32	36

Fonte: Mattos, 2010, adaptado.

Teoria das Etapas de Execução dos Silos

Fundações

Segundo Azeredo (1997), as fundações de um edifício são elementos estruturais com a finalidade de transmitir ao terreno as cargas provenientes da estrutura (carregamento próprio e sobrecarga). A NBR 6122 (ABNT, 1996), afirma que as fundações são divididas em duas categorias: as fundações diretas ou superficiais e as fundações profundas.

Fundações Diretas ou Superficiais

As fundações diretas ou superficiais são aquelas em que a carga é transmitida ao solo, predominantemente pelas tensões distribuídas sob a base do elemento estrutural de fundação. A NBR 6122 (ABNT, 1996) afirma que a profundidade de assentamento de uma fundação superficial em relação ao terreno adjacente deve ser inferior a duas vezes a menor dimensão, em planta, do elemento estrutural. Enquadram-se nesta definição:

- Sapata isolada: é um elemento de concreto armado dimensionado de tal maneira que as tensões de tração geradas não sejam resistidas pelo concreto, mas sim pelo uso do aço. A base apresenta-se, geralmente, em planta, de forma quadrada, retangular ou trapezoidal;
- Sapata associada: corresponde a uma sapata comum a vários pilares cujos centros de gravidade não estejam situados no mesmo alinhamento;
- Sapata corrida: é uma sapata sujeita à ação de uma carga distribuída linearmente;
- Radier: corresponde a uma fundação superficial que abrange todos os pilares da obra ou carregamentos distribuídos;
- Viga de fundação (figura 4): é um elemento de fundação comum a vários pilares cujos centros de gravidade, em planta, estejam situados no mesmo alinhamento;
- Bloco (figura 5): elemento de concreto simples, dimensionado de forma que as tensões de tração geradas sejam resistidas unicamente pelo concreto.

Apresenta-se, em planta, com seção quadrada ou retangular.

Fundações Diretas Profundas

Segundo a NBR 6122 (ABNT, 1996), as fundações profundas são aquelas em que a carga é transmitida ao terreno pela sua base (resistência de ponta), por sua superfície lateral, também denominada de fuste (resistência lateral), ou por uma combinação destas, estando assente a uma profundidade superior ao dobro da sua menor dimensão em planta, ou de no mínimo 3 metros. Enquadram-se nesta definição:

- Tubulões: são elementos de fundação em que a carga é transmitida pela base (resistência de ponta), havendo descida de operário na escavação realizada pelo menos na fase final de execução;
- Estacas: são elementos de fundação executadas inteiramente por ferramentas ou equipamentos, não ocorrendo descida de operário em qualquer de suas fases de execução;
- Caixões: são elementos de fundação de forma prismática, concretados na superfície e inseridos no terreno por meio de escavação interna.

Blocos / Pilares / Laje de Fundo / Viga Anel

Os blocos são elementos estruturais de grande rigidez, ligados por vigas denominadas “baldrames”, que suportam predominantemente esforços de compressão simples provenientes das cargas dos pilares. Os eventuais esforços de tração são absorvidos pelo próprio material do bloco. Podem ser de concreto simples, alvenarias de tijolos comuns ou mesmo de pedra de mão. Geralmente, usam-se blocos quando a profundidade da camada resistente do solo está entre 0,5 e 1,0 m de profundidade (Brito, 1987).

Conforme a NBR 6118/03, item 22.5: Blocos são estruturas de volume usadas para transmitir às estacas as cargas de fundação, e podem ser considerados rígidos ou flexíveis por critério análogo ao definido para as sapatas.

Vigas são elementos lineares em que a flexão é preponderante. (NBR 6118, 14.4.1.1). Elemento linear é aquele em que o comprimento longitudinal supera em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal, sendo também denominado barra.

Deslizamento

O sistema de formas trepantes é indicado para a construção de estruturas de concreto de alturas elevadas, em que a instalação de andaimes para a execução da obra é inviável ou onerosa demais. Esse sistema se mostra particularmente interessante quando a concretagem não pode ser realizada em uma única etapa, tendo-se em vista as grandes alturas envolvidas no processo, disse Rafael de Souza, engenheiro civil e professor da Universidade Estadual de Maringá. Com o sistema de formas trepantes, a concretagem in loco é feita em etapas. O avanço vertical acontece gradualmente, por meio de formas apoiadas em plataformas, as quais são fixadas por parafusos ou barras embutidas aos trechos anteriormente concretados.

As formas trepantes são empregadas em obras de infraestrutura, como reservatórios de concreto armado, barragens para hidrelétricas, mastros de pontes e viadutos, caixas de escada ou elevadores, pilares e paredes maciças de concreto muito elevadas, estádios e obras especiais de geometria arrojada.

A execução de obras com o sistema trepante, por meio de seus ciclos verticais, proporciona uma rápida movimentação das formas. Alguns sistemas não conseguem trabalhar com concretagem em faces inclinadas, sejam negativas - com ângulo agudo em relação ao eixo vertical - ou positivas - com ângulo obtuso em relação ao eixo vertical. Em contrapartida, há vários sistemas trepantes com essa capacidade também.

Os sistemas de formas trepantes só passaram a ser normatizados no Brasil em maio de 2009, quando entrou em vigor a NBR 15696. Essa norma técnica da ABNT é responsável pela regulamentação dos procedimentos e condições que devem ser obedecidos na execução de estruturas provisórias que sirvam de formas e escoramentos - usadas para a concretagem *in loco*.

Componentes:

Um sistema de forma trepante é formado basicamente por três partes: o sistema trepante em si, a forma e os andaimes de trabalho dos operários. O sistema trepante é composto pela mísula, por escoras, por montantes verticais, por um conjunto de cones e por barras de ancoragem.

A forma pode ser composta por um único painel, ajustado de acordo com as dimensões da obra. Pode, também, ser formada por um conjunto de painéis modulares, ajustados em projeto para atender as necessidades de execução. O contato dos painéis pode ser em aço, em alumínio, fenólico ou compensado. Ou, ainda, estruturados com vigas secundárias (de madeira, aço ou alumínio) e montantes verticais com o contato em compensado ou madeira (infraestruturaurbana17.pini.com.br).

Cone dos Silos / Cone dos Intersilos

Em geometria, o cone é um sólido geométrico obtido quando se tem uma pirâmide cuja base é um polígono, o número de lados da base tende ao infinito e a medida de lado do polígono tende à zero.

Protensão

A protensão pode ser definida como o artifício de introduzir, numa estrutura, um estado prévio de tensões, de modo a melhorar sua resistência ou seu comportamento, sob ação de diversas solicitações.

Os processos de protensão são os mais variados e continuam surgindo novas opções de processos.

Em relação ao concreto armado, o concreto protendido apresenta as seguintes vantagens:

- Reduz as tensões de tração provocadas pela flexão e pelos esforços cortantes;
- Reduz a incidência de fissuras;
- Reduz as quantidades necessárias de concreto e de aço, devido ao emprego eficiente de materiais de maior resistência;
- Permite vencer vãos maiores que o concreto armado convencional; para o mesmo vão, permite reduzir a altura necessária da viga.

Durante a operação de protensão, o concreto e o aço são submetidos a tensões em geral superiores às que poderão ocorrer na viga sujeita às cargas de serviço. A operação de protensão constituído, neste caso, uma espécie de prova de carga da viga (ativaprotensao.com.br).

Tampa dos Silos

O *steel deck* é uma laje composta por uma telha de aço galvanizado e uma camada de concreto. O aço, excelente material para trabalhar a tração, é utilizado no formato de uma telha trapezoidal que serve como fôrma para concreto durante a concretagem e como armadura positiva para as cargas de serviço.

Conformado a frio e cobrindo uma largura útil de 820 a 840 mm, o *Steel Deck* possui nervuras largas e com a utilização de conectores de cisalhamento (*stud bolts*) permite a interação do concreto com o aço o que possibilita o cálculo de vigas mistas, permitindo uma redução do peso da estrutura.

Fabricado com o aço especial galvanizado, pode ser encontrado nas espessuras 0,80 mm, 0,95 mm e 1,20 mm, com um comprimento de até 12 metros.

Um ponto forte desse sistema é a integração das virtudes do aço e do concreto. O *steel deck* consiste na utilização de uma fôrma permanente de aço galvanizado, perfilada e formada a frio. Nesse sistema, o aço trabalha como fôrma para concreto durante a concretagem e como armadura positiva para as cargas de serviço. Para favorecer a aderência do concreto ao aço são conformadas massas e ranhuras na chapa metálica que serve de superfície de ancoragem. O *steel deck* é composto, ainda, por telas eletrosoldadas, que atuam como armadura negativa e ajudam a prevenir trincas superficiais na laje.

Podendo ser utilizado tanto em edificações em estrutura metálica, como em estrutura em concreto, essa solução construtiva competitiva principalmente em situações onde os vãos variam de 2 a 4 metros. Nessa condição, a laje mista dispensa escoramentos e, conseqüentemente, agiliza o cronograma da obra.

As lajes *steel deck* apresentam bom comportamento em situação de incêndio. A presença da fôrma de aço é suficiente para assegurar a estanqueidade e o isolamento térmico pode ser garantido por uma espessura de concreto adequado sobre as nervuras. A resistência estrutural ao fogo é de no mínimo 30 minutos e, se necessário, pode ser aumentada para até 120 minutos pelo uso de armadura positiva adicional colocada, por exemplo, no interior das nervuras.

Dentre as muitas vantagens para a construção, destacam-se as seguintes: alta qualidade de acabamento da laje; dispensa escoramento e reduz os gastos com desperdício de material; facilidade de instalação e maior rapidez construtiva.

O *steel deck* funciona como plataforma de serviço e proteção aos operários que trabalham nos andares inferiores, propiciando maior segurança.

Apresenta facilidade para a passagem de dutos das diversas instalações, favorecendo também a fixação de forros. Todas essas vantagens resultam em praticidade, economia e maior retorno financeiro do empreendimento.

Sua montagem é realizada independente das condições atmosféricas e permite incorporar facilmente canalizações, fios elétricos, bem como tirantes para sustentação de forro.

O *steel deck* também pode ser pintado eletrostaticamente em sua face inferior, e constitui com a estrutura metálica um sistema construtivo de alta eficiência, com grande aplicação na construção de centros de convenções, shoppings, edifícios comerciais e residenciais, hotéis, hospitais, escolas, conjuntos habitacionais, garagens e mezaninos, além de edifícios industriais em geral.

Ao eliminar parcialmente ou totalmente a necessidade de escoramentos para a execução das lajes, o *steel deck* diminui custos (com aluguel, montagem e desmontagem, por exemplo), bem como mão-de-obra. A dispensa do escoramento reflete, ainda, no cronograma da obra, já que permite o trabalho em vários pavimentos simultaneamente e a execução das lajes deixa de estar condicionada ao tempo de endurecimento do piso de concreto.

Outra vantagem: o projeto estrutural pode tirar proveito da geometria das lajes para facilitar a passagem de dutos das instalações, bem como a fixação de forros.

Mas para assegurar a obtenção de todas as vantagens importante que esse sistema construtivo seja previsto ainda na fase de projeto. A adoção do *steel deck* durante essa etapa permite uma avaliação correta do comportamento em conjunto dos materiais que o compõem (aço e concreto).

Também é igualmente importante dedicar atenção à execução que deve garantir o correto posicionamento e fixação da fôrma metálica na estrutura de apoio, a distribuição uniforme do concreto durante a concretagem e a colocação de arremates de contenção lateral do concreto.

Normas técnicas:

O *steel deck* ainda não possui normas técnicas nacionais. Mas há vários textos normativos que servem de referência aos projetistas. Entre eles, a NBR 6118 (Projeto de Estrutura de Concreto - Procedimento), a NBR 8800 (Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios), a NBR 10735 (Chapas de Aço de Alta Resistência Mecânica Zincadas) e a NBR 14323 (Dimensionamento de Estruturas de Aço de Edifícios em Situação de Incêndio - Procedimentos). Outras normas internacionais, como as da ASTM (*American Society for Testing and Materials*), também podem servir de referência aos profissionais (metalica.com.br).

Cobertura dos Silos

A cobertura com estrutura metálica surgiu como alternativa às estruturas convencionais de vigas, pontaletes e caibros de madeira, devido à escassez e conseqüentemente o alto preço da matéria prima e a necessidade de preservação do meio ambiente.

Uma das principais vantagens em relação a industrialização do método construtivo é a otimização da produtividade e da qualidade na construção das coberturas e a redução de custos.

As construções de cobertura com estruturas metálicas estão sendo utilizadas cada vez mais para a construção de edifícios como indústrias, galpões, estádios e podem ser encontradas em forma de treliças planas e vigas perpendiculares constituindo telhados duas, três ou mais águas.

Os projetos de coberturas com estruturas metálicas são realizados visando leveza e resistência além da relação entre custo e benefício.

As estruturas metálicas deverão receber tratamento anti corrosivo e pintura, para aumentar a sua durabilidade. Todas as etapas da cobertura com estrutura metálica deverão atender a NBR 8800 – Projeto e execução de estruturas de Aço em Edifícios.

O material empregado para as coberturas com estruturas metálicas geralmente é utilizado o aço ASTM A 36. É importante também observar a NBR 6123 – Força devido ao vento em Edificações.

Antes de executar, é importante verificar no projeto a dimensão das seções transversais das barras das treliças e a inclinação do telhado. Para os projetistas, é importante estudar possibilidades de dimensionar a peças, retirando algumas peças menos solicitadas, fazendo com que o estudo passe por um processo de otimização topológica para que utilize uma menor quantidade de peças, desta forma a cobertura com estrutura metálica fica mais leve, reduzindo os custos, porém não perde sua eficiência. Essas técnicas de otimização são ferramentas para redução de peso, resultando em maior economia de material e não prejudicando a segurança da obra.

Principais vantagens da cobertura com estrutura metálica

- A estrutura metálica é mais leve do que a estrutura convencional de madeira, pois o metal possui maior resistência, o que faz com que as peças sejam de tamanhos menores, deixando o telhado mais leve e são ideais para quem deseja ter um telhado mais leve sem perder a resistência;
- Redução de custo: uma vez que o mercado da construção civil é altamente competitivo, o projeto de coberturas com estruturas metálicas cumpre os requisitos de desempenho e segurança é por ser mais leve, é mais eficiente do que as demais estruturas, que neste caso é de rápida execução e menor custo devido ao baixo peso e proporcionando menor consumo de material;
- Inovação tecnológica: Os materiais para a construção de coberturas metálicas estão em evolução crescente. Existem hoje disponíveis no mercado materiais para coberturas metálicas que proporcionam proteção acústica e ao mesmo tempo valoriza a clareza e a definição de som dentro dos ambientes. Em questão ambiental a estrutura possui altos índices de desempenho térmico e é capaz

de reduzir a irradiação do calor do sol, ideal para a utilização em estádios de futebol;

- Ausência de pontos de apoio, pilares de sustentação de cobertura facilitando o acesso ao público visitante.

Fachada

As tecnologias empregadas na construção de coberturas metálicas evoluíram. Telhas mais leves e resistentes permitem vencer vãos cada vez maiores, reduzindo a estrutura de apoio. Os sistemas de fixação também apresentam avanço, evitando, ao máximo, problemas de estanqueidade. Bobinas desenroladas sobre treliças de aço viabilizam a cobertura sem emendas, sobreposições ou furos. Por fim, telhas curvas ou multidobras fabricadas sob medida e *sheds* em arcos para permitir a iluminação e a ventilação naturais tornam-se cada vez mais comuns.

Entre as opções mais especificadas estão as telhas de alumínio, utilizadas no Brasil desde os anos 1950, as telhas de aço (galvanizado, zincado e inoxidável), e as confeccionadas a partir de uma liga que mistura aço e alumínio (galvalume). Há também as telhas de cobre e titânio que, apesar do custo mais elevado, dispõem de resistência à corrosão e boa trabalhabilidade.

“Para grandes edifícios, galpões e praças de esportes, telhados metálicos podem resultar em projetos vantajosos do ponto de vista técnico e econômico”, comenta o engenheiro Jairo Lisboa, especializado em sistemas de coberturas metálicas e diretor da Markal Consultoria. Segundo o engenheiro, associar a telha à estrutura metálica traz mais vantagens construtivas do que combiná-las com estruturas de concreto pré-moldadas ou moldadas *in loco*.

EXECUÇÃO DO PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO DOS SILOS DE ARMAZENAMENTO DE TRIGO

Para a realização do presente trabalho foi feito um estudo de caso do silos industriais, para o qual se realizou levantamento de atividades e processos para que se possam entender as dificuldades para a execução de projeto.

Cenário Utilizado

O cenário utilizado para a realização da execução da obra em questão foi a empresa Xpto.

Descrição da Empresa Xpto

A empresa Xpto é uma multinacional fabricante de massas e biscoitos. Para atender a grande demanda do mercado nacional, necessitou a expansão do processo produtivo da matéria-prima, que é farinha e farelo.

Descrição das Necessidades da Empresa para Construção dos Silos

Para suprir a necessidade da expansão, a empresa necessitou da seguinte demanda:

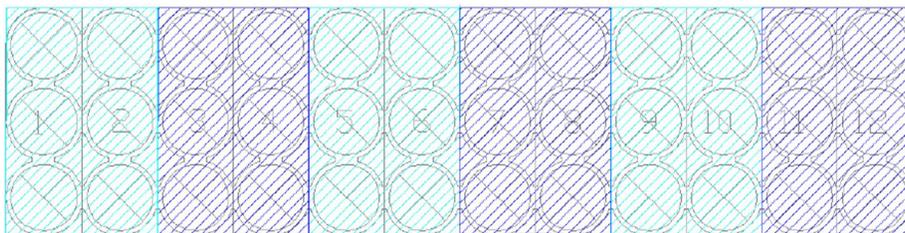
- Criar um Moinho de Trigo de 8 pavimentos (altura 41,30 metros) e com 29.731,31 metros quadrados;
- Criar 36 silos de concreto e 22 entre células com um total de 105.986,03 metros cúbicos;
- Prazo de cinco anos;

- Em média uma equipe de 300 pessoas, sendo terceirizadas e funcionários.

Silos

A altura geral do subsolo, silos, casa de máquinas e cobertura são de 51,50 metros (-11,50 à + 40,00) sendo 36 silos de concreto com diâmetros de 10 metros e altura de 34,50 metros (-7,50 à + 27,00) e 22 entre células de concreto (células que ficam entre os silos) com largura e comprimento de 4,51 metros e altura de 34,50 metros (-7,50 à + 27,00). O volume total dos silos de 105.986,03 metros cúbicos e o total de armazenamento de trigo de 82.669,10 toneladas, pois a densidade do trigo é 0,78 toneladas por metros cúbicos. Abaixo, segue a figura 6 da planta baixa dos silos de concreto para armazenamento de trigo. Também mostra a tabela 2 dos cálculos dos silos.

Figura 6- Planta baixa dos silos.



Fonte: Empresa Xpto, 2015.

Tabela 2- Especificações dos silos.

REVISÃO 6 (ATUAL)	Largura	Comprimento	Fundo (M ²)	Altura	Volume (M ³)	Quantidade	Volume (M ³) Total	Densidade	TON.
Silos Cilíndricos	Raio	4,70	69,40	34,57	2.399,16	36,00	86.369,69	0,78	67.368,36
Moega Silos Cilíndricos					109,54	36,00	3.943,26	0,78	3.075,75
Entre Células	4,51	4,51	20,34	34,57	703,16	22,00	15.469,46	0,78	12.066,18
Moega Entre Células					9,26	22,00	203,62	0,78	158,82
TOTAL SILOS EXTERNOS							105.986,03		82.669,10

DENSIDADES DOS MATERIAIS	ADOTADO	
FARINHA:	0,55 A 0,60	TON./M ³
FARELO:	0,28 A 0,33	TON./M ³
TRIGO:	0,76 A 0,80	TON./M ³

Fonte: Empresa Xpto (2015).

Etapas para Construção dos Silos

Fundação

A fundação dos silos foi toda implosão de rocha, devido o nível da rocha era bem mais elevado. O tempo total de duração para realizar a implosão foi de dois anos (06/2013 à 06/2015).

O prazo de execução ficou de acordo com o previsto no planejamento, pois antes de fazer o planejamento já tínhamos realizado a sondagem do local em diversos locais devido os três tipos de rocha que tinha no terreno que foi classificado em 3 categorias conforme informado na tabela 3.

Tabela 3- Especificações dos tipos de rochas.

ÍTEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	PERCENTUAL
1	CORTE DE 1ª CATEGORIA	M ³	4.606,35	10,78%
2	CORTE DE 2ª CATEGORIA	M ³	4.902,49	11,47%
3	CORTE DE 3ª CATEGORIA	M ³	33.225,10	77,75%
TOTAL			42.733,94	

Fonte: Empresa Xpto, 2014.

Após a implosão finalizada foi realizado o nivelamento para poder realizar a base dos silos, conforme mostra a figura 7.

Figura 7 - Nivelamento para a execução da base dos silos externos.



Fonte: Empresa Xpto, 2016.

Blocos / Pilares / Laje de Fundo / Viga Anel

Os blocos, pilares, lajes e vigas de concreto dos silos foram dimensionados conforme o peso e tipo de estrutura, o que impactou no atraso da execução foi o embargo da obra durante três meses devido a parte de segurança da obra não estava conforme solicitado no ministério do trabalho.

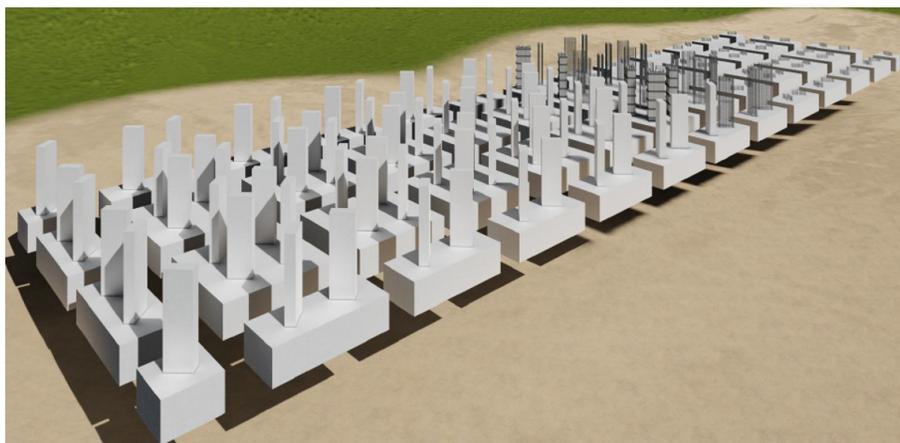
Segue abaixo a tabela 4 que mostra a quantidade e volume dos blocos e as figuras 8, 9 e 10 mostram o acompanhamento dos blocos e pilares dos silos.

Tabela 4- Quantidade e volume dos blocos de fundação dos silos.

QUANT. BLOCOS	COMPRIMENTO	LARGURA	ALTURA	VOLUME
4	3,30	3,30	2,20	95,83
22	8,00	8,00	2,20	3.097,60
26	8,00	3,30	2,20	1.510,08
TOTAL				4.703,51

Fonte: Empresa Xpto, 2016.

Figura 8- Projeto desenvolvido no Revit dos blocos e pilares.



Fonte: Empresa Xpto, 2016.

Figura 9- Projeto desenvolvido no Revit dos blocos + pilares + laje + viga anel.



Fonte: Empresa Xpto, 2016.

Figura 10- Montagem da ferragem dos pilares dos silos externos.



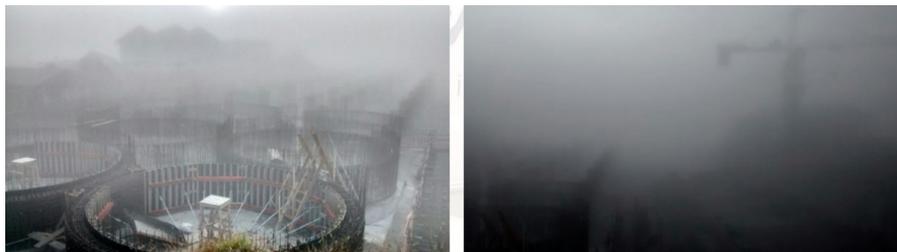
Fonte: Empresa Xpto, 2016.

Deslizamento

O deslizamento dos silos foi realizado com forma trepante, projetado para estruturas verticais de concreto, com vários níveis de concretagem. O princípio básico da forma trepante é reutilizá-la em uma próxima etapa de concretagem, apoiando-se sempre numa ancoragem prevista na camada anterior já executada. Aplicação indicada para estruturas especiais de obras industriais, pilares de pontes, viadutos, usinas hidrelétricas e barragens.

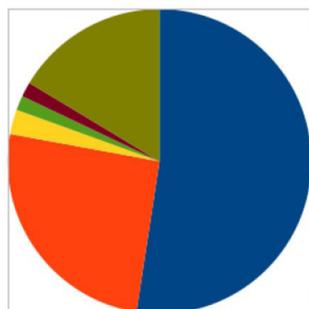
Realizamos um planejamento com um jogo de forma para executar três silos por vez com um total de doze meses, mas como já estávamos atrasado devido ao clima da região conforme a figura 11 e na figura 12 do mapa de mão de obra parada com grande impacto das chuvas, com muitas chuvas e temperatura abaixo de zero graus, tivemos que alterar a forma de deslizamento para executarmos seis silos por vez assim economizaríamos no prazo de seis meses a menos.

Figura 11- Clima da obra todos os dias pela manhã.



Fonte: Empresa Xpto, 2016.

Figura 12- Mapa de mão de obra parada.



■ CHUVA
 ■ EMBARGO
 ■ VENTO
 ■ NEBLINA
 ■ GREVE
 ■ EQUIPAMENTOS

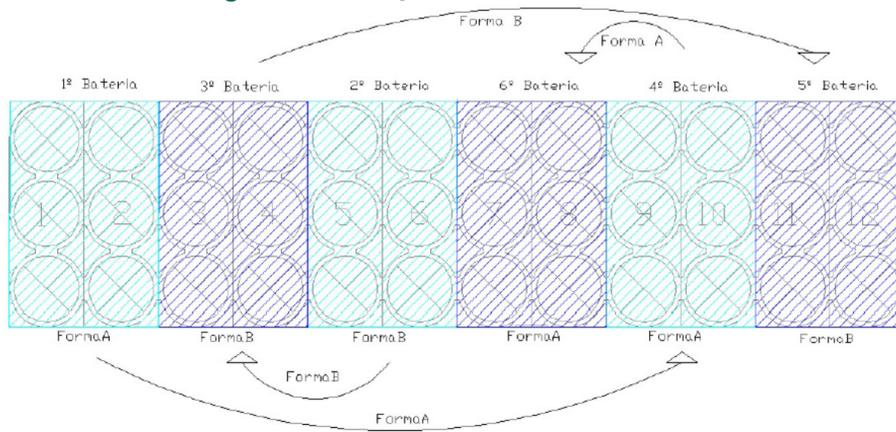
SITUAÇÃO	PERCENTUAL	DIAS
CHUVA	52%	67
EMBARGO	25%	33
VENTO	3%	3
NEBLINA	2%	2
GREVE	2%	2
EQUIPAMENTOS	16%	21
TOTAL DE DIAS UTEIS	100%	128

Fonte: Empresa Xpto, 2017.

Após começarmos o deslizamento dos seis primeiros silos e finalizados a obra foi embargada devido a segurança em geral da obra e com isso impactou no planejamento da obra durante três meses e após voltamos a execução com um ritmo mais lento e acabou sendo executado em treze meses, contando com os três meses de embargo da obra.

Então a sequência do deslizamento ficou, conforme mostrado na figura 13 do plano de deslizamento.

Figura 13- Locação da Forma Deslizante.



Fonte: Empresa Xpto, 2016.

Houve apenas mudanças em relação a sequência de execução, mas isso não impactou no planejamento atual da obra. Segue abaixo a figura 14 mostrando o projeto e a figura 15 exibindo o executado, os silos sete a doze com início da forma deslizante e os silos treze a dezoito com a forma deslizante no topo dos silos.

Figura 14- Projeto desenvolvido no Revit dos blocos + pilares + laje + viga anel + silos.



Fonte: Empresa Xpto, 2016.

Figura 15- Deslizamento do jogo dos silos 9 e 10 e desmontagem da forma dos silos 7 e 8.



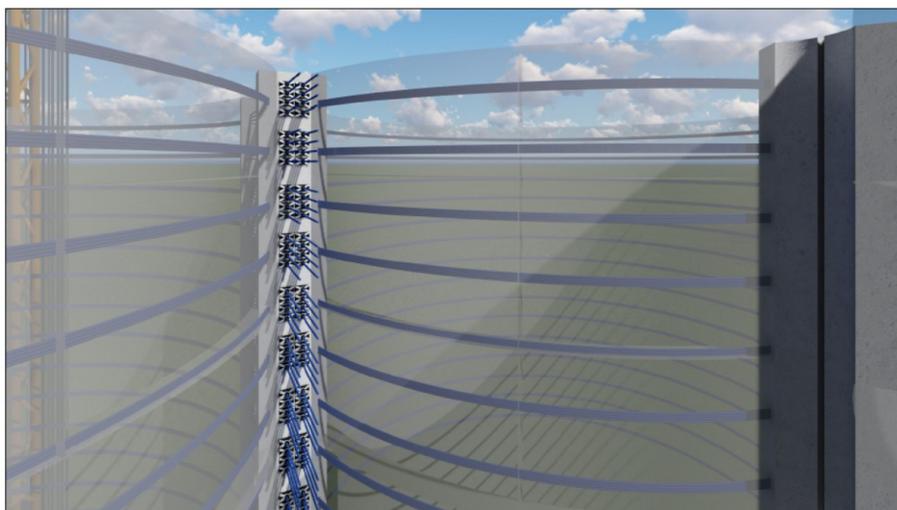
Fonte: Empresa Xpto, 2017.

Uma alternativa de ganhar no prazo de execução dos silos seria realizar a execução vindo dos dois lados dos silos, com dois jogos de forma de seis silos, com isso realizaria com cada jogo de forma seis silos, portanto finalizaria em três meses a execução dos trinta e seis silos com duas equipes de execução diferentes.

Protensão

Como não se tinha realizado nem um tipo de protensão nas outras obras, não se possuía tanta experiência para realizar o planejamento e por ser uma etapa que poderia ser executada paralelo aos cones dos silos que ficou definido realizá-la 6 silos por mês, como um total de 36 silos o tempo de execução foram 6 meses. A figura 16 ilustra a forma de distribuição dos cabos de protensão. A maioria das protensões foram realizadas dentro das entre células dos silos e dos silos laterais na parte externa.

Figura 16- Projeto de Protensão dos silos.



Fonte: Empresa Xpto, 2017.

Cone dos silos / cone dos Intersilos

O cone dos silos foi programado para iniciar antes das tampas dos silos, mais devido a mudança da forma de execução dos acabamentos do topo dos silos, que seria com gaiolas engastadas nos silos e mudou para andaimes dentro dos silos, assim impactando no planejamento e orçamento da obra. Mudou-se o cronograma para que a tampa dos silos fossem realizadas antes dos cones, pois ficaria mais fácil a instalação dos andaimes dentro dos silos.

Com a alteração dos cones serem executados após as tampas, o local ficou quase sem ar, com isso tivemos que instalar ventiladores e dar soros para os colaboradores que iriam executar esses cones.

Uma nova alternativa de execução seria executar os cones antes mesmo de realizar o deslizamento dos silos, com o local aberto e tranquilo para execução dos cones, com isso impactaria nos acabamentos do topo dos silos, pois teríamos que montar andaimes dentro dos silos, mais poderiam ser criados alguns suportes metálicos para colocar dentro dos silos e servir de apoio para a montagem dos andaimes.

Tampa dos Silos

As tampas dos silos foram planejadas para serem executadas como lajes maciças com altura de vinte centímetros, mais para facilitar a execução no decorrer da obra mudou-se para laje *steel deck*, pois além de servir como forma, serve como armadura da estrutura conforme mostra a figura 17 do projeto e a figura 18 do executado.

O que impactou no prazo foram os acabamentos realizados no topo dos silos para colocar as vigas engastadas na estrutura.

Figura 17- Projeto desenvolvido no Revit com a laje de tampa dos silos.



Fonte: Empresa Xpto, 2016.

Figura 18- Tampa dos silos.



Fonte: Empresa Xpto, 2017.

Uma alternativa de execução seria já montar toda a laje em *steel deck* no chão da obra ou na empresa contratada para execução, sendo três silos por vez, e não teria todo trabalho de realizar esse serviço em altura.

Cobertura dos Silos

A cobertura dos silos foi planejada em estrutura metálica com telhas de alumínio sanduíche, assim como planejado está sendo executada dessa mesma forma do planejamento, segue figura 19 do projeto da estrutura da cobertura.

Figura 19- Projeto desenvolvido no Revit com a estrutura metálica da cobertura dos silos.



Fonte: Empresa Xpto, 2016.

Uma alternativa de execução seria realizar a cobertura em laje *steel deck* e impermeabilizada, pois além de facilitar a montagem, ainda economizaria nos custos e teria facilidade de acesso à cobertura.

Fachada

A fachada foi planejada deixar toda em concreto aparente, com apenas acabamento de algumas imperfeições na parede, mais por ter um risco de infiltração devido as grandes chuvas que tem na região, foi mudado para que trinta por cento fosse fechado com estrutura metálica de telha de alumínio, conforme mostra na figura 20 do projeto atualizado.

Figura 20- Projeto da fachada dos silos.



Fonte: Empresa Xpto, 2017.

Uma alternativa de execução e não ter risco de infiltração na fachada para não impactar na qualidade do trigo, seria colocar a telha até o início dos silos, assim sendo cem por cento fechado de telha de alumínio.

Resultados e Análise dos Resultados Obtidos Sobre a Execução do Planejamento e uma Alternativa Proposta

Conforme o planejamento abordado anteriormente, será apresentada a *timeline* do planejado conforme as especificações.

Planejado

Para uma melhor execução, foi especificado um tempo de vinte e três meses para a fundação, no qual seria abordada toda a parte das implosões de rocha onde na sondagem foi identificado o tipo de solo na área que seria construído os silos, além disso, foi realizada uma análise em todas as casas vizinhas, pois por ter implosões poderá ocorrer algum dano na vizinhança.

Para os blocos de fundação dos silos foi planejado executar em um ano, com isso, ficou definido realizar in loco devido ao seu tamanho, conforme foi especificado no projeto estrutural. Os pilares/lajes e vigas foram também dimensionados conforme a carga da estrutura da parede de concreto e o peso do trigo, além da força do vento da região.

No caso do deslizamento foi definido realizar em quase treze meses, pois só poderíamos realizar em forma trepante, devido não poder realizar trabalhos 24 horas seguidas conforme seria na forma deslizante. Tínhamos apenas um conjunto de forma pra seis silos.

A protensão dos silos foi planejada realizar em quatro meses após o deslizamento dos mesmos, os cabos de protensão foram comprados da China e protendidos paralelamente a realização dos cones.

Os cones dos silos foram planejados também em quatro meses, a serem executados após o deslizamento dos silos, porem mudou a forma de execução para iniciar após a realização da tampa dos silos.

A tampa dos silos ficou planejada executá-la em dois meses, por ser um sistema de laje metálica e pela facilidade na execução tanto da laje quanto nas vigas metálicas.

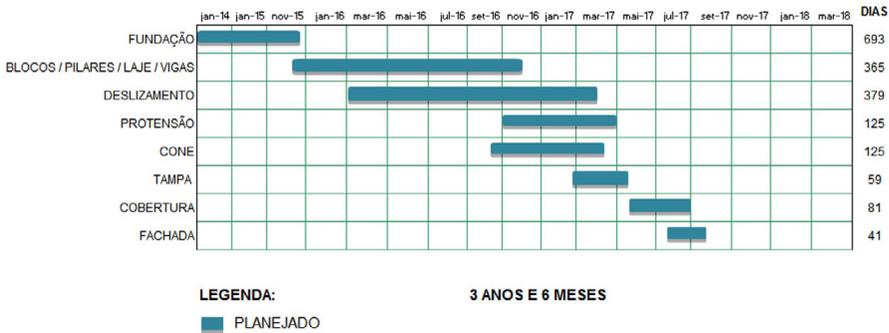
A cobertura foi definida realizar em quase três meses, pelo fato das peças de estrutura metálica vir fabricadas da indústria que foi contratada para execução, o tempo ficou bem abaixo.

A fachada por ser trinta por cento em telha metálica ficou programado realizar em quase dois meses.

Na figura 21 é possível verificar o cronograma determinando a execução total de três anos e seis meses para a entrega geral dos silos para armazenamento, faltando apenas a parte de acabamentos internamente.

Figura 21- Planejado.

SILOS DE CONCRETO - PLANEJADO



Fonte: Empresa Xpto, 2017.

Executado

Foram feitas as escavações da fundação nos dois anos como tinha sido programado, pois a execução foi bastante lenta devido às paralisações que ocorreram na época devido procurações que os donos das casas vizinhas tiveram para paralisar a execução das implosões.

Os blocos de fundação foram feitos em dezoito meses, pois tivemos embargo na obra durante três meses, e para voltar a rotina novamente a equipe só conseguiu após dois meses, também tiveram bastante temporais de muitas chuvas e temperaturas abaixo de zero graus.

O deslizamento conseguiu-se realizar em treze meses, pois se comprou mais um jogo de forma deslizante para seis silos, assim impactando nos custos da obra mais não no planejamento, ale do embargo durante três meses conforme informado anteriormente, teve muitos temporais e grandes chuvas no decorrer do dia, por isso comprou-se esse novo jogo de forma para poder ficar duas equipes trabalhando paralelamente e chegar ao objetivo final que era o prazo.

Como a protensão dos silos teria que ser executada após o deslizamento do mesmo e antes das tampas do mesmo, foi cumprido o prazo de quatro meses, mas só após o embargo.

Os cones dos silos foram realizados também em quatro meses, mas só foram executados após a realização das tampas dos silos, mesmo estando realizando em espaço confinado conseguiu-se entregar no prazo solicitado.

A tampa dos silos foi executada em dois meses e dez dias, devido ao embargo também impactou na realização da mesma, mais passou do prazo poucos dias.

A cobertura foi realizada em três meses, pois não houve nem um impacto na execução da mesma.

A fachada também não teve impacto na execução por serem etapas independentes, apenas foi adiado o tempo de execução.

Na figura 22 é possível verificar o cronograma de execução total de quatro anos e três meses para a entrega geral dos silos para armazenamento, faltando apenas finalizar os acabamentos internamente, conforme comentado anteriormente.



Fonte: Empresa Xpto, 2017.

Uma Alternativa Proposta para Melhor Aproveitamento na Execução

As escavações da fundação poderiam ser executadas em um ano, pois se tivessem iniciado a obra após as aprovações com o ministério do trabalho e a prefeitura para implosão das rochas, não teriam problemas com os vizinhos.

Os blocos também poderiam ser executados em um ano, pois poderiam vir duas equipes trabalhando uma de cada lado, assim conseguindo cumprir o prazo de um ano e atingindo o objetivo que seria o prazo, já o custo seria o mesmo, pois pagamento o valor por metro cúbico.

No caso do deslizamento poderia ser executado em seis meses, pois poderia juntar as duas formas que daria doze silos por deslizamento, como são apenas trinta e seis silos, seriam dividido em três vezes, deslizavam os doze iniciais, depois os doze finais e depois os doze silos do meio.

A protensão não teria mudança na execução, ficaria nos quatro meses, por ser um processo que não pode ser adiantado, pois depende dos silos já estarem deslizados.

Os cones dos silos iriam iniciar antes da realização da tampa dos silos, pois facilitaria na execução por ter mais ventilação, assim o colaborador teria mais saúde e segurança na hora da execução, seguindo assim os quatro meses iguais da protensão.

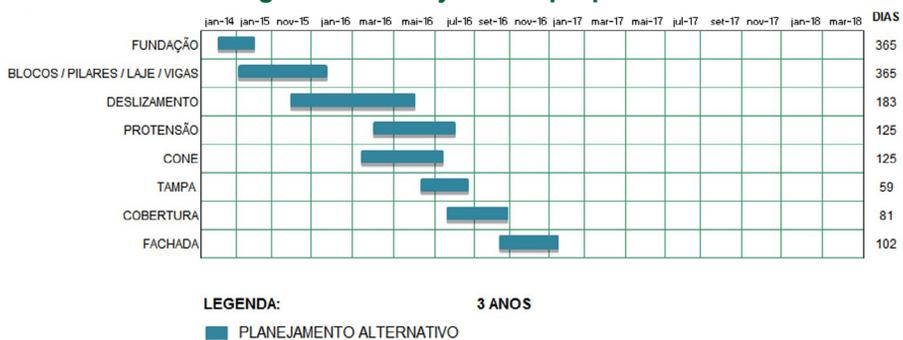
A tampa dos silos ficaria o mesmo prazo de dois meses, facilitaria o processo de execução na fabricação das peças, pois já poderiam elevá-las já pré montadas, assim retirando o risco do colaborador no trabalho em altura.

A cobertura poderia ser realizada em três meses, mas poderia mudar de estrutura metálica com telha para laje *steel deck* com impermeabilização na coberta, facilitando o acesso para manutenção e reparos no para raio.

No caso da fachada iria aumentar o prazo de execução para quase quatro meses, pois colocaríamos a fachada de telha até chegando no chão, devido a grandes chuvas e temperatura pode ter infiltração na parede do silo e perdermos o trigo armazenado.

Na figura 23, é possível verificar o cronograma proposto para execução total de três anos para a entrega geral dos silos para armazenamento, faltando apenas finalizar os acabamentos internamente, conforme comentado anteriormente.

Figura 23- Planejamento proposto.



Fonte: Análise do Autor, 2017.

As principais vantagens do modelo proposto são em relação à forma de execução que altera e da saúde e segurança do colaborador que irá executar os silos, além do prazo que iria diminuir.

Já as desvantagens seriam em relação ao custo elevado no tempo menor de execução e na quentura que iria ficar nas casas vizinhas caso fosse fechamento de telhas até chegando ao chão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para melhor entender o planejamento proposto, existe uma série de conceitos que deverão ser considerados, como:

- Tempo disponível das terceirizadas para execução;
- Equipe qualificada;
- Disponibilidade financeira para custear toda a execução da obra em tempo menor;
- Inexistência de tempestividade (Chuvas, névoas);
- Projetos aprovados pelo menos três meses antes, pois terá que contratar os serviços terceirizados;
- Dentre outros conceitos.

É importante a realização de um planejamento bem específico, verificando cada estudo realizado para a montagem do mesmo. A principal importância de estar com os projetos executivos, estando liberado, aprovado e compatibilizado, tudo isso antes do início da obra, mas por ser uma obra industrial, terá que envolver os dois setores: civil e mecânica. Essas junções de setores para realização do planejamento terão o sucesso da execução do empreendimento.

Com a utilização seguindo as normas estabelecidas e adaptando-as ao ambiente a ser implementado, podemos reduzir erros constantes e organizar os serviços de uma forma correta.

A análise realizada do planejado e o real executado, mostram várias alterações no decorrer da execução, com isso se obter um retorno de uma melhor alternativa para execução dos silos de concreto para armazenamento do trigo.

Para o desenvolvimento de um melhor planejamento deve-se realizar um trabalho em equipe, onde todos os colaboradores contribuirão para que as etapas não sejam esquecidas, as possíveis soluções sejam discutidas e avaliadas, trabalhando em equipe as probabilidades de erro são reduzidas.

Independentemente do tipo de obra a se planejar, todo planejamento só será bem realizado se for adotado essa cultura, só assim será possível redução do custo da obra.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15696: **Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto — Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos**. Rio de Janeiro, ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6118. **Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6122: **Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6123:1988. **Forças devidas ao vento em edificações**. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 8800:2008. **Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. Rio de Janeiro, 2008.

AZEREDO, H.A. **O edifício até sua cobertura**. 2ª edição revisão São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

BRITO, José Luis Wey de. **Fundações do edifício**. São Paulo, EPUSP, 1987.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: PINI, 2010.

NOCÊRA, Rosaldo de Jesus I. **Planejamento e controle de obras**. 2ª edição. Editora RJN, 2010.

PMI. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. Guia PMBOK 5a. ed. – EUA: Project Management Institute, 2013.

VARGAS, Ricardo, **Manual Prático Do Plano De Projeto**, 3ª edição. Editora Brasport, 2007.

SOBRE OS AUTORES

João Clever da Silva Mendonça

Engenheiro Civil pelo Centro Universitário Estácio do Ceará (2023), Pós-graduado em Estrutura de Concreto Pela Fasul (2024), Técnico e Edificações pela EEEP Presidente Roosevelt. Autor de diversos artigos relacionados a engenharia civil, Sargento Técnico do Exército Brasileiro desde (2022).

Lucas Morais de Souza

Pós-graduado em Orçamentação, Planejamento e Controle na Construção Civil, pela Faculdade Descomplica (2023). Pós-graduado em Perícias e Avaliações em Obras, pelo Centro Universitário União das Américas Descomplica (2023). Graduado em Engenharia Civil, pelo Centro Universitário UniDevry Farnor Wyden (2018). Técnico em Edificações, pela Escola Técnica Cepep (2014). Autor de diversos artigos relacionados ao tema de construção civil. Trabalhou no núcleo de engenharia civil da empresa M Dias Branco (2015 a 2021) Trabalhou como Sargento de Edificações do Exército Brasileiro (terceiro sargento) (2022 a 2023). Atualmente é Engenheiro Civil do Exército Brasileiro (segundo tenente) desde 2024.

ÍNDICE REMISSIVO

A

acesso 6

ações 15, 19, 20, 24

administrativas 19

administrativo 13, 14, 15

armazenamento 6, 10, 11, 23, 39, 50, 52, 53, 55

C

compatibilizado 55

construção 6, 10, 11, 13, 31, 34, 35, 36, 37, 57

custo 15, 19, 20, 22, 24, 36, 37, 52, 54, 55

D

desenvolvimento 11, 15, 55

E

empreendimento 14, 34, 55

empresa 10, 11, 17, 19, 38, 47, 57

engenharia civil 18, 57

execução 6, 10, 11, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

F

financeira 55

fundação 29, 30, 31, 40, 41, 49, 50, 51, 52

I

industrial 10, 11, 55

M

matéria-prima 38

montagem 11, 25, 34, 46, 48, 55

O

obra 6, 10, 11, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 36, 38, 41, 43, 44, 46, 47, 51, 52, 55

orçamento 22, 46

organização 11, 17, 18, 19, 20

otimização 11, 35, 36

P

planejamento 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 40, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 51, 55

probabilidades 55

processo 6, 10, 11, 13, 14, 16, 31, 36, 38, 53

processos 11, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 32, 38

produção 18

produtivo 19, 38

projeto 10, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 32, 35, 36, 38, 44, 47, 48, 50

protensões 45

Q

qualidade 17, 19, 23, 34, 35, 49

R

redução 33, 35, 36, 55

riscos 10, 24

S

segurança 34, 36, 41, 43, 53, 54

serviço 33, 34, 47

serviços 6, 25, 27, 55

silo 11, 53

silos 6, 10, 11, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55

sucesso 21, 55

T

treinamento 23

V

viabilidade 18



AYA EDITORA
2025