

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR–MG
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
THAÍS ISABELA VIEIRA

**GERENCIAMENTO DE PROJETOS: APLICAÇÃO DA TEORIA DA TRÍPLICE
RESTRIÇÃO NA REENGENHARIA DO SILO DE CLÍNQUER DE UMA INDÚSTRIA
CIMENTEIRA LOCALIZADA NO CENTRO-OESTE MINEIRO**

FORMIGA - MG
2018

THAÍS ISABELA VIEIRA

GERENCIAMENTO DE PROJETOS: APLICAÇÃO DA TEORIA DA TRÍPLICE
RESTRIÇÃO NA REENGENHARIA DO SILO DE CLÍNQUER DE UMA INDÚSTRIA
CIMENTEIRA LOCALIZADA NO CENTRO-OESTE MINEIRO

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Engenharia Civil
do UNIFOR-MG, como requisito parcial
para a obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.
Orientador: Prof. Dr. Paulo José Silva.

FORMIGA - MG

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UNIFOR-MG

V658 Vieira, Thaís Isabela.
Gerenciamento de projetos : aplicação da teoria da tríplice restrição na reengenharia do silo de clínquer de uma indústria cimenteira localizada no centro-oeste mineiro / Thaís Isabela Vieira. - 2018
76 f.

Orientador: Paulo José Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Centro
Universitário de Formiga – UNIFOR-MG, Formiga, 2018.

1. Custo. 2. Escopo. 3. Cronograma. 4. Construção Civil

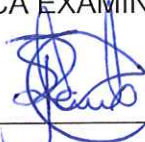
Catálogo elaborado na fonte pela bibliotecária
Aparecida de Fátima Castro Campos – CRB 6-1403

THAÍS ISABELA VIEIRA

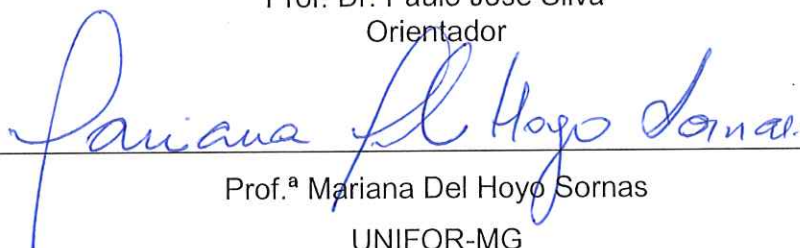
GERENCIAMENTO DE PROJETOS: APLICAÇÃO DA TEORIA DA TRÍPLICE
RESTRIÇÃO NA REENGENHARIA DO SILO DE CLÍNQUER DE UMA INDÚSTRIA
CIMENTEIRA LOCALIZADA NO CENTRO-OESTE MINEIRO

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
do UNIFOR-MG, como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Paulo José Silva
Orientador



Prof.ª Mariana Del Hoyo Sornas
UNIFOR-MG



Paola Fernandes Cunha
Engenheira Civil

Formiga, 30 de outubro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por iluminar o meu caminho durante toda essa trajetória.

Aos professores pelo conhecimento e ensinamentos compartilhados ao longo dos cinco anos de minha graduação.

Ao meu orientador Paulo, pelo suporte, pelas correções, incentivo e empenho no desenvolvimento do meu trabalho.

A minha família, pelo amor e apoio incondicional.

E a todos que direta e indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Atualmente, o tema gestão de projetos têm ganhado destaque na área de construção civil pesada, devido à acirrada concorrência e crescente competitividade. Com o mercado cada vez mais competitivo, demandando um aumento na eficiência dos processos, as empresas buscam cada vez mais manter a qualidade, reduzindo custos e prazos pré-estabelecidos. Neste cenário, diversas ferramentas, metodologias e até instituições organizacionais têm sido desenvolvidas com o propósito de garantir que os projetos sejam bem-sucedidos, alcançando os resultados esperados. O tempo é o recurso fundamental de todos os indicadores, pois o mesmo representa o desempenho do projeto. Sendo assim, se este não for devidamente administrado, poderá acarretar em prejuízos no desempenho total do empreendimento. A perda do prazo previamente definido no início da obra compromete tanto a qualidade do empreendimento bem como a viabilidade econômica, resultando em prejuízos às partes envolvidas. Um eficiente gerenciamento de projeto resulta no aumento da probabilidade de sucesso das atividades e na finalização dessas conforme prazos, custos e escopo planejados, bem como de acordo com a qualidade demandada. Além de propiciar aos líderes de projeto métodos de gestão, sistemas e ferramentas. Este trabalho tem como proposta a aplicação das práticas do gerenciamento de projetos, utilizando a teoria da tríplice restrição, para identificar a viabilidade da troca do método executivo do silo de clínquer de uma indústria cimenteira no centro-oeste mineiro. Foi analisado o escopo, custo e cronograma de implantação de dois métodos executivos, com a finalidade de definir a opção mais viável para a indústria analisada. Executar a superestrutura do silo de clínquer em concreto convencional foi à opção escolhida por ter menor prazo de implantação e ser economicamente mais viável.

Palavras-chave: Custo. Escopo. Cronograma. Construção Civil.

ABSTRACT

Due to fierce competition and growing competitiveness, the topic project management is currently gaining visibility in the heavy construction industry. In an increasingly competitive market that demands more efficient processes, businesses are looking to maintain quality whilst reducing costs and pre-established deadlines. In this scenario, various tools, methodologies and organizational institutions are being developed to ensure the projects are successful and achieve the expected results. Time is a key resource of all indicators, as it represents the project's performance. Therefore, if time is not properly managed, it may result in losses in the total performance of the enterprise. Not meeting the deadline defined at the beginning of the construction, compromises the quality of the enterprise as well as its economical visibility, resulting in losses for all involved parties. An efficient project management increases the probability of success of the activities and the completion of them according to the deadlines, budget and scopes previously planned whilst maintaining the demanded quality. Besides providing management methods, tools and systems to the project's leaders. This assignment proposes the application of the good practices of project management using the triple constraint theory to identify the feasibility of changing the executive method of the clinker silo in a cement fabric in the Midwest of the state of Minas Gerais. The scope, cost and implementation schedule of two executive methods were analyzed, with the aim to define the most feasible option for the fabric analyzed.

Keywords: Costs. Scope. Time Schedule. Civil Construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma FEL.....	21
Figura 2 - Pirâmides do Egito	25
Figura 3 - Ciclo dos grupos de processos	26
Figura 4 - Áreas do conhecimento dentro do gerenciamento de projetos	29
Figura 5 - Teoria da tríplice restrição.....	38
Figura 6 - Formulário de solicitação de mudança.....	41
Figura 7 - Fluxo de gestão de mudança.....	42
Figura 8 - Diagrama de rede	47
Figura 9 - Silo de Estocagem de Clínquer.....	54
Figura 10 - 2ª Linha de produção de clínquer e cimento	61
Figura 11 - Cronograma concreto protendido.....	63
Figura 12 - Cronograma concreto convencional.....	64
Figura 13 - Planilha de quantidades e custos.....	65
Figura 14 - Opção 1 - Projeto geométrico	68
Figura 15 - Opção 2 - Projeto geométrico	69
Figura 16 - Opção 3 - Projeto geométrico	70
Figura 17 - Comparação de custo entre as três opções.....	70
Figura 18 - Principais pontos.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diferença entre melhoria e reengenharia	43
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - As fases de um projeto	19
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnica

ADM - *Arrow Diagramming Method*

COM - *Critical Path Method*

CPM - *Critical Path Method*

EAP - Estrutura Analítica de Projeto

FEL - *Front End Loading*

PDM - *Precedence Diagramming Method*

PERT - *Program Evaluation and Review Technique*

PMBOK - *Project Management Body of Knowledge*

PMI - *Project Management Institute*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo geral	15
2.2	Objetivos específicos.....	15
3	JUSTIFICATIVA.....	16
4	PERFORMANCE DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	17
4.1	O que é um projeto.....	17
4.2	Ciclo de vida de um projeto.....	18
4.2.1	Metodologia FEL – <i>Front-End Loading</i>	20
4.3	Sucesso em projeto	21
5	GERENCIAMENTO DE PROJETOS	24
5.1	Grupos de processo.....	25
5.2	Áreas de conhecimento	28
5.2.1	Gerenciamento da integração	30
5.2.2	Gerenciamento do escopo	31
5.2.3	Gerenciamento do cronograma	31
5.2.4	Gerenciamento de custos.....	32
5.2.5	Gerenciamento da qualidade	33
5.2.6	Gerenciamento de recursos	34
5.2.7	Gerenciamento da comunicação	34
5.2.8	Gerenciamento de riscos.....	35
5.2.9	Gerenciamento de aquisições.....	36
5.2.10	Gerenciamento das partes interessadas.....	37
5.3	Tríplice restrição	37
6	GESTÃO DE MUDANÇA (REENGENHARIA)	39
7	GANNT, PERT/CPM	45
8	GERENCIAMENTO DO CRONOGRAMA E SUAS INTERFACES COM AS DEMAIS ÁREAS	49
8.1	Tempo vs. escopo	49
8.2	Tempo vs. custo	50
8.4	Tempo vs. aquisições	51
9	PRODUÇÃO DE CIMENTO	52

10	SILO DE ESTOCAGEM DE CLÍNQUER	54
11	MÉTODOS EXECUTIVOS DE CONCRETO	56
11.1	Concreto convencional.....	56
11.2	Concreto protendido	56
12	METODOLOGIA	57
13	RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
13.1	Descrição da indústria cimenteira analisada.....	59
13.2	Análise do escopo.....	61
13.2.1	Concreto protendido	61
13.2.2	Concreto convencional.....	62
13.3	Análise do prazo de implantação.....	62
13.4	Análise dos custos de implantação.....	65
13.5	Alteração do método executivo	66
13.6	Análise projeto geométrico	67
14	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
	REFERÊNCIAS.....	75

1 INTRODUÇÃO

O mercado de trabalho está cada dia mais competitivo, as organizações precisam buscar sempre estruturas que auxiliem no desempenho de suas estratégias e assim se manter à frente no âmbito competitivo. Grandes investimentos são feitos para atender as metas estratégicas, estabelecidas para desenvolver um determinado projeto, ter um gerenciamento eficaz destes investimentos e metas, é de extrema importância para que todos os objetivos sejam alcançados da melhor maneira possível, evitando prejuízos.

O controle da evolução de um projeto, com monitoramento contínuo durante toda sua trajetória, averiguando a quantidade já desenvolvida e o tempo gasto na execução, comparando com a quantidade ainda a realizar e o prazo restante para concluir, permite identificar os desvios negativos, sendo possível então tomada de decisões corretivas, quando necessárias, em relação ao que foi previamente planejado.

Metodologias de gerenciamento, planejamento e controle são aplicadas à diversas áreas, porém no universo da construção civil industrial, estes métodos ganham ênfase, uma vez que neste tipo de obra, há várias fases, atividades e funções sendo desempenhadas ao mesmo tempo.

Devido ao número elevado de variáveis envolvidas em uma obra de construção civil pesada, há dificuldades em prever e controlar os possíveis problemas que possam causar atrasos, e conseqüentemente prejuízos financeiros. Entretanto, agindo de forma preventiva na identificação das causas e conseqüências, é possível planejar as medidas mitigatórias, a fim de evitar atrasos e prejuízos financeiros.

O Gerenciamento de Projetos tem sido substancialmente utilizado em obras de grande porte, demonstrando que a utilização dos conhecimentos, ferramentas, habilidades e técnicas, quando aplicados adequadamente, podem impactar, de forma significativa, no sucesso de um projeto.

Com o aumento da competitividade, está se tornando cada vez mais evidente, a importância de ter projetos bem planejados e bem executados. Normalmente quando um projeto é solicitado, o mesmo já nasce com restrições bastante rígidas de tempo custo e qualidade, com isso se faz necessário ter um bom gerenciamento, justamente para garantir que o projeto alcance todas essas expectativas dentro de

todas as restrições estabelecidas.

Sendo assim, o tema Gerenciamento de Projetos tem como objetivo facilitar a organização e controle de todas as fases e processos de viabilidade, elaboração, planejamento, implantação e entrega final de um projeto. Sempre dentro do prazo e orçamento previamente estabelecidos, e com a qualidade esperada pelo cliente final. Pode-se afirmar que as técnicas utilizadas por gestores de projetos têm o objetivo de mitigar o máximo de riscos possíveis para se obter o sucesso do empreendimento.

2 OBJETIVOS

Este item tem a finalidade de mostrar quais são os objetivos do trabalho, sendo eles objetivo geral e objetivos específicos, conforme listados a seguir.

2.1 Objetivo geral

Avaliar a aplicabilidade da teoria da tríplice restrição, do gerenciamento de projetos, na construção civil industrial, com foco na execução da superestrutura de um silo clínquer, em uma indústria cimenteira no centro-oeste mineiro.

2.2 Objetivos específicos

A fim de alcançar o objetivo geral, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a viabilidade da troca do método construtivo de concreto protendido para concreto convencional da superestrutura de um silo de clínquer, com base na teoria da tríplice restrição;
- Escolher uma, entre três opções de projeto geométrico, com base em análises de custo e capacidade útil de estocagem;
- Justificar a opção geométrica escolhida apontando vantagens e pontos de atenção.

3 JUSTIFICATIVA

O setor de construção civil ocupa um papel de extrema importância para a economia do país, obras de construção, de pequeno, médio e grande porte é o setor na economia brasileira que mais emprega.

Com o aumento do nível de competitividade no mercado, construtoras do ramo de construção civil concentram cada vez mais esforços para oferecer serviços e produtos com qualidade, baixo custo e prazos menores. Para isso, é necessário aperfeiçoar as técnicas e estratégias de gestão, visando o aumento do desempenho e produtividade, e a diminuição dos atrasos e custos.

Devido às inúmeras variáveis existente em uma obra, seja de pequeno ou grande porte, existe uma grande dificuldade em gerenciar todos os problemas que possam acarretar em atrasos ou aumento nos custos de um empreendimento. Entretanto, com a utilização das boas práticas do gerenciamento de projetos, aliado a ações preventivas e proativas na identificação das causas e consequências, contribuindo com medidas mitigatórias, podem melhorar a gestão, produtividade e desempenho da empresa.

A relação entre custo, escopo e cronograma, alinhado a qualidade do produto final, devem ser bem analisados e mantidos como foco principal de um empreendimento, tendo em vista que as consequências do não cumprimento das responsabilidades envolvendo estes três pilares podem acarretar no fracasso do projeto.

Pela importância que este tema representa para o setor da construção civil justifica-se a escolha do tema e a elaboração deste trabalho, que tem por objetivo mostrar a importância do gerenciamento de projetos na reengenharia do silo de clínquer de uma indústria cimenteira localizada no centro-oeste mineiro.

4 PERFORMANCE DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

4.1 O que é um projeto

Projeto é um empreendimento colaborativo, frequentemente envolvendo pesquisas, estudos, que são cuidadosamente planejados para alcançar um objetivo.

De acordo com o PMI - *Project Management Institute* (2017 p. 5), define como Projeto “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A sua condição temporária indica que nele há um início, meio e término definidos.”¹

Já Kerzner (2006) define projetos como sendo uma ação com objetivos bem traçados, que necessitam de recursos e atua sob pressões de qualidade, prazos e custo.²

Um projeto é uma organização de pessoas dedicadas que visam atingir um propósito e objetivo específico. Projetos geralmente envolvem gastos, ações ou empreendimentos únicos de altos riscos e devem ser completados numa certa data por um montante de dinheiro, dentro de uma expectativa de desempenho. No mínimo, todos os projetos necessitam ter seus objetivos bem definidos e recursos suficientes para poderem desenvolver as tarefas requeridas. (TUMAN, 1983 apud CARVALHO; RABECHINI JUNIOR, 2011, p. 21).³

A Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR ISO 10006 (2006), apresenta Projetos como sendo processos singulares que possuem atividades controladas visando alcançar um único objetivo, superando os obstáculos, como tempo, custos e recursos.⁴

Segundo Boutinet (2002), que diz que projetos são sugestões de transformação, seja para resolver problemas existentes, para aproveitar oportunidades correntes ou por previsão de demandas futuras.⁵

Em projetos podem ser envolvidos apenas uma pessoa ou um grupo de

¹ PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos:** guia PMBOK. 6. ed. [S.l.]: FSC, 2017.

² KERZNER, H. **Gestão de projetos:** as melhores práticas. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

³ TUMAN, G. J. Development and implementation of effective project management information and control systems. **Project management handbook**, p. 495-532, 1983.

⁴ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 10006: Gestão da qualidade: diretrizes para a qualidade no gerenciamento de projetos. Rio de Janeiro, 2006.

⁵ BOUTINET, J. P. **Antropologia do projeto.** Porto Alegre: ArtMed, 2002.

pessoas, e pode requerer desde algumas horas ou até mesmo anos para ser executado.

Em uma simplória analogia a um carro, que precisa ter todas as suas funcionalidades em perfeitas condições de operação para ter seu uso bem-sucedido, é possível afirmar que para o sucesso de um projeto todas as partes envolvidas precisam ser interligadas, com o objetivo de alcançar os escopos determinados no início do empreendimento, visando o cumprimento dos prazos e escopos, atrelado à qualidade.

Seguindo essa linha de raciocínio Vargas (2009), define projeto como uma ação não repetitiva, classificado por uma sequência objetiva e lógica de acontecimentos, com início, meio e fim, que tem por finalidade atingir um objetivo definido no início do empreendimento, sendo administrado por pessoas dentro de circunstâncias predefinidas de tempo, custo, escopo e qualidade.⁶

4.2 Ciclo de vida de um projeto

Projetos são compostos por uma série de ações, denominadas atividades. Normalmente, as atividades de um projeto são agrupadas em fases que, em conjunto, dão origem ao que chamamos de ciclo de vida. O ciclo de vida varia de organização para organização, de acordo com cada particularidade na aplicação dos projetos. (SILVA NETO, 2011).⁷

O ciclo de vida de um projeto consiste em fases, que em sua maioria são sequenciais, mas as vezes se sobrepõem. O nome e número de fases são determinados pelas necessidades e a finalidades do projeto.

O PMI (2017) afirma que há três tipos básicos de relações entre fases de projetos:

- Uma relação sequencial, em que uma fase só poderá iniciar depois que a anterior terminar;
- Uma relação sobreposta, em que a fase tem início antes do término da anterior;

⁶ VARGAS, R. **Gerenciamento de projetos**: estabelecendo diferenciais competitivos. 7. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

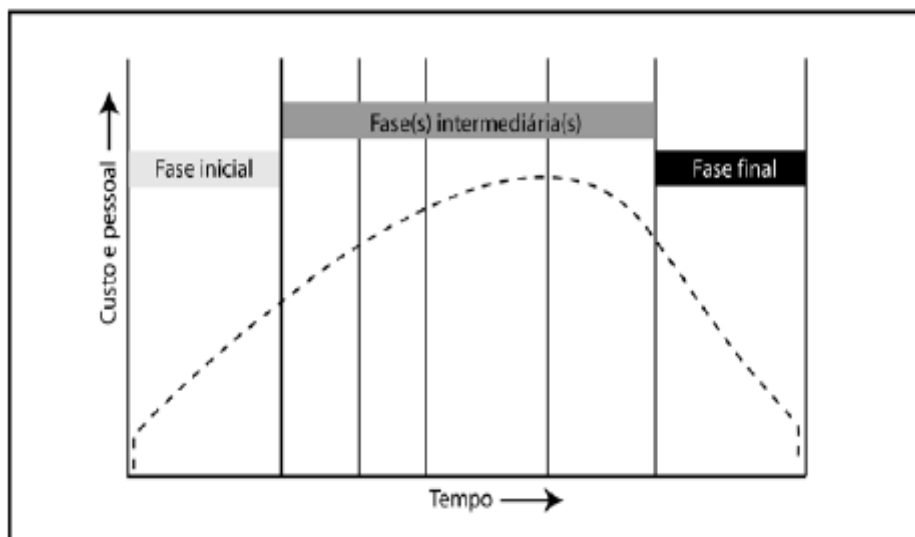
⁷ SILVA NETO, J. C. A. **Avaliação de maturidade no gerenciamento de projetos em uma empresa de mineração em Minas Gerais**. 2011. 105 p. Dissertação (Mestrado em Administração Estratégica) - Faculdade de Ciências Empresariais da Universidade FUMEC, Belo Horizonte, 2011.

- Uma relação interativa, em que apenas uma fase está planejada e o planejamento da próxima é feito à medida que o trabalho avança na fase atual e nas entregas.

O PMI (2017) afirma ainda que em projetos de várias fases, é possível ocorrer mais de uma relação durante o ciclo de vida do projeto. Ou seja, todas as três relações podem acontecer durante as diferentes fases de um único projeto.

Ao longo de seu ciclo de vida, os projetos apresentam riscos e custos envolvidos que podem variar de acordo com a fase em que se encontram. Inicialmente, os custos tendem a ser baixos, apresentam pico durante a execução e diminuem no encerramento das atividades. O GRAF. 1 demonstra as fases de um projeto que independem do tempo e custo de execução do mesmo.

Gráfico 1 - As fases de um projeto



Fonte: PMI - Project Management Institute (2017).

Segundo PMI (2017) as fases são divididas em: fase inicial, fase intermediária e fase final. Existem ainda as subfases que são mais detalhadas e auxiliam melhor as ações a serem tomadas pela equipe de projetos, durante cada fase:

Fase Inicial

- Viabilidade: Análise de viabilidade, formulação do anteprojeto;
- Planejamento e desenho: projeto básico, custo, cronograma, termos e condições contratuais.

Fase Intermediária

- Construção: fabricação, entrega de obras civis, instalação e teste.

Fase Final

Entrega: *Checklist*, teste final, aceite técnico das partes interessadas

4.2.1 Metodologia FEL – *Front-End Loading*

Empresas que atuam no ramo da construção civil pesada, precisam maximizar a performance dos seus projetos, principalmente em questões relacionadas a prazo, custo e qualidade, por isso métodos e ferramentas que melhorem a fase de concepção e planejamento dos empreendimentos, têm ganhado maior destaque nos projetos de grande porte.

Neste sentido o *Front-End Loading* (FEL), é uma metodologia frequentemente utilizada para avaliar o grau de maturidade e a viabilidade de dar continuidade à um empreendimento, com essa metodologia é possível avaliar os riscos e incertezas de cada fase.

De acordo com Rutkowski (2009), a metodologia FEL é uma importante ferramenta no gerenciamento de um projeto de grande investimento, que estrutura as fases de desenvolvimento do projeto, estabelecendo os critérios para execução de cada etapa, dá suporte técnico à equipe, aprimorando o custo e a qualidade do projeto. Essa metodologia permite à empresa desenvolver uma definição detalhada do escopo do projeto, aliando-o plenamente ao objetivo do negócio.⁸

Assim, Merrow (2011) explica que a Metodologia FEL divide a etapa de Concepção do projeto em três fases, que possuem objetivos distintos, porém sequenciais e totalmente interdependentes (FEL 1, FEL 2 e FEL 3).⁹

As fases do FEL têm como finalidade assegurar, além do progresso conforme o planejamento, que o escopo e o objetivo do projeto se mantenham alinhados com a estratégia do negócio.

- FEL 1: Análise do Negócio.
- FEL 2: Seleção da Alternativa.

⁸ RUTKOWSKI, Estanislau Simon. Front-End Loading: aplicação do processo 'Front-End Loading (FEL)' no gerenciamento de projetos. **TechHoje**, 22 mar. 2018. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/682>. Acesso em: 21 jul. 2018.

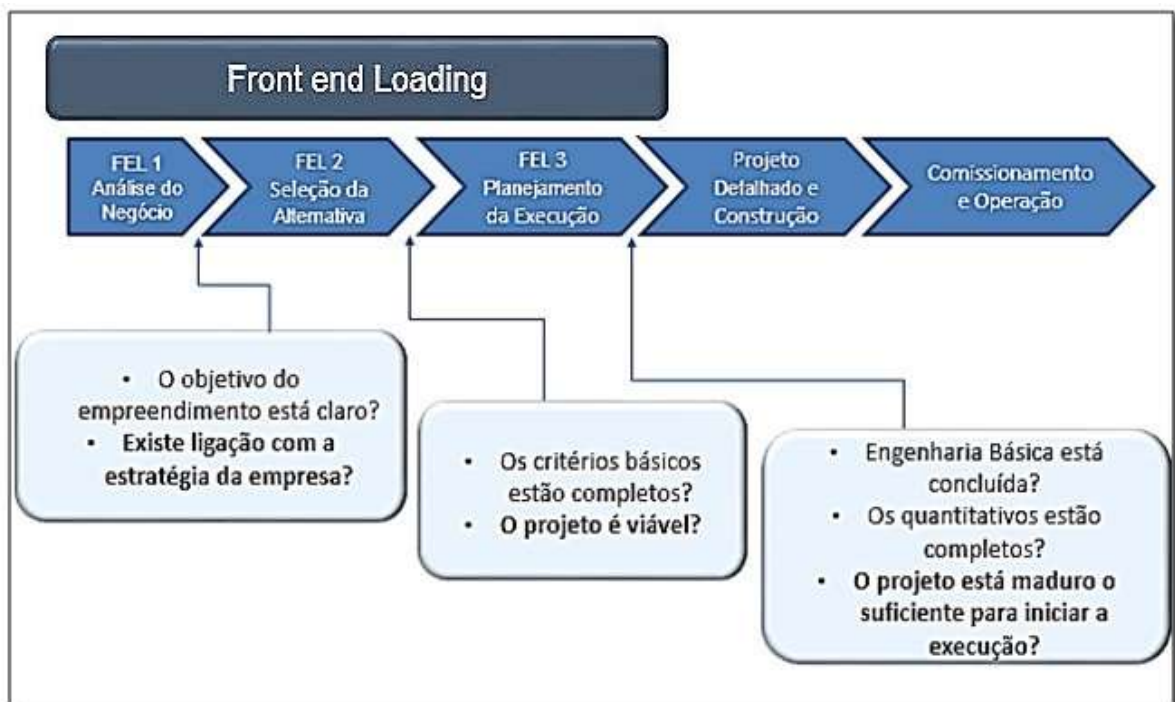
⁹ MERROW, E. W. **Industrial megaprojects-concepts, strategies and practices for success**. New Jersey: Wiley, 2011.

- FEL 3: Planejamento da Construção.

Ainda segundo Merrow (2011), ao final de cada uma dessas fases são estabelecidos portões (ou *Gates*), momento onde é feito uma análise crítica do projeto e as definições, premissas e restrições são consideradas para decisão quanto ao prosseguimento ou não à fase seguinte.

A FIG. 1 demonstra os critérios básicos necessários para passar pelos *gates* e avançar à próxima etapa.

Figura 1 - Fluxograma FEL



Fonte: O autor (2018).

A etapa seguinte ao último portão FEL, é a de execução, que tem início com a elaboração da Engenharia detalhada, seguida da Construção (Obras Civas e Montagem Eletromecânica) e Comissionamento.

4.3 Sucesso em projeto

O sucesso em projetos é um termo subjetivo, pois segundo Carvalho e Rabechini Junior (2011, p. 37), "o sucesso em projetos depende muito do ponto de

vista de quem analisa.”¹⁰

Frequentemente, preocupações quanto ao custo, prazo e qualidade são utilizadas como critérios para definir o sucesso de um projeto.

Neste contexto Kerzner (2006), define o sucesso de um projeto como sendo relacionado a fatores como, atendimento ao orçamento, cumprimento da programação, concretização da qualidade e cumprimento do processo de controle de mudança.

Sendo assim, um projeto que não se distancie muito do orçamento planejado, cumpra o cronograma inicial e faça suas entregas de acordo com a descrição do escopo, é considerado um projeto de sucesso.

No entanto, nos dias de hoje, a implantação bem-sucedida de um projeto não está ligada apenas ao constrangimento triplo. Houve uma época onde apenas o cumprimento do prazo, do orçamento e escopo eram definições de um projeto bem-sucedido. Hoje em dia, a satisfação do cliente se tornou primordial para alcançar o sucesso em um projeto. (MEREDITH; MANTEL, 2003).¹¹

Ou seja, um projeto é considerado um sucesso se as partes interessadas estiverem satisfeitas com o produto ou serviço entregue, mesmo que tenha sido entregue dentro do prazo e custo.

De acordo com o estudo do PMI - *Project Management Institute Pulse of the Profession* do ano de 2013, uma das principais causas pelas falhas do projeto é o mau gerenciamento de requisitos. Um projeto sem um bom levantamento de requisitos está sujeito a não atingir os objetivos das partes interessadas.

Gerenciamento de requisitos trata-se de um modelo metódico para: identificar, organizar e documentar os requisitos do escopo de um empreendimento, estabelecer e manter acordo entre as partes interessadas e a equipe do projeto nos requisitos variáveis do empreendimento. (FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DO PARANÁ-FUNPAR, [201-]).¹²

O PMI (2017) explica que a mudança dos requisitos ou objetivos do projeto pode criar riscos adicionais quanto ao sucesso de um empreendimento. A equipe do

¹⁰ CARVALHO, Marly Monteiro; RABECHINI JUNIOR, Roque. **Fundamentos em gestão de projetos**: construindo competências para gerenciar projetos. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

¹¹ MEREDITH, J. R.; MANTEL, S. J. **Administração de projetos**: uma abordagem gerencial. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

¹² FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DO PARANÁ-FUNPAR. Conceitos: gerenciamento de requisitos. [201-]. Disponível em: <http://www.funpar.ufpr.br:8080/rup/process/workflow/requirem/co_rm.htm>. Acesso em: 28 mar. 2018.

projeto precisa ser capacitada para avaliar e equilibrar as demandas e sempre manter uma comunicação proativa com as partes interessadas a fim de entregar um projeto bem-sucedido.

5 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O gerenciamento de projetos é a arte de coordenar atividades, com o objetivo de alcançar as expectativas das partes envolvidas no projeto. (PMI, 2017).

Ou seja, é a organização, planejamento, monitoramento e controle de todos os aspectos de um projeto com a finalidade de atingir os objetivos de forma segura e atendendo aos critérios estabelecidos de tempo, custo e desempenho. (ICB – IMPA, 1999).¹³

Já Duncan (1996), explica o gerenciamento de projetos como sendo a aplicação de conhecimento, habilidades e técnicas específicas para realizar atividades únicas de um projeto, a fim de atingir os objetivos do mesmo, bem como as necessidades e expectativas das partes interessadas.¹⁴

Entretanto, o mais interessante do gerenciamento de projetos, de acordo Vargas (2000), é que não há nenhuma novidade científica, mas sim um rearranjo bem estruturado e lógico dos processos e técnicas já existentes, com o objetivo de atender com maior eficácia eventos complexos e dinâmicos.¹⁵

E embora o tema gerenciamento de projetos seja relativamente recente, o conceito de gerenciamento de projetos é mais antigo do que parece, estudos nos mostram que este tema tem sido estudado há muitos anos, e com todo o conhecimento acumulado foi possível ter seu desenvolvimento com precisão.

Obras de engenharia grandiosas, executadas com amplo planejamento e intenso trabalho em equipe, como a Grande Muralha da China, o *Pantheon* em Atenas, o Coliseu em Roma, e a construção das pirâmides no Egito (FIG. 2), foram grandes esforços de gerenciamento de projetos. (VALLE et al., 2010).¹⁶

¹³ ICB – IMPA. **Competence Baseline**. International Project Management Association, 1999.

¹⁴ DUNCAN, William R. **A guide to the project management body of knowledge**. [S.l]: [s.n.], 1996.

¹⁵ VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Brasport, 2000.

¹⁶ VALLE, A. B. et al. **Fundamentos do gerenciamento de projetos**. 2. ed. [S.l]: [s.n.], 2010.

Figura 2 - Pirâmides do Egito



Fonte: Santana ([20--]).¹⁷

Em 1969 foi fundado nos Estados Unidos, o PMI – *Project Management Institute*, uma organização sem fins lucrativos, com o objetivo de fomentar o gerenciamento de projetos, promovendo avanços de suas técnicas. (PRADO, 2003).¹⁸

Segundo Melo (2010), o PMI é líder global no desenvolvimento de padrões para a prática do gerenciamento de projetos, e atualmente possui mais de 250.000 associados em 170 países. Com o grande volume de projetos e as mudanças no cenário mundial, cada vez mais competitivo, o gerenciamento de projetos, vem se fortalecendo cada vez mais.¹⁹

5.1 Grupos de processo

De acordo com o PMI (2017), são agregados ao gerenciamento de projetos

¹⁷ SANTANA, Miriam Ilza. Pirâmides do Egito. **Info Escola**: navegando e aprendendo. [20--].

Disponível em: <<https://www.infoescola.com/historia/piramides-do-egito/>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

¹⁸ PRADO, D. **Gerenciamento de projetos nas organizações**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2003.

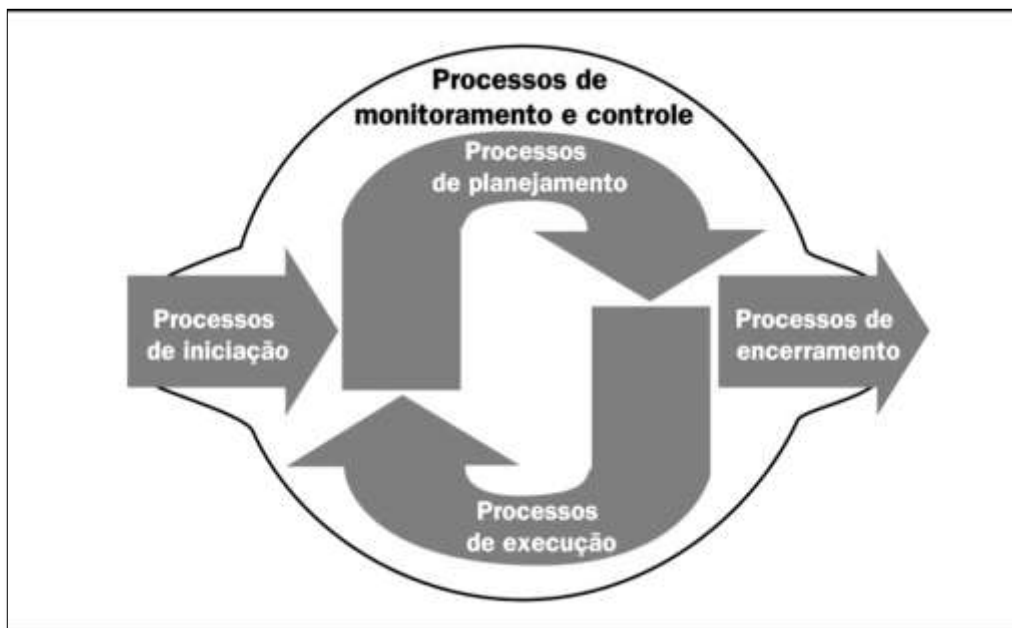
¹⁹ MELO, Maury. **Gerenciamento de projetos para a construção civil**. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

cinco grupos, definidos como os grupos de processos, que descrevem, organizam e completam o trabalho do projeto, e são fundamentais para a gestão eficaz do empreendimento:

- Iniciação;
- Planejamento;
- Execução;
- Monitoramento e Controle;
- Encerramento.

A FIG. 3 demonstra o ciclo referente aos grupos de processos que acontecem em projeto que se utiliza a metodologia do gerenciamento de projetos, independente do custo ou prazo do empreendimento.

Figura 3 - Ciclo dos grupos de processos



Fonte: PMI (2017).

- Iniciação

O principal objetivo do processo de iniciação é aprovar ou não o projeto. É o processo para formalizar a existência do projeto, definir claramente os objetivos e o escopo inicial. (VALLE et al., 2010).

Nessa fase é analisada a viabilidade econômica e estratégica da implantação desse novo projeto. (MELO, 2010). Caso o projeto seja subdividido em diversas

fases, cada uma delas deve passar pelo processo de iniciação. (HELDMAN, 2006).²⁰

Para o PMI (2017, p. 54) o principal objetivo desse processo é “alinhar as expectativas das partes interessadas com o objetivo do projeto.”

- Planejamento

Segundo Valle (2010, p. 77), este “processo determinará, com melhor grau de precisão, o que deve ser feito. Essas definições são registradas em uma linha de base, que é o plano contra o qual os resultados serão conferidos.”

O PMI (2017) explica que este processo tem o propósito de definir o escopo detalhado do projeto, refinar os objetivos e desenvolver o curso de ação necessário para atingir os objetivos propostos para o empreendimento.

Segundo Sabbag (2009), o planejamento tem o objetivo de avaliar fins e meios para a implementação do projeto, representando a solução para a execução com maior chance de êxito.²¹

De acordo com Melo (2010) é nessa fase que é desenvolvido o cronograma executivo da obra, definindo a equipe e suas responsabilidades, e também é avaliado os custos e riscos do projeto até sua conclusão.

- Execução

É o processo responsável pela execução dos trabalhos definidos durante o planejamento, de forma a atender os requisitos do projeto, executando as atividades planejadas com qualidade, garantindo que o projeto seja bem-sucedido. (VALLE et al., 2010).

Segundo Heldman (2006), este é o processo que concentra a maior parte do tempo e dos recursos do projeto, fazendo com que os custos sejam mais altos durante essa fase.

O PMI (2017) explica que durante essa fase, pode haver a necessidade de mudanças de planejamento ou redefinições para alcançar o objetivo do projeto.

- Monitoramento e controle

Essa fase acontece paralelamente à fase de execução do projeto. O processo consiste em verificar se o escopo do projeto está sendo atingido, através de monitoração do progresso físico da obra, é feita a verificação da existência de variações em relação ao que foi planejado.

²⁰ HELDMAN, K. **Gerência de projetos**: guia para o exame oficial do PMI. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

²¹ SABBAG, Paulo Yazigi. **Gerenciamento de projetos e empreendedorismo**. São Paulo: Editora Saraiva, 2017.

Nessa linha de raciocínio, Valle (2010, p. 77), explica que durante o monitoramento e controle é feito a “conferência dos resultados da execução com a linha de base definida durante o processo de planejamento. No caso de desvios, ações corretivas devem ser tomadas.”

O PMI (2017) ressalta que o maior benefício dessa fase é que é possível monitorar como o projeto tem sido realizado, identificando as variações e notificando as alterações necessárias. Com este controle de mudanças e ações preventivas, é possível mitigar possíveis problemas.

- Encerramento

É o processo onde é encerrado formalmente o projeto ou a fase.

De acordo com Valle (2010), a formalização do encerramento consiste em obter o aceite técnico dos resultados, encerrar oficialmente os contratos e desmobilizar a equipe.

Para PMI (2017), durante a fase de encerramento pode ocorrer atividades como elaboração de revisão pós-projeto ou de final de fase (*As built*), registro de lições aprendidas, arquivamento de todos os documentos para serem usados como dados históricos, entre outros.

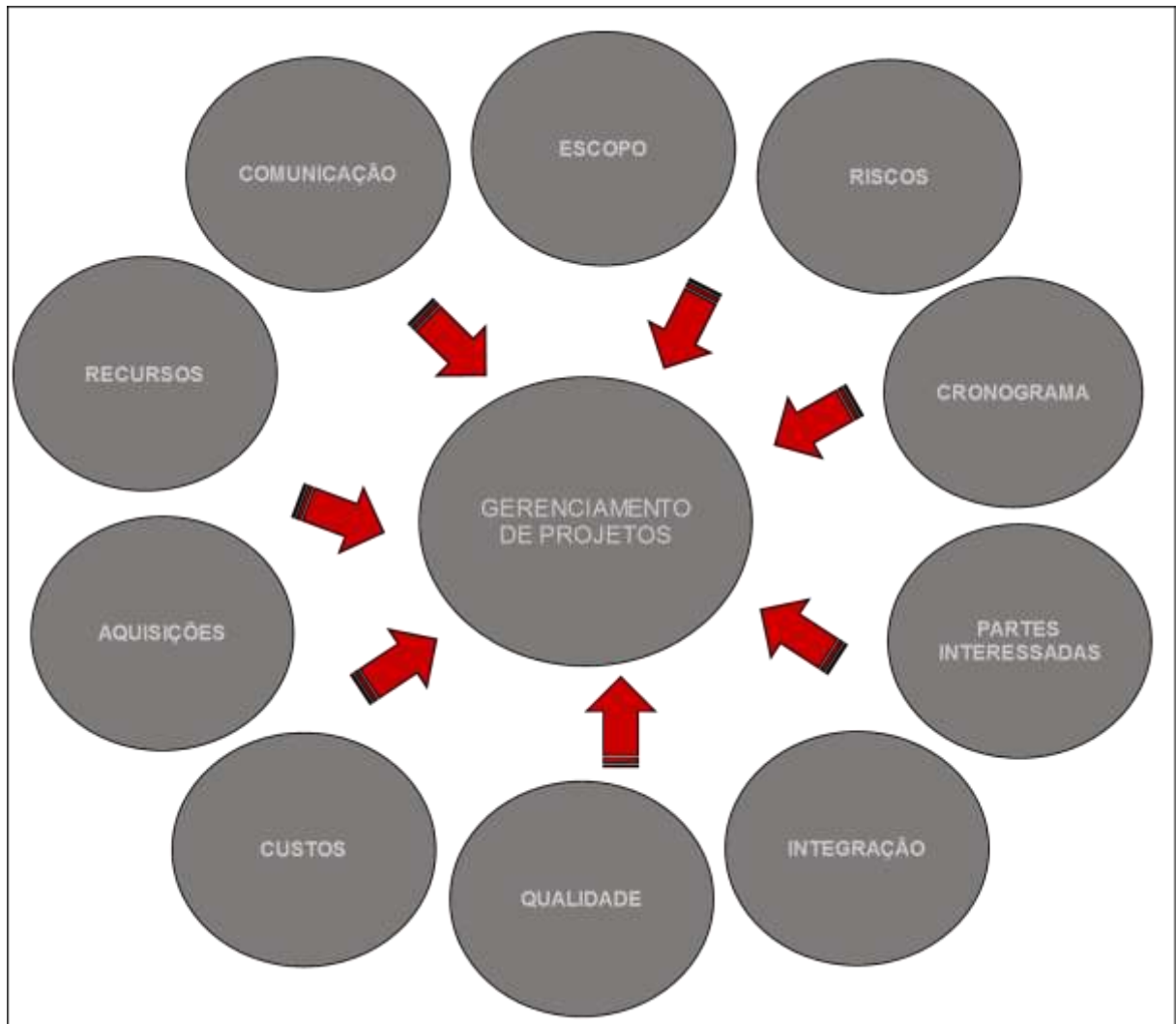
O PMI - *Project Management Institute* (2009, p. 39) ressalta que “os gerentes de projetos e suas equipes devem abordar com cuidado cada processo e as entradas e saídas que o constituem.”²² Uma vez que cada processo está entrelaçado com os demais e devem estar alinhados para facilitar a coordenação.

5.2 Áreas de conhecimento

Além dos grupos de processos, existem dez áreas de conhecimento dentro do universo de gerenciamento de projetos, conforme mostra a FIG. 4.

²² PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos: guia PMBOK**. 4. ed. [S.l.]: FSC, 2009.

Figura 4 - Áreas do conhecimento dentro do gerenciamento de projetos



Fonte: O autor (2018).

O conjunto de áreas de conhecimento do gerenciamento de projetos propõe práticas e princípios que devem ser utilizados para gerenciar o projeto, e interagem entre si durante a realização do empreendimento. (SOTILLE et al., 2010).²³

A seguir serão apresentadas as áreas de conhecimento e seus processos.

²³ SOTILLE, Mauro A. et al. **Gerenciamento do escopo em projetos**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010.

5.2.1 Gerenciamento da integração

O gerenciamento da integração abrange os processos e atividades para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os vários processos e atividades dentro dos grupos de processos de gerenciamento do projeto. (SOTILLE et al., 2010).

De acordo com o PMI (2017) seguem abaixo os processos referentes ao gerenciamento de integração de projetos:

- **Desenvolver o termo de abertura do projeto**

É processo de desenvolver um documento que formaliza um projeto ou uma fase, documentando seus requisitos iniciais, e dá ao gerente a autoridade para definir os recursos organizacionais de acordo com as atividades do projeto.

- **Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto**

Desenvolvimento da documentação das ações necessárias para definir e coordenar todos os planos auxiliares e integrá-los à um plano de gerenciamento abrangente.

- **Orientar e gerenciar o trabalho do projeto**

Processo de liderar e realizar as atividades definidas no plano de gerenciamento, e a implementação das mudanças aprovadas para obter os objetivos do projeto.

- **Monitorar e controlar o trabalho do projeto**

Acompanhamento e revisão do progresso do projeto, para atendimento aos objetivos de desempenhos definidos no plano de gerenciamento.

- **Realizar o controle integrado de mudanças**

Processo para revisão, aprovação e gestão das solicitações de mudança nas entregas, documentos do projeto e no plano de gerenciamento do projeto, e comunicar a decisão sobre os mesmos.

- **Encerrar o projeto ou fase**

Processo de finalização das atividades para formalizar o término do projeto ou uma fase.

5.2.2 Gerenciamento do escopo

A área de conhecimento do gerenciamento do escopo é aquela que trata principalmente, da definição e controle do que está e o que não está incluído no projeto, ou seja, é a fundamentação do planejamento do projeto. (SOTILLE et al., 2010).

De acordo com o PMI (2017) seguem os processos referentes ao gerenciamento de escopo de projetos:

- **Planejar o gerenciamento do escopo**

É o processo de criar um plano de gerenciamento que documenta como o escopo será definido, validado e controlado.

- **Coletar os requisitos**

Processo para determinar, documentar e gerenciar as necessidades e requisitos das partes interessadas, com a finalidade de atender os objetivos do projeto.

- **Definir o escopo**

É o processo para desenvolver a descrição detalhada do projeto e do produto.

- **Criar a EAP (Estrutura analítica de projeto)**

Processo de subdivisão das entregas do projeto em partes menores e mais facilmente gerenciáveis.

- **Validar o escopo**

É o processo para formalizar a aceitação das entregas concluídas do projeto.

- **Controlar o escopo**

Processo para monitorar o andamento do escopo do projeto, além de gerenciar as mudanças feitas na linha de base do escopo.

5.2.3 Gerenciamento do cronograma

O gerenciamento do cronograma vai desde a definição das atividades, sequenciamento, definição de recursos por atividade, estimativa de duração até o controle do cronograma, a fim de se ter um término pontual do projeto. (BARCAUI et al., 2013).²⁴

²⁴ BARCAUI, A. B. et al. **Gerenciamento do tempo em projetos**. 4. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2013.

De acordo com o PMI (2017) seguem os processos referentes ao gerenciamento do cronograma:

- **Planejar o gerenciamento do cronograma**

É o processo para estabelecer as políticas, procedimentos e documentação para o planejamento, desenvolvimento, gerenciamento, execução e controle do cronograma.

- **Definir as atividades**

Processo para identificar e documentar as ações necessárias para produzir as entregas do projeto.

- **Sequenciar as atividades**

Processo para identificar e documentar as relações entre as atividades do projeto.

- **Estimar as durações das atividades**

Processo de estimativa do número de períodos de trabalho necessários para concluir determinada atividade com os recursos estimados.

- **Desenvolver o cronograma**

Processo de análise das sequencias das atividades, suas durações, recursos necessários e restrições a fim de criar o modelo do cronograma do projeto.

- **Controlar o cronograma**

É o processo de monitorar o andamento das atividades do projeto, atualizar o progresso e gerenciar as mudanças feitas na linha de base do cronograma para realizar o planejado.

5.2.4 Gerenciamento de custos

O gerenciamento de custos inclui o planejamento, estimativa, orçamento e controle dos custos do projeto, a fim de alcançar os objetivos do empreendimento dentro do orçamento aprovado. (BARBOSA et al., 2014).²⁵

De acordo com o PMI (2017) seguem os processos referentes ao gerenciamento do cronograma:

- **Planejar o gerenciamento dos custos**

²⁵ BARBOSA, C. et al. **Gerenciamento de custos em projetos**. 5. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014.

É o processo para estabelecer as políticas, procedimentos e a documentação para o planejamento, gerenciamento e controle dos custos do projeto.

- **Estimar os custos**

Processo para desenvolver estimativa de custo dos recursos monetários necessários para concluir as atividades do projeto.

- **Determinar o orçamento**

Processo para agregar os custos estimados de atividades individuais ou pacotes de trabalho, para estabelecer uma linha de base dos custos.

- **Controlar os custos**

Processo para monitorar o andamento do projeto a fim de atualizar o orçamento e gerenciar as mudanças feitas na linha de base dos custos.

5.2.5 Gerenciamento da qualidade

O gerenciamento da qualidade é implementado através da política, procedimentos e processos de planejamento, garantia e controle da qualidade, com atividades de melhoria contínua dos processos conduzidos durante todo o ciclo de vida do projeto. (MELO, 2010).

De acordo com o PMI (2017) seguem abaixo os processos referentes ao gerenciamento da qualidade:

- **Planejar o gerenciamento da qualidade**

É o processo para identificar os requisitos e/ou padrões de qualidade do projeto e suas entregas, bem como documentar como o projeto demonstrará conformidade com os padrões.

- **Realizar a garantia da qualidade**

Processo de auditoria dos requisitos de qualidade e das medições de controle de qualidade, de forma a garantir que sejam utilizados os padrões de qualidade e definições operacionais apropriados.

- **Realizar o controle da qualidade**

Processo para monitorar e registrar os resultados de execução das atividades de qualidade, a fim de avaliar o desempenho e indicar mudanças necessárias.

5.2.6 Gerenciamento de recursos

A área de conhecimento do gerenciamento dos recursos segundo o (PMI 2017), são os processos para identificar, adquirir e gerenciar os recursos necessários para a execução do projeto. Com esses processos é possível garantir que os recursos necessários estarão disponíveis para a equipe no momento certo.

Ainda de acordo com o PMI (2017), seguem os processos referentes ao gerenciamento de recursos:

- **Planejar o gerenciamento dos recursos**

É o processo para definição de como estimar, adquirir, gerenciar e utilizar os recursos físicos e de equipe.

- **Estimar os recursos das atividades**

O processo para estimar recursos da equipe, o tipo e as quantidades de materiais e equipamentos necessários para realizar as atividades.

- **Adquirir recursos**

É o processo para obter recursos humanos, instalações, equipamentos, materiais e outros recursos necessários para executar as atividades do projeto.

- **Desenvolver a equipe**

O processo para melhorar as competências, criar a interação da equipe e do ambiente geral para aprimorar o desempenho do projeto.

- **Gerenciar a equipe**

É o processo de acompanhamento do desempenho dos membros da equipe, fornecer feedback, resolver problemas e gerenciar mudanças afim de otimizar o desempenho do projeto.

- **Controlar os recursos**

Processo para garantir que os recursos físicos atribuídos ao projeto estejam disponíveis conforme planejado, bem como monitorar o uso planejado versus o uso real de recursos, e executar ações corretivas, conforme necessário.

5.2.7 Gerenciamento da comunicação

O gerenciamento da comunicação é a área de conhecimento que aplica os processos necessários para garantir geração, coleta, distribuição, armazenamento,

recuperação e destinação final das informações do projeto, de forma precisa e adequada. (CHAVES et al., 2014).²⁶

De acordo com o PMI (2017) seguem os processos referentes ao gerenciamento da comunicação:

- **Planejar o gerenciamento das comunicações**

Processo para desenvolver uma abordagem apropriada e um plano de comunicação do projeto com base nas necessidades de informações e requisitos das partes interessadas.

- **Gerenciar as comunicações**

Processo para criar, coletar, distribuir, armazenar, recuperar e disponibilizar informações do projeto, conforme plano de gerenciamento da comunicação.

- **Controlar as comunicações**

Processo para monitorar e controlar as comunicações no decorrer do ciclo de vida do projeto, com o objetivo de garantir que as necessidades de informações das partes interessadas do projeto sejam atendidas.

5.2.8 Gerenciamento de riscos

O gerenciamento de riscos inclui processos de identificação, análise, monitoramento e planejamento dos riscos que podem afetar o projeto. (JOIA et al., 2013).²⁷

De acordo com o PMI (2017) seguem os processos referentes ao gerenciamento da comunicação:

- **Planejar o gerenciamento dos riscos**

Processo para definir como conduzir as atividades de gerenciamento dos riscos de um projeto.

- **Identificar os riscos**

Processo para determinar os riscos que podem afetar o projeto e de documentar suas características.

²⁶ CHAVES, Lúcio E. et al. **Gerenciamento da comunicação em projetos**. 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014.

²⁷ JOIA, Luiz A. et al. **Gerenciamento de riscos em projetos**. 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2013.

- **Realizar a análise qualitativa dos riscos**

Processo de priorização de riscos para análise ou ação através de avaliação e combinação da probabilidade de ocorrência e impacto.

- **Realizar análise quantitativa dos riscos**

Processo para análise numérica do efeito dos riscos identificados nos objetivos gerais do projeto.

- **Planejar as respostas aos riscos**

Processo para desenvolver opções e ações para aumentar as oportunidades de reduzir as ameaças aos objetivos do projeto.

- **Controlar os riscos**

Processo para implementar planos de respostas aos riscos, acompanhar os riscos identificados, monitorar os riscos residuais, identificar novos riscos e avaliar a eficácia do processo de tratamento dos riscos.

5.2.9 Gerenciamento de aquisições

A área de conhecimento do gerenciamento de aquisições abrange processos para gerenciamento das compras de produtos ou serviços, monitoramento e controle das mudanças dos contratos vigentes. (XAVIER et al. 2013).²⁸

De acordo com o PMI (2017) seguem os processos referentes ao gerenciamento de aquisições:

- **Planejar o gerenciamento das aquisições**

Processo para documentar as decisões de compras do projeto, especificando a abordagem e identificando fornecedores.

- **Conduzir as aquisições**

Processo para obter resposta de fornecedores, selecionar um fornecedor e realizar a concessão do contrato.

- **Controlar aquisições**

Processo para gerenciar as relações de aquisições, através de monitoramento do desempenho do contrato e realizar mudanças conforme necessidades.

²⁸ XAVIER, Carlos M. da S. et al. **Gerenciamento de aquisições em projetos**. 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2013.

- **Encerrar as aquisições**

Processo de finalizar as aquisições do projeto.

5.2.10 Gerenciamento das partes interessadas

Segundo PMI (2017), o gerenciamento das partes interessadas é o processo de se comunicar com as partes interessadas do projeto a fim de atender suas necessidades e expectativas. O principal benefício deste processo é permitir que o gerente de projetos aumente o nível de apoio das partes interessadas e minimize a sua resistência.

Ainda de acordo com o PMI (2017) seguem os processos referentes ao gerenciamento das partes interessadas:

- **Identificar as partes interessadas**

Processo para identificar pessoas, grupos ou organizações que podem impactar ou serem impactados por uma decisão, atividade ou resultado do projeto e analisar e documentar as informações relevantes aos seus interesses.

- **Planejar o gerenciamento das partes interessadas**

Processo para desenvolver estratégias apropriadas para engajar as partes interessadas de maneira eficaz no decorrer do projeto, com base na análise de suas necessidades, interesses e possível impacto no sucesso do projeto.

- **Gerenciar o engajamento das partes interessadas**

Processo para comunicar e trabalhar com as partes interessadas a fim de atender suas necessidades e expectativas, abordar questões à medida que forem ocorrendo, e incentivar o engajamento apropriado das partes interessadas durante todo o ciclo de vida do projeto.

- **Controlar o engajamento das partes interessadas**

Processo para monitorar o relacionamento das partes interessadas do projeto em geral, e ajustar estratégias para seu engajamento.

5.3 Tríplice restrição

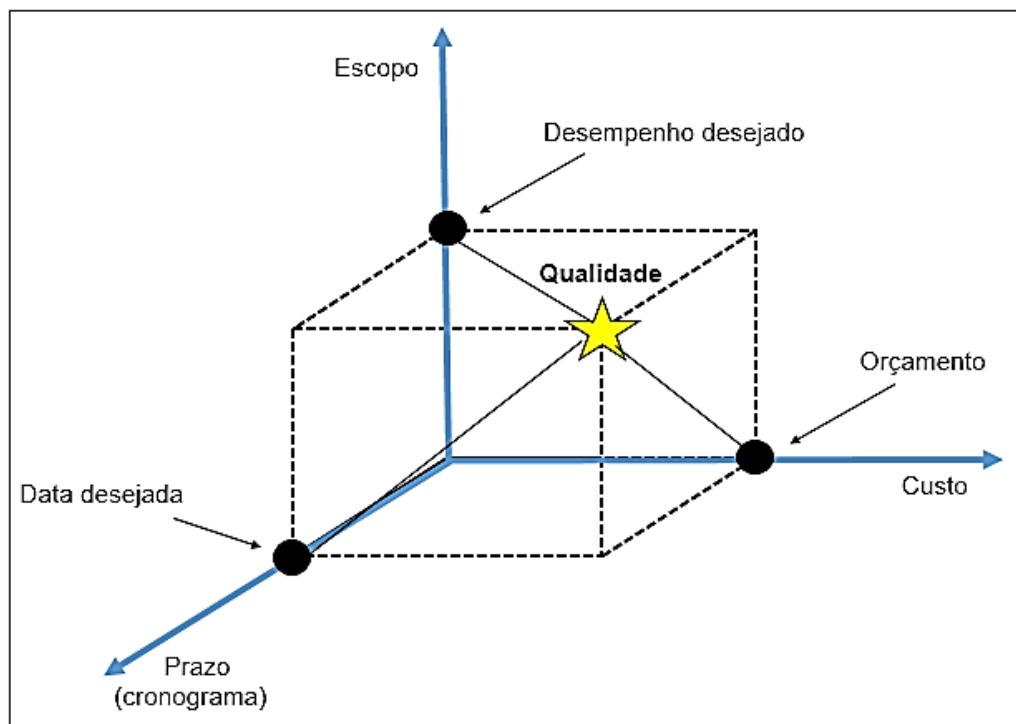
Um projeto para ser considerado de qualidade deve atender aos requisitos impostos pelo cliente, que é o escopo do projeto, ou seja, as tarefas e atividades necessárias para atender ao objetivo do empreendimento, ser finalizado dentro do

tempo (cronograma) estabelecido, e não ultrapassar os custos estipulados. Sendo assim, dentro do universo do gerenciamento de projetos, existe a tríplice restrição, que envolve as 3 áreas de conhecimento mais relevantes na gestão de um projeto.

O PMI (2017) explica que mudanças realizadas dentro de uma determinada área frequentemente influenciarão diretamente em outra, ou seja, se o custo de um empreendimento for aumentado ou diminuído, o tempo e o escopo serão alterados, da mesma forma quando o escopo é alterado, o custo e o prazo também se modificam, e assim por diante.

A FIG. 5 é uma demonstração da interação entre as áreas do gerenciamento de projeto.

Figura 5 - Teoria da tríplice restrição



Fonte: Sotille et al. (2010).

Segundo Sotille et al. (2010) a tríplice restrição deve estar sempre atrelada à qualidade do empreendimento, essa é resultado das decisões tomadas em relação as variáveis do projeto, ou seja, cronograma (prazo), custo, escopo e qualidade possuem uma relação implícita no gerenciamento de um projeto.

6 GESTÃO DE MUDANÇA (REENGENHARIA)

Quando pensamos em planejamento de um projeto, o foco sempre é no êxito, sendo assim sempre planejamos soluções para problemas e obstáculos que possam vir a acontecer durante o ciclo de vida do projeto. Entretanto, um projeto frequentemente sofre mudanças ao longo de sua existência, e não é possível evitar as mudanças, mas é possível gerenciá-las.

O PMI (2017) explica que as mudanças podem ser requeridas pelas partes interessadas do projeto, e embora possam se iniciar verbalmente, as mudanças devem sempre ser registradas e monitoradas. O processo de mudança pode requerer informações sobre os benefícios e os impactos em termos de prazo, custo, qualidade e recursos, para então ser aprovada ou rejeitada pelo gerente do projeto.

As solicitações de mudanças podem impactar no custo, sequenciamento das atividades, datas do cronograma, recursos e podem requerer novas análises de riscos. Essas mudanças podem exigir ajustes no planejamento, orçamento, escopo, documentação do projeto, portanto é de suma importância ter o controle e monitoramento de todas as solicitações, sejam elas aprovadas ou não.

Neste contexto, o PMI (2017), também ressalta a importância de se ter um comitê responsável pela gestão de mudança, este grupo de pessoas, é oficialmente formado para analisar, revisar, adiar, aprovar ou rejeitar mudanças no projeto, e também registrar as decisões tomadas, pois todas as partes afetadas e interessadas na mudança devem ser informadas quanto à decisão e sobre os impactos no prazo, nos custos e nos recursos do projeto, bem como sobre o plano de implantação da mudança.

Assim Sotille et al. (2010), explica que o comitê é formado por partes interessadas, que envolvem todas as especialidades e que tenham competência técnica e hierárquica para aprovar ou rejeitar as solicitações. Ainda segundo Sotille et al. (2010), o comitê deve definir as ações necessárias para efetivar as mudanças, recursos necessários, prazo de implementação, possíveis impactos (risco, qualidade, custo), e benefícios a serem obtidos com a mudança proposta.

De acordo com Kerzner (2006), a gestão de mudança de forma eficaz permite a empresa concretizar benefícios, como capacidade de reagir com rapidez às mudanças necessárias e redução do impacto da mudança no custo e cronograma.

Entretanto, segundo Xavier et al. (2013) excesso de mudanças, ou uma única mudança pode impactar de forma inviável no cronograma, custo e qualidade, portanto o gerenciamento de mudanças deve ser feito de forma integrada, envolvendo todas as disciplinas e áreas interessadas.

A formalização de mudanças no projeto, embora seja visto como muito burocrático, traz garantias importantes para o responsável pelo desenvolvimento do projeto, como a real necessidade de realizar a mudança, definição dos envolvidos na análise da mudança, coleta de assinatura de todas as áreas participativas, entre outras. (SOTILLE et al., 2010).

As mudanças ocorridas durante o ciclo de vida de um projeto, não tem somente consequências negativas, como aumento no custo e prazo, essas mudanças podem gerar resultados positivos. Por isso é importante gerenciar com atenção o processo de mudança, de forma a assegurar que todas as mudanças sejam registradas, avaliadas e formalmente aprovadas. (XAVIER et al., 2013).

O PMI (2017), ressalta que todas as mudanças que tenham impacto na linha de base do projeto, devem incluir em sua solicitação, informações sobre custo da implementação da mudança, modificações nas datas do cronograma e requisitos de recursos e riscos.

Uma forma de estabelecer o controle de mudanças é adotar um formulário de solicitação de mudança, que deve envolver informações como data, fase do projeto, solicitante, grau de importância e descrição da mudança solicitada. (SOTILLE et al., 2010).

A FIG. 6 demonstra um tipo de formulário de solicitação de mudança.

Figura 6 - Formulário de solicitação de mudança

		FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE MUDANÇA FSM		PROJETO	
1) Dados Gerais					
Unidade:	Empresa X Arcos - MG		Data Solicitação:		
Gestor de Projeto:			Nº da Solicitação:	0010	
Solicitante:			Motivo da Solicitação:	Escopo / Engenharia	
Mudança:					
Motivo da Mudança					
Lições Aprendidas Elaboradas?		<input type="checkbox"/>		Requer Recursos Financeiros?	
Documentação de Referência:					
Tipos de Contratação					
Nº da Requisição de Compra:				Nº do Contrato:	
Fornecedor:	Empresa Y		Valor do contrato (R\$):		
Avaliação do Gestor do Projeto	Data	Avaliação do Gerência Geral imediata e/ou Gerência Geral de Projetos (head)		Data	
Favorável		Favorável			

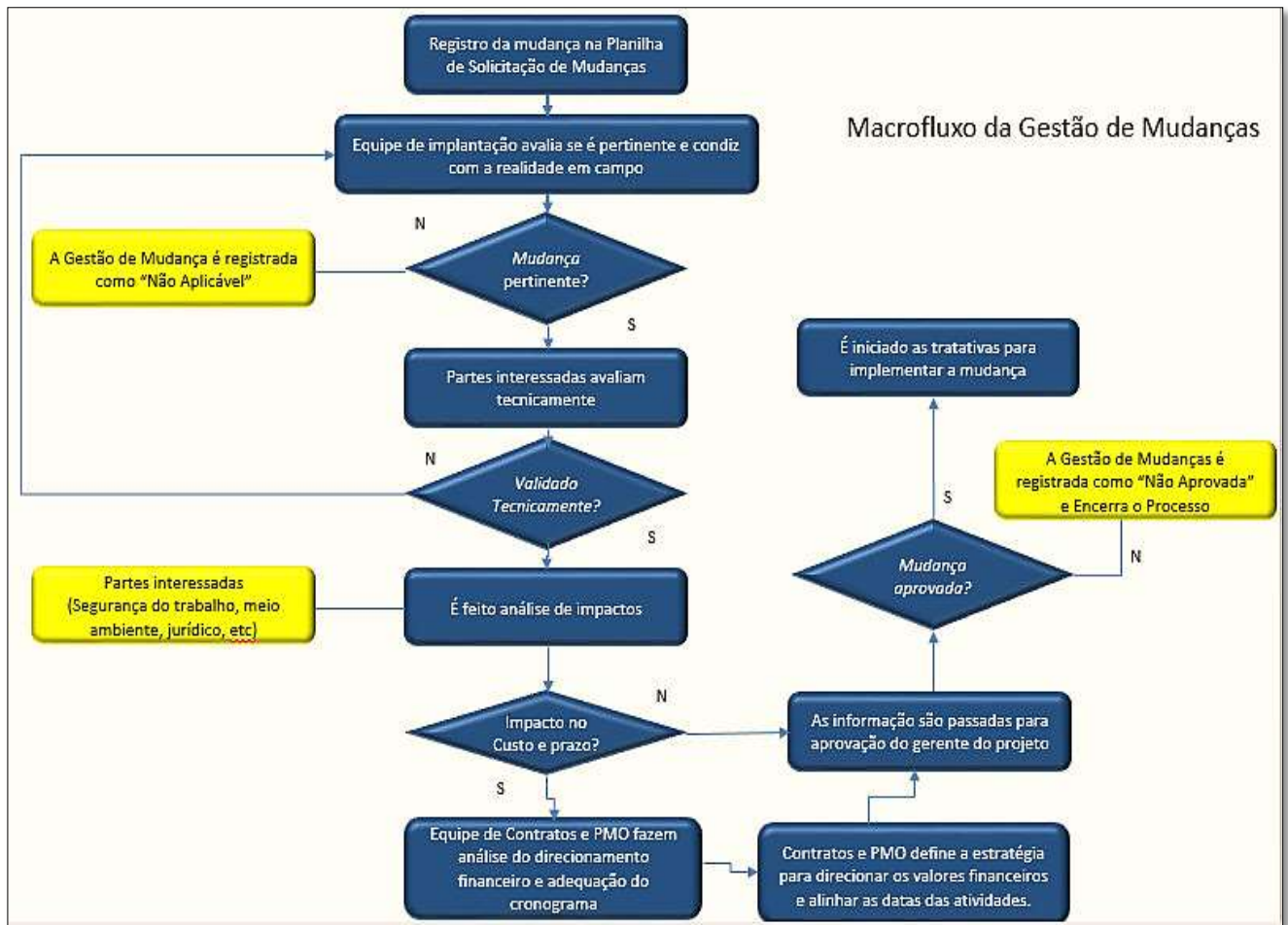
Fonte: O autor (2018).

Um fluxo de informações deve ser elaborado, a fim de permitir que as partes interessadas sejam envolvidas tanto na análise quanto na tomada de decisão.

Segundo Sotille et al. (2010) esse fluxo deve ser simples, porém completo, de forma a garantir integridade durante o processo de análise das solicitações de mudança.

A FIG. 7 ilustra um exemplo de fluxo de gestão de mudança.

Figura 7 - Fluxo de gestão de mudança



Fonte: O autor (2018).

Assim, Sotille et al. (2010) explica ainda que o escopo é, definitivamente, um dos elementos mais suscetíveis a mudanças ao longo do desenvolvimento do projeto, a origem de solicitação de mudança pode ocorrer devido à vários fatores, como:

- Definições insuficientes sobre os requisitos técnicos do projeto;
- Mudança na visão dos especialistas do projeto sobre o que pode ou o que deve oferecer ao cliente;
 - Mudanças propostas pelo gerente do projeto em função da não confirmação de premissas assumidas no início do projeto (recursos, produtividade, etc);
 - Mudanças pelo gerente do projeto para fazer frente às mudanças nas restrições (custo, tempo, etc) impostas ao projeto.

Algumas vezes é necessário mudar radicalmente o escopo do projeto, ou o escopo de uma de suas fases, para atender premissas como custo e cronograma.

Quando é realizada uma mudança radical no escopo de um empreendimento, chamamos de reengenharia, que segundo Hammer (1994, p. 21) significa “abandonar velhos sistemas e começar de novo.”²⁹

Hammer (1994) ainda explica que a reengenharia é a reestruturação radical de um processo, a fim de melhorar significativamente indicadores críticos de um projeto, como custo, qualidade, prazo e atendimento às partes interessadas.

A reengenharia segundo Chiavenato (1995) representa reconstrução, é descartar o antigo e recomeçar tudo de novo.³⁰

Ainda segundo Chiavenato (1995) a reengenharia se difere totalmente da melhoria contínua ou melhoria da qualidade, pois ambos os processos funcionam a partir de processos já existentes, e procuram mudanças para melhorá-los de uma forma gradual e contínua, ou seja, continuar fazendo do mesmo modo, porém de uma maneira cada vez melhor, já a reengenharia é uma mudança drástica, não pela melhoria do existente e sim pela sua substituição. A TAB. 1, explica a diferença entre melhoria e reengenharia.

Tabela 1 - Diferença entre melhoria e reengenharia

ITEM	MELHORIA CONTÍNUA	REENGENHARIA
Tipo de mudança	Gradual, lenta e contínua	Radical e drástica
Ponto de partida	Melhoria de processo existente	Reinvenção do processo
Frequência da mudança	Contínua e cotidiana	De uma vez só
Tempo necessário	Curto prazo para avaliar o processo existente	Longo prazo para avaliar e projetar novo processo

Fonte: Adaptado Chiavenato (1995).

²⁹ HAMMNER, Michael. **Reengenharia**: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da gerência. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

³⁰ CHIAVENATO, Idalberto. **Manual da reengenharia**: um guia para reinventar e humanizar a sua empresa com a ajuda de pessoas. São Paulo: Makron Books, 1995.

A mudança radical de um escopo do projeto, e conseqüentemente sua reengenharia, deve imprescindivelmente passar pelo processo de solicitação de mudanças, uma vez que reengenharia, comumente envolve custo e alteração no cronograma.

7 GANTT, PERT/CPM

No início do século XX, Frederick Taylor (1856-1915) iniciou seus estudos de forma ampla sobre as sequências de trabalho, ele aplicou o raciocínio científico para mostrar que o trabalho pode ser analisado e melhorado focando em suas partes elementares. Antes de Taylor, a única forma de aprimorar a produtividade era exigir horas extras de trabalho dos empregados. Taylor ocupa um lugar importante na história do gerenciamento de projetos, porém foi seu sócio, Henry Gantt (1861-1919), um engenheiro norte americano, quem estudou detalhadamente a ordem de operações de determinadas atividades a serem executados, seus estudos de gerenciamento de projetos foram aplicados pela primeira vez durante a construção de navios na II Guerra Mundial. (TORREÃO, 2007).³¹

O Gantt construiu diagramas com barras de tarefas e marcos que demonstravam a sequência, duração e recursos de cada atividade. (TORREÃO, 2007). Esse conceito vê claramente no *software MS Project*, ferramenta frequentemente utilizada por planejadores. Os diagramas de Gantt se provaram ser uma ferramenta analítica tão poderosa que são utilizados até hoje por gestores de projetos.

Por meio de barras que representam uma linha do tempo, o gráfico de Gantt permite uma visão clara do tempo investido em cada atividade e o prazo total para a entrega do projeto, porém a ferramenta não se limita a isso, auxiliando também na organização dos recursos e melhora na qualidade do gerenciamento.

Para Mattos (2010) o cronograma de Gantt é uma ferramenta de controle muito importante, por que além de ser lúdica, apresenta de forma simples a posição relativa das atividades ao longo do ciclo de vida do projeto.³²

Prado (2004) explica que para se elaborar o gráfico de Gantt deve-se ter um bom conhecimento do projeto, de suas atividades e recursos disponíveis. Inicialmente deve-se fazer um levantamento de todas as atividades necessárias para executar o projeto, com suas respectivas durações, a próxima etapa é definir a sequência de cada atividade, mostrando o que deve ser feito primeiro. Tendo um bom conhecimento do projeto, recursos e seu escopo é possível planejar no gráfico

³¹ TORREÃO, Paula. História do gerenciamento de projetos. **Ponto GP**: O ponto de encontro da comunidade de gerenciamento de projetos, 2007. Disponível em: <<https://pontogp.wordpress.com/2007/04/23/historia-do-gerenciamento-de-projetos/>>. Acesso em: 01 maio 2018.

³² MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.

de Gantt atividade simultâneas, conseguindo assim ganhar tempo na execução.³³

Nas décadas seguintes a II Guerra Mundial, as complexidades dos projetos demandaram novas ferramentas de gerenciamento de projetos, como o gráfico de PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e o método do caminho crítico CPM (*Critical Path Method*), essas ferramentas oferecem aos profissionais um melhor controle sobre as atividades do projeto. (TORREÃO, 2007).

Segundo Prado (2004) o sistema *PERT* foi desenvolvido pelas empresas Lockheed e Booz, Allen & Hamilton para a Marinha dos Estados Unidos em 1958, para construção de uma série de Submarinos Atômicos Polaris. O objetivo era desenvolver uma técnica para planejamento e controle de execução a fim de garantir que o prazo e custo estimados fossem obedecidos. Segundo Cukierman (2009), o método PERT reduziu de 5 para 3 anos a duração deste projeto.³⁴

O CPM foi criado e adaptado para computador na empresa norte americana Du Pont, com auxílio da empresa *Remington* em 1957, com objetivo de se ter uma técnica para planejamento e controle dos projetos de engenharia da empresa. (PRADO, 2004).

Segundo Cukierman (2009), *PERT* predominam os esquemas probabilísticos e CPM esquemas determinísticos. Hoje em dia os dois esquemas estão integrados com a denominação PERT/CPM.

Prado (2003) explica que em 1964 foi desenvolvido por Roy na França o Diagrama de Precedências, que é uma evolução das técnicas anteriormente apresentadas (PERT e CPM), a simplicidade de uso fez com que essa ferramenta fosse amplamente divulgada. Diagrama de Precedências é conhecido como diagrama de blocos, diagrama *neopert*, diagrama de rede e método francês.

Prado (2004) explica ainda que apesar do Diagrama de precedências (francês) serem mundialmente mais utilizados, os termos PERT/CPM (americanos) são utilizados para identificação da representação de um projeto por diagramas de rede.

Segundo Mattos (2010) existem 2 tipos de diagramas de rede, o método das flechas (ADM - *Arrow Diagramming Method*) e método dos blocos (PDM – *Precedence Diagramming Method*), ambos oferecem o mesmo resultado, o que os

³³ PRADO, Darci Santos do. **PERT/COM**. 4. ed. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2004.

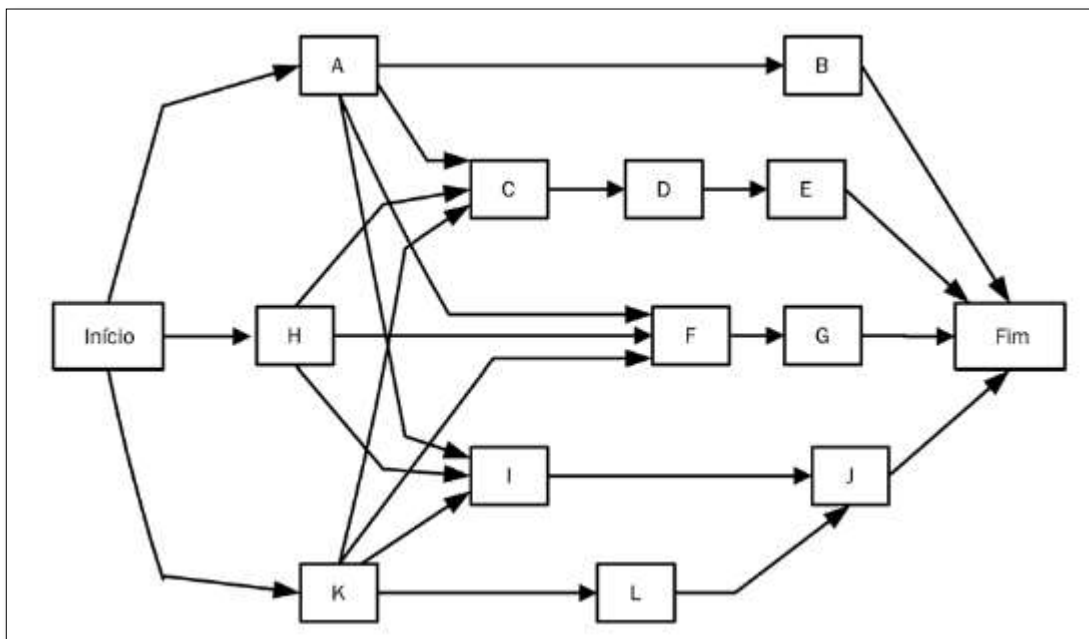
³⁴ CUKIERMAN, Zigmundo Salomão. **O modelo PERT/CPM aplicado à gerenciamento de projetos**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

diferenciam é a forma de se desenhar o diagrama. No método das flechas as atividades são representadas por flechas que conectam cada atividade do projeto, já o método de blocos as atividades são representadas por blocos e as setas são apenas para definir as ligações entre as atividades.

Ainda segundo Mattos (2010) diagrama de rede é a representação gráfica de atividades, considerando as dependências entre elas, e transformando as informações de duração e sequencia em um diagrama de flechas. Esses diagramas permitem que sejam indicadas relações lógicas de precedência entre atividades do projeto, e que seja determinado seu caminho crítico, ou seja, é determinado as atividades que se sofrerem algum atraso na execução, irá refletir no prazo final do projeto. Mattos (2010) explica ainda que com cálculos numéricos é possível saber as datas mais cedo e mais tarde que cada atividade pode ser iniciada, bem como a folga nas atividades, caso houver.

A FIG. 8 ilustra um exemplo de diagrama de rede.

Figura 8 - Diagrama de rede



Fonte: Wikidot ([20--]).³⁵

³⁵ WIKIDOT. **F&T**: método do diagrama de precedência (MDP). [20--]. Disponível em: <<http://wpm.wikidot.com/tecnica:metodo-do-diagrama-de-precedencia-mdp>>. Acesso em: 06 maio 2018.

O PMI (2017) explica que essa técnica de análise do diagrama de rede, calcula as datas de início mais cedo, término mais cedo, início mais tarde e término mais tarde de todas as atividades, através de uma análise de caminhos de ida e de volta no diagrama de rede. As datas resultantes de início e término mais cedo e início e término mais tarde de cada atividade, não são necessariamente o cronograma do projeto, mas sim uma indicação dos períodos de tempo dentro dos quais a atividade poderia ser executada. Ainda segundo o PMI (2017), o caminho crítico é a sequência de atividades com a menor duração possível, geralmente caracterizado por uma folga total igual a zero.

Neste contexto Mattos (2010, p. 153), “o caminho crítico é justamente a sequência que une os eventos cujos Tempo Mais Cedo e Tempo Mais Tarde são iguais.” Sendo assim, não há flexibilidade (folga), e se a atividade não for executada exatamente dentro do prazo estabelecido irá impactar o prazo total do projeto.

Cukierman (2009) define PERT/CPM como um método sistemático para abordar o projeto, uma vez que fornece uma visão total do projeto, ressaltando as entradas, saídas e o desenvolvimento do processo.

8 GERENCIAMENTO DO CRONOGRAMA E SUAS INTERFACES COM AS DEMAIS ÁREAS

O gerenciamento do cronograma é uma forma de verificar atrasos e/ou adiantamentos nos prazos do projeto. Requer muita disciplina e controle, para possibilitar agir em tempo hábil para correções de problemas com atrasos, a fim de impedir que comprometam o prazo final do projeto.

Neste contexto, PMI (2017) explica que o cronograma disponibiliza informações sobre quando os produtos, serviços e resultados conforme escopo do projeto será entregue, possibilitando assim o acompanhamento de cada atividade. Ainda segundo PMI (2017) o gerenciamento do cronograma é necessário para o término pontual do projeto.

Para Ramos (2015), o gerenciamento do cronograma é extremamente importante, devendo ser considerado como parâmetro principal na execução de um projeto, uma vez que o tempo interfere diretamente nas demais áreas de conhecimento. Com a atualização periódica do cronograma da obra, é possível identificar os atrasos e tomar as ações necessárias para mitigar os impactos dos desvios.³⁶

8.1 Tempo vs. escopo

Segundo Ramos (2015), o gerente do projeto deve ter previamente definido, o planejamento detalhado do projeto com informações como objetivos do projeto, memorial descritivo e abrangência, para facilitar a manutenção e controle das mudanças no escopo, para que o replanejamento do tempo ocorra de forma eficaz.

Para Neves (2009), um escopo mal definido é a principal causa de fracassos no gerenciamento do tempo em um projeto.³⁷

Fazendo uma analogia, quando se busca comprar uma casa pronta, com dois quartos, área *gourmet* e 2 vagas na garagem, possivelmente encontraríamos uma grande variedade de casas que atendam a este escopo, porém se a ideia for

³⁶ RAMOS, Juliana Amanda Dias. A gerência de tempo na construção civil e suas interfaces com as demais áreas. **Docslide Brazil**. 2015. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/a-gerencia-de-tempo-na-construcao-civil-e-suas-interfaces-com-as-demais-areas.html>>. Acesso em: 17 maio 2018.

³⁷ NEVES, Rodrigo. **Gerenciamento do tempo em projetos**. Rio de Janeiro: FGV: 2009.

simplesmente procurar uma casa, sem escopo definido, uma variedade maior de opções seriam encontradas, dificultando e aumentando o tempo de escolha.

Neste contexto, Vargas (2000) explica a importância de se ter um escopo bem detalhado do projeto, uma vez que com um escopo muito genérico, o processo para definir as ações mitigatórias é mais demorado, devido a quantidade de opções, aumentando assim o prazo de tomada de decisão. Conforme demonstrado no gráfico abaixo.

8.2 Tempo vs. custo

Para Neves (2009), o gerenciamento do tempo ocorre conjuntamente com o de custos, uma vez que o custo possui influência direta no prazo, podendo chegar a inviabilizar a obra.

Ramos (2015) determina essa interface como sendo a relação mais importante no desenvolvimento do projeto, pois se a obra é realizada em um tempo reduzido, o custo será elevado devido as horas extras de trabalho e elevada alocação de mão de obra. Mas se o projeto for executado em um tempo adequado, conforme seu escopo, o projeto alcançará o custo ótimo para sua execução.

Entretanto, Vargas (2009) explica que se o tempo ideal para a execução de determinada obra é ultrapassado, o custo pode voltar a subir, em função da ineficiência do projeto como perdas de material e retrabalho.

8.3 Tempo vs. qualidade

Para Neves (2009), o gerenciamento do tempo é afetado quando a execução do projeto possui não conformidades, prejudicando a qualidade do produto final, com isso gera-se retrabalho que aumenta o prazo de execução da obra.

Já Vargas (2009), explica que projetos com duração muito reduzida, podem prejudicar a qualidade do produto final, pela pressa na execução. Entretanto, em projetos com a duração ideal é possível chegar a qualidade máxima. Contudo, após esse ápice, a qualidade do projeto vai se estabilizar, podendo até diminuir pela ineficiência do projeto.

Exemplificando o trecho supracitado, Vargas (2009) explica que para construir uma casa de alvenaria, o tempo ótimo para se atingir o ponto ideal de qualidade,

seriam dez meses, porém se levar 50 anos para se construir a mesma casa de alvenaria, relativamente simples, resultará em perda de qualidade, devido a exposição da estrutura da casa, componentes, alvenaria às intempéries e a destruição durante todo o período de execução do projeto.

8.4 Tempo vs. aquisições

O setor de suprimentos de uma empresa gera impacto direto no prazo final do empreendimento, uma vez que sem o devido planejamento e aquisições dos insumos necessários, é praticamente impossível executar a obra. (RAMOS, 2015).

Marques (2009) explica que a equipe de suprimentos deve contar com pessoas que tenham pleno conhecimento em logística, construção, administração e economia. Essa equipe deve fazer boas parcerias com fornecedores, a fim de conseguir entregar o projeto finalizado, com preço competitivo e qualidade.³⁸

Neste contexto, Vargas (2009) diz que é necessário um gerenciamento eficaz das aquisições, consolidando uma cadeia de fornecedores aptos à atenderem as necessidades da empresa, contribuindo positivamente com agilidade e confiabilidade na entrega para evitar que o processo de aquisições prejudique o prazo final da obra.

³⁸ MARQUES, Lupércio. Suprimento é o alicerce da boa obra. **Cimento Itambé**. 2009. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/suprimento-e-o-alicerce-da-boa-obra/>>. Acesso em: 28 maio 2018.

9 PRODUÇÃO DE CIMENTO

De acordo com Cimento Itambé (20—), o processo de fabricação de cimento pode ser dividido nas seguintes principais etapas:

- Extração de matérias-primas

O calcário é extraído através de instalação de explosivos nas rochas. A detonação tem baixíssimo impacto ao ambiente, graças à moderna tecnologia utilizada.

- Transporte de matérias-primas

Os fragmentos das rochas são transportados para a estação de britagem através de equipamentos e caminhões

- Britagem

O calcário passa por britadores até atingirem a granulometria adequada. Após este processo o material é encaminhado para o pátio de pré-homogeneização através de correias transportadoras.

- Silos intermediários de matérias-primas

Cada aditivo do cimento é transportado separadamente até o prédio de moagem, os aditivos são armazenados em silos para posterior alimentação ao Moinho de Cru.

- Moagem de Cru

Os aditivos são encaminhados ao moinho de cru, e são moídos através da pressão exercida por rolos cônicos sobre uma mesa giratória.

- Silo de homogeneização de farinha

Após a moagem do material, com uma granulometria bem fina, este é encaminhado para o silo de homogeneização. Posteriormente, o material é levado ao pré-aquecedor do forno através de elevador de canecas.

- Calcinação e clínquerização

Calcinação é a parte crucial de todo processo, nessa etapa, o material passa por um grande forno com uma temperatura de 1400° C, assim é transformada em pequenas bolas acinzentados – Clínquer, com diâmetro de 3 a 4 cm.

- Moagem do cimento

No moinho de cimento é dosado clínquer e gesso, que são aditivos comuns a todos os tipos de cimento. As outras adições também são dosadas dependendo do

tipo de cimento que se pretende produzir.

- Silos de estocagem

O cimento é encaminhado para o silo de estocagem, para posterior ensacamento e palletização. Para posterior expedição.³⁹

³⁹ CIMENTO ITAMBÉ. **Processo de fabricação do cimento**. [20—]. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/processo-fabricacao-cimento/>>. Acesso em: 28 maio 2018.

10 SILO DE ESTOCAGEM DE CLÍNQUER

No processo de fabricação de cimento, após a farinha de cru ser queimada no forno rotativo, o clínquer resultante é estocado em silos para processamento futuro.

Na definição de Freitas (2001), silos são todos os tipos de construção para armazenagem de produtos pulverulentos ou granulares, que normalmente possuem equipamentos de descarga, que permite o esvaziamento do produto por gravidade ou por meios mecânicos ou pneumáticos.⁴⁰ A FIG. 9 ilustra um silo de estocagem de clínquer.⁴¹

Figura 9 - Silo de Estocagem de Clínquer



Fonte: O autor (2018).

⁴⁰ FREITAS, E das G. A. **Estudo teórico e experimental das pressões em silos cilíndricos de baixa relação altura/diâmetro e fundo plano**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

⁴¹ ALVES, V. **Análise e dimensionamento de silos de concreto armado**: desenvolvimento de um programa computacional. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

Segundo Alves (2001), os silos podem ser projetados e construídos de várias formas e tamanhos, dependendo do tipo de utilização e do processo em que o mesmo está inserido.

11 MÉTODOS EXECUTIVOS DE CONCRETO

O concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil, e é definido pela Associação Brasileira De Normas Técnicas NBR 12655:2015 como um material de mistura heterogênea, composta basicamente de aglomerante (cimento *Portland*), agregados graúdos e miúdos (brita e areia) e água, podendo ainda conter aditivos.⁴²

11.1 Concreto convencional

Segundo Carvalho (2009), o concreto convencional não é adequado como elemento resistente, pois apesar de ter boa resistência a compressão, é pouco resistente à tração. Sendo assim, para aumentar a resistência de uma estrutura em concreto, é necessário integrar o concreto ao aço que é um material com boa resistência à tração.⁴³

11.2 Concreto protendido

O concreto protendido é tratado como uma das formas de concreto estrutural.

A NBR 6118 (2014, p. 4) define o concreto protendido como sendo: “Aquele no qual parte das armaduras é previamente alongada por equipamentos especiais de protensão com a finalidade de, em condições de serviço, impedir ou limitar a fissuração e os deslocamentos da estrutura.”⁴⁴

⁴² ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655: Concreto de cimento Portland, preparo, controle, recebimento e aceitação, procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

⁴³ CARVALHO, Marly Monteiro de; RABECHINI JUNIOR, Roque. **Construindo competências para gerenciar projetos teoria e casos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

⁴⁴ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto. Rio de Janeiro, 2014.

12 METODOLOGIA

O presente estudo de caso foi desenvolvido a partir de uma visão ampla do PMBOK – *Project Management Body of Knowledge* – um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos desenvolvido pelo PMI – *Project Management Institute* e dados coletados no cotidiano de uma indústria cimenteira no centro-oeste mineiro.

Foi abrangido as dez áreas de conhecimento do gerenciamento de projetos, com ênfase na teoria da Tríplice Restrição (custo, cronograma e escopo), aplicando a metodologia estudada, na reengenharia do silo de clínquer de uma indústria cimenteira. Com o objetivo de demonstrar a aplicabilidade das boas práticas do Gerenciamento de Projetos em obras de construção civil pesada, a fim de evitar atrasos, minimizar custos e elevar ao máximo a qualidade final da obra.

As análises foram elaboradas, a partir de documentos e dados disponibilizados no arquivo técnico da indústria analisada. A pesquisa contou com coleta de dados relacionados ao andamento das atividades de implantação das fases VI e VII do projeto de expansão da indústria cimenteira analisada, englobando desde a análise do cronograma original de implantação, a elaboração do novo escopo de reengenharia do silo de clínquer até a execução final da obra.

Foram analisados o escopo, custo e prazo necessários para a implantação do silo de clínquer, em três etapas.

As análises iniciais foram feitas através de análises críticas do cronograma executivo, onde foram identificados os gargalos de tempo na construção civil do empreendimento em questão, consequentemente atrasando as montagens mecânica e elétrica, sendo registrado como caminho crítico, comprometendo o prazo final da obra.

A segunda etapa foram as análises técnicas comparativas do método executivo do silo de clínquer, em concreto protendido e em concreto convencional, utilizando a planilha de quantidades, onde está estratificado todos os insumos necessários para cada escopo executivo. Foram avaliados os critérios estruturais envolvidos, com o objetivo de definir parâmetros mais convenientes, que alcançaram a máxima otimização na reengenharia do silo de clínquer.

E por último, foram avaliados comparativamente, os custos relacionados aos dois métodos executivos, através da planilha de custos, que contempla todos os

valores unitários e totais dos *inputs* necessários à execução do silo de clínquer nos dois métodos mencionados. Correlacionando o valor global do projeto com o valor de incontingências existentes no orçamento, avaliando as incertezas e riscos.

13 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão discutidos os principais resultados da utilização da Teoria da Tríplice Restrição para analisar a necessidade da troca do método executivo do Silo de Clínquer de uma indústria cimenteira localizada no centro-oeste mineiro.

13.1 Descrição da indústria cimenteira analisada

A empresa foi fundada em 9 de abril 1941 e iniciou suas operações em 1º de outubro de 1946. Como primeira produtora integrada de aço plano no Brasil, tal fato consiste em um marco no processo brasileiro de industrialização. O seu aço viabilizou a implantação das primeiras indústrias nacionais, núcleo do atual parque fabril brasileiro. Foi então, privatizada em 1993.

Com capacidade de produção anual de 5,6 milhões de toneladas e cerca de dezenove mil empregados, o grupo concentra suas atividades em siderurgia, mineração, cimentos, logística e energia.

Há sete anos a empresa deu início à produção de cimentos na Usina Presidente Vargas localizada em Volta Redonda-RJ. Foi um marco histórico para a companhia, que entrou em um novo e promissor segmento de negócios com perspectivas otimistas. Com o passar dos anos, a empresa se consolidou como fornecedora para o mercado da construção civil e, no ano de 2016, deu mais um passo à frente: a inauguração da fábrica de cimentos em Arcos-MG. Na planta, até então, era produzido apenas clínquer, matéria-prima para fabricação de cimento que era enviada para a Usina Presidente Vargas.

A nova linha de produção de clínquer consiste das seguintes áreas, equipamentos e serviços:

- Britagem e transporte de calcário;
- Britagem e transporte de aditivos;
- Pré-homogeneização de calcário;
- Estocagem de aditivos;
- Planta de moagem e secagem de farinha;
- Silo de homogeneização e sistema de alimentação do forno;
- Torre de pré-calcinação;

- Forno rotativo;
- Resfriador de clínquer;
- Sistema de despoejamento do circuito de gases quentes;
- Silo de clínquer, silo de clínquer fora de especificação e sistema de transporte de clínquer;
- Sistema de estocagem e transporte de aditivos para as moagens de cimento;

Além do forno de clínquer, o projeto contempla 02 Plantas de moagem vertical e, cada uma, composta pelos seguintes equipamentos principais e serviços:

- Silo multicâmara para armazenamento de cimento e duas estações de carregamento a granel de cimento;
- Duas ensacadeiras;
- Duas paletizadoras;
- Planta pré-homogeneização de carvão;
- Planta de moagem vertical e secagem de carvão;
- Sistema de combustíveis;
- Revestimento refratário;
- Lubrificantes;
- Obras civis, incluindo a preparação da fábrica, arruamento, drenagem, empilhamento, esgotos, poços artesianos e fornecimento de água;
- Montagem de estrutura metálica;
- Montagens eletromecânicas;
- Controle de qualidade;
- Oficinas;
- Fornecimento de água para refrigeração;
- Fornecimento de ar comprimido;
- Equipamento elétrico, instrumentação e sistema de controle de processo;
- Engenharia e Serviços de supervisão;
- Peças de reposição para o comissionamento.

A FIG. 10 ilustra a visão aérea da obra de expansão da 2ª linha de produção de clínquer e cimento da indústria em questão.

Figura 10 - 2ª Linha de produção de clínquer e cimento



Fonte: O autor (2018).

A área total ocupada pela empresa em Arcos é de 600 hectares, metade dela é composta por reservas ambientais, preservadas pela companhia.

13.2 Análise do escopo

Neste tópico abordou-se o escopo de execução da superestrutura do silo de clínquer, em concreto protendido e em concreto convencional.

13.2.1 Concreto protendido

A obra consiste na execução da superestrutura do silo de clínquer em concreto protendido, dando sequência à execução das obras de fundação do empreendimento em questão, que compreenderam na execução da fundação do silo

e seus periféricos, como: túneis, bases da tremonha, fundação e superestrutura do silo de clínquer mal cozido.

Os cabos deverão ser tracionados com macacos hidráulicos fora do canteiro de obras. Devem ser instalados os dutos/bainhas DN 70, 80 e 85 mm, conforme projeto disponibilizado pela empresa deve ser montado à forma na cabeça dos montantes de protensão e nos nichos de ancoragem.

Após executadas, as paredes do silo serão cintadas por uma viga anel que, suportará toda a estrutura metálica da cobertura do silo e também receberá um dos apoios do transportador de correia que alimenta o silo.

13.2.2 Concreto convencional

No escopo de execução da obra engloba a superestrutura do silo de clínquer, em concreto convencional deslizado, com resistência de 35 MPA, dando sequência à execução das obras de fundação do empreendimento em questão, que compreenderam na execução da fundação do silo e seus periféricos, como: túneis, bases da tremonha, fundação e superestrutura do silo de clínquer mal cozido.

Após deslizadas, serão cintadas por uma viga anel que, por sua vez suportará toda a estrutura metálica da cobertura do silo e também receberá um dos apoios do transportador de correia que alimenta o silo.

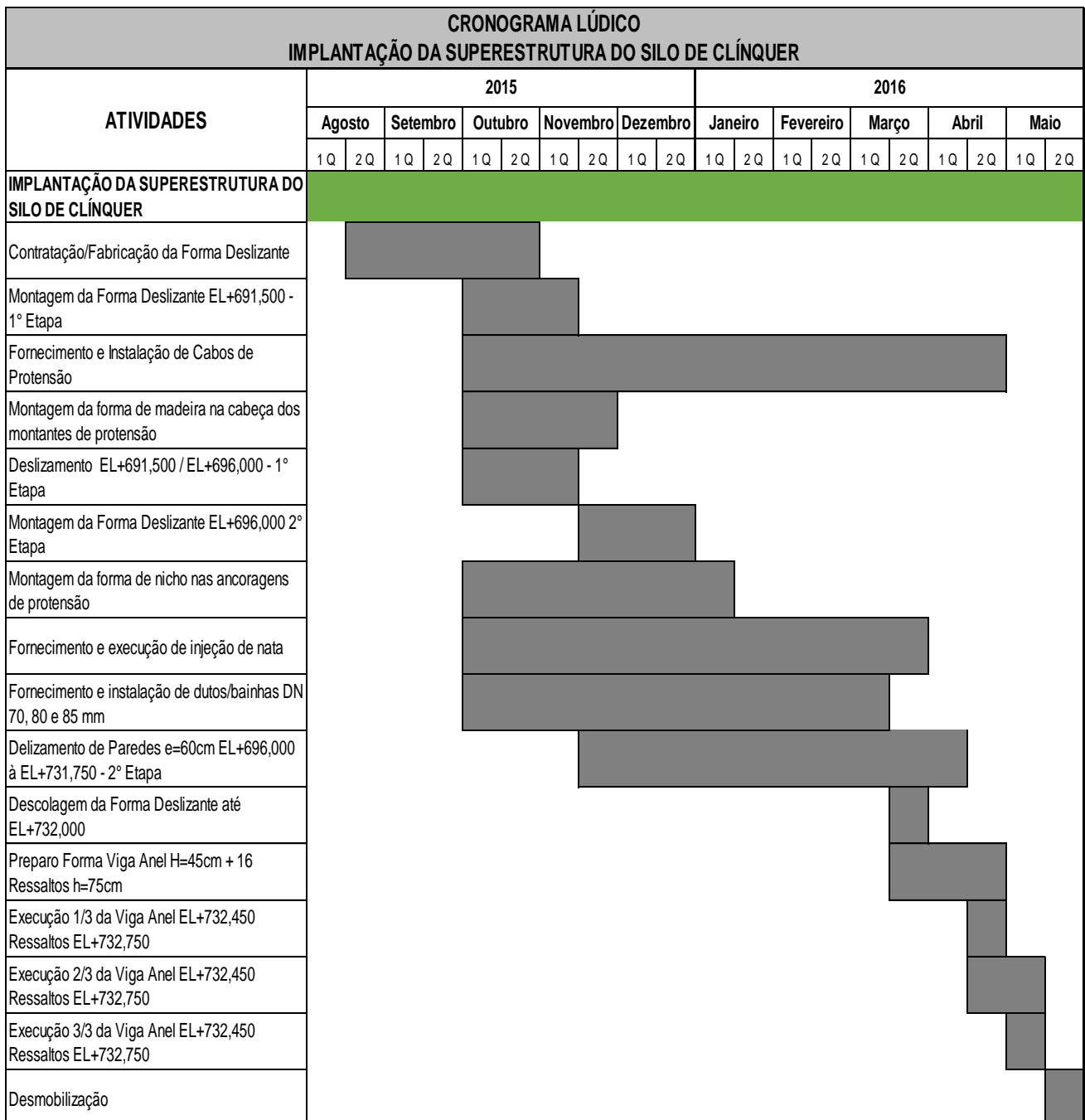
13.3 Análise do prazo de implantação

O cronograma de implantação civil da superestrutura do Silo de Clínquer em concreto protendido foi desenvolvido pela empresa contratada para executar os serviços. Durante o levantamento das atividades a serem executadas, foram detalhados a duração e os recursos necessários para conclusão das mesmas. Foi levado em consideração a vasta experiência, da empresa em questão, no ramo de construção civil industrial e seu histograma de mão de obra.

O cronograma macro foi apresentado à empresa analisada, principal parte interessada do projeto em questão e, a partir disso, iniciaram-se as análises críticas relacionadas à data final de entrega do silo de clínquer.

A FIG. 11 ilustra o cronograma macro do método de execução em concreto protendido.

Figura 11 - Cronograma concreto protendido



Fonte: O autor (2018).

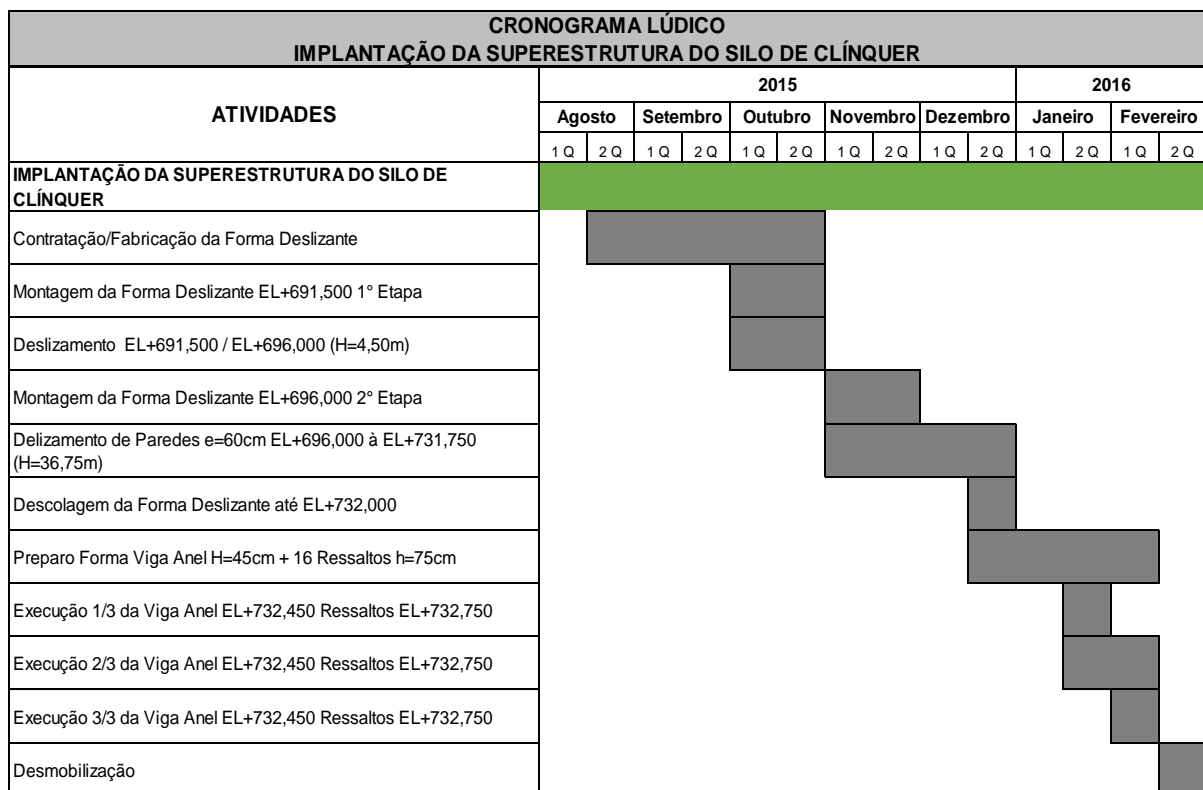
Depois de realizada as análises, foram verificadas que devido à complexidade do método de execução em concreto protendido, a implantação da superestrutura do Silo de Clínquer levaria em média 09 meses para ser concluída, comprometendo então a data de liberação para o início das atividades de montagem eletromecânica, que seriam realizadas por outra empresa. Portanto, o fato das empresas contratadas para execução dos serviços de construção civil e montagem serem distintas, poderia

acarretar em ociosidade de mão de obra por parte da empresa de montagem, uma vez que o fim das atividades da disciplina civil é uma restrição para o início da montagem mecânica. Portanto, quando se analisa o andamento da obra sobre uma ótica de ordem executiva, pode-se caracterizar a liberação da área pela civil como um marco predecessor ao início das atividades de mecânica.

Depois de realizada a análise dos riscos, foi definida pela equipe técnica que, a troca do método executivo para concreto convencional ocasionaria um ganho significativo no prazo de execução dessa fase do projeto de expansão.

A FIG. 12 ilustra o cronograma macro do método de execução em concreto convencional.

Figura 12 - Cronograma concreto convencional



Fonte: O autor (2018).

A execução pelo método em concreto convencional é mais simples, sendo assim o tempo de execução da superestrutura do silo de clínquer em concreto convencional levaria 06 meses, apresentando um ganho de 03 meses no prazo final da obra, evitando a ociosidade de mão de obra, risco de pleito e atraso no prazo final da obra completa.

13.4 Análise dos custos de implantação

A planilha de quantidades e custos da implantação da superestrutura do silo de clínquer, foi desenvolvida pela empresa contratada para executar os serviços, nessa planilha está levantada as quantidades necessárias dos insumos para a implantação da superestrutura do silo, bem como seus custos.

Após análises críticas das planilhas foi elaborado um comparativo dos custos dos métodos executivos, onde foi possível perceber um grande ganho financeiro pela troca do método executivo do silo de clínquer. A FIG. 13 ilustra o comparativo de quantidade e custos entre os métodos de execução em concreto protendido e concreto convencional.

Figura 13 - Planilha de quantidades e custos

SUPERESTRUTURA DO SILO DE CLINQUER								
Comparação de Custos								
Protendido x Convencional								
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UN.	PROTENDIDO			CONVENCIONAL		
			QUANTIDADE	UNITÁRIO	TOTAL	QUANTIDADE	UNITÁRIO	TOTAL
1	Paredes do silo - Concreto							
1.1	Armação em aço CA 50A-60B - corte, dobra e aplicação, para serviços de deslizamento das paredes do silo	kg	1.250.648,0	6,15	7.691.485,20	1.576.677,00	6,15	9.696.563,55
1.2	Fornecimento e colocação de armadura de fretagem em aço CA 25, diâmetro 12,5 mm, conforme detalhe do catálogo da Protende, para ancoragens tipos 9 MTAI 15,2, 12 MTAI 15,2 e 15 MTAI 15,2	kg	3.112,0	4,00	12.448,00	-		0,00
1.3	Fornecimento, lançamento, adensamento e acompanhamento tecnológico de concreto estrutural 40 Mpa, incluindo o processo de forma deslizante	m3	4.010,0	2.300,00	9.223.000,00	3.501,00	2.300,00	8.052.300,00
1.4	Fornecimento, lançamento, adensamento e acompanhamento tecnológico de concreto estrutural 35 mpa.	M3	-		0,00	7,00	872,09	6.104,63
1.5	Armação em aço CA50A-60B, fornecimento, corte, dobra e aplicação.	kg	-		0,00	480,00	5,00	2.400,00
1.6	Fornecimento e instalação de chumbadores e insertos e apoio da escada interna	kg	150,0	39,44	5.916,00	150,00	29,44	4.416,00
1.7	Fornecimento e execução de injeção de nata conforme especificação catálogo Protende.	kg	1,0	400.000,00	400.000,00	0,00		0,00
1.8	Forma de madeira para execução da viga anel na EL+732,450 do silo de clínquer	m2	229,0	294,16	67.362,64	229,00	294,16	67.362,64
1.9	Forma de nicho 350 x 380 x 360 para chave de cisalhamento	m2	24,0	577,23	13.853,52	24,00	577,23	13.853,52
1.10	Grout nos nichos para chave de cisalhamento.	m3	1,0	2.879,00	2.879,00	1,00	2.879,00	2.879,00
1.11	Fornecimento e instalação de chumbadores e insertos passantes de ϕ 32 mm x 700 mm para chave de cisalhamento.	kg	850,0	29,44	25.024,00	850,00	29,44	25.024,00

Continuação da FIG. 13.

2	Fornecimento e montagem/instalação de sistema de protensão do silo de clínquer inclusive equipamentos							
2.1	Fornecimento e instalação de dutos/bainhas DN 70, 80 e 85 mm.	m	16.217,0	20,32	329.529,44	0,00		0,00
2.2	Fornecimento e instalação de cabos de protensão.	kg	226.598,0	7,00	1.586.186,00	0,00		0,00
2.3	Forma de madeira na cabeça dos montantes de protensão	m ²	264,0	294,16	77.658,24	0,00		0,00
2.4	Forma de nicho nas ancoragens de protensão	m ²	121,0	577,23	69.844,83	0,00		0,00
3	MISCELÂNEAS							
3.1	Execução de rabichos para aterramento com cabo de cobre de 70mm ² com 4 metros, inclusive fixação na armação conforme especificação de projeto. No topo do silo e sóculos da escada. O SPDA será estrutural.	unid	25,0	452,99	11.324,75	25,0	452,99	11.324,75
3.2	Fornecimento e aplicação de grout	m ³	1,0	2.879,00	2.879,00	1,0	2.879,00	2.879,00
TOTAL					19.519.390,62			17.885.107,09
					(PROTENDIDO)			(CONVENCIONAL)
					DIFERENÇA	1.634.283,53		

Fonte: O autor (2018).

Pela análise dos custos comparativos dos dois métodos executivos, foi possível perceber uma otimização de mais de R\$1,6M no orçamento inicial dessa fase do projeto de expansão da indústria analisada.

13.5 Alteração do método executivo

Apesar da complexidade de execução, se utilizar concreto protendido em estruturas, é bastante comum para aumentar a resistência à tração do concreto. Este método construtivo melhora o desempenho das estruturas, utilizando todo o potencial do concreto à compressão e deixando os esforços de tração para a armadura.

Entretanto, a necessidade de mão de obra especializada e execução morosa tornaram a construção da superestrutura do silo de clínquer inviável por este método, aumentando em 90 dias o prazo de execução do empreendimento em questão, e como essa fase era considerada caminho crítico, impactaria diretamente

no prazo de entrega final do projeto de expansão da indústria cimenteira analisada. Os custos de alguns materiais utilizados especificamente durante a execução do método pretendido, como: cordoalhas e bainhas aumentaram consideravelmente o custo de implantação por este método.

Portanto, os fatores tempo e custo, foram determinantes na tomada de decisão estratégica da alteração do escopo do método executivo e, conseqüentemente, a reengenharia do silo de clínquer.

Dessa forma, os três pilares fundamentais do gerenciamento de projetos foram analisados, e chegou-se a conclusão de que o tempo de execução do projeto foi o ponto mais expressivo da Tríplice Restrição, e em seguida, o custo de implantação do empreendimento em questão e, por último, a entrega final do projeto, atingindo todos os parâmetros de qualidade definidos na fase de elaboração do escopo e, conseqüentemente, alcançando-se o sucesso do empreendimento analisado.

13.6 Análise projeto geométrico

Após definido o método executivo, foi elaborado um estudo para definição da geometria do silo de clínquer. Para o desenvolvimento do projeto geométrico foram levadas em consideração as seguintes normas:

NBR 6120 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;

NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações;

NBR 8681 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;

NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto;

NBR 6122 - Projeto e execução de fundações;

NBR 9062 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado.

NBR 8800 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de Edifícios.

O objetivo das três alternativas é obter o mesmo volume útil de armazenamento, com o menor volume morto e menor custo de implantação. Para o desenvolvimento da análise, os seguintes itens foram considerados em todas as alternativas analisadas:

- Manter o tamanho dos equipamentos já adquiridos;
- Adicionar entrada para pá carregadeira;

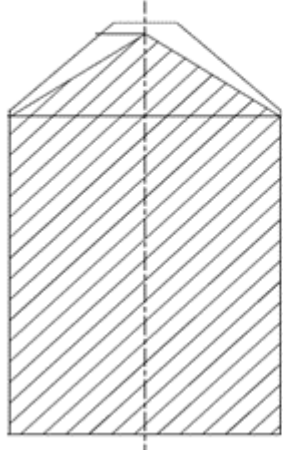
- Afastar a fundação do silo existente;
- Adicionar carga a granel para caminhões
- Capacidade útil de 65.000 toneladas;
- Cobertura em estrutura metálica;
- Fundação profunda composta por estacas de 1 metro de diâmetro, com capacidade de 250 toneladas e bloco de concreto;
- Bloco de concreto.

Seguem nas FIG. 14, FIG. 15 e FIG. 16 as três alternativas para a geometria do silo de clínquer, informando suas principais características:

A FIG. 14, ilustra a opção 1, que tem o menor diâmetro e menor espessura de parede dentre as três opções. O volume útil é mantido conforme premissa do projeto e o volume morto é considerado o melhor com apenas 5.466m^3 , atingindo também, a capacidade útil de estocagem de 65.333m^3 , atendendo à premissa de projeto.

Essa opção tem a maior altura relacionada às outras, mas mesmo assim não seria necessário alterar o projeto dos equipamentos já adquiridos, não impactando então, nas premissas de projeto estabelecidas.

Figura 14 - Opção 1 - Projeto geométrico

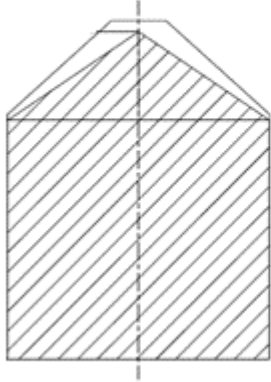
Silo de Estocagem de Clínquer			
Opção	Desenho	Características	
1		Diâmetro	40m
		Altura	59m
		Espessura da Parede	50cm
		Volume Útil	65.333m^3
		Volume Morto	5.466m^3
		Relação Volume Útil/Volume Morto	92%

Fonte: O autor (2018).

Conforme demonstrado na FIG. 15, o diâmetro e a altura da opção 2 são considerados medianos, não sendo necessário alterar o projeto dos equipamentos já

adquiridos. A espessura da parede é considerada moderada com 55cm, bem como o volume morto que atinge 6.546m³. A geometria da opção 2 atende à premissa de projeto, com capacidade útil de estocagem de 65.333m³.

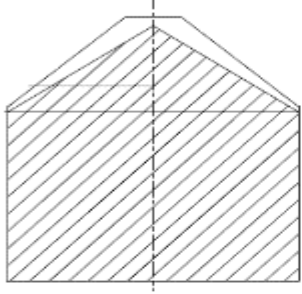
Figura 15 - Opção 2 - Projeto geométrico

Silo de Estocagem de Clínquer			
Opção	Desenho	Características	
2		Diâmetro	45m
		Altura	49m
		Espessura da Parede	55cm
		Volume Útil	65.333m ³
		Volume Morto	6.546m ³
		Relação Volume Útil/Volume Morto	90%

Fonte: O autor (2018).

A FIG. 16, demonstra a opção 3, que possui a menor altura atingindo apenas 42m, com diâmetro de 50m, características que são consideradas moderadas, contudo a espessura da parede do silo, com 60cm, é considerado excessivo. O volume morto, também é um ponto negativo, com 10.675m³, porém as premissas de capacidade útil de estocagem e a inalteração dos projetos dos equipamentos já adquiridos, são atingidas nessa opção.

Figura 16 - Opção 3 - Projeto geométrico

Silo de Estocagem de Clínquer			
Opção	Desenho	Características	
3		Diâmetro	50m
		Altura	42m
		Espessura da Parede	60cm
		Volume Útil	65.333 ³
		Volume Morto	10.675m ³
		Relação Volume Útil/Volume Morto	86%

Fonte: O autor (2018).

A FIG. 17 apresenta o levantamento dos quantitativos e custos para implantação de cada alternativa geométrica, as informações foram extraídas da planilha de quantidades contida na proposta técnica e comercial da empresa contratada.

Figura 17 - Comparação de custo entre as três opções

SILO DE ESTOCAGEM DE CLÍNQUER							
Descrição	Un.	Opção 1		Opção 2		Opção 3	
		Quantidade	Valor	Quantidade	Valor	Quantidade	Valor
Paredes concreto	m ³	3704	R\$ 1.296.358,96	3813	R\$ 1.334.652,09	3952	R\$ 1.383.344,60
Túnel	m ³	2710	R\$ 948.500,00	2710	R\$ 948.500,00	2710	R\$ 948.500,00
Reforço vertical paredes	ton	202	R\$ 1.511.919,88	189	R\$ 1.414.823,31	179	R\$ 1.344.047,43
Reforço horizontal paredes	ton	208	R\$ 1.562.414,91	193	R\$ 1.445.365,56	174	R\$ 1.306.820,66
Reforço túnel	ton	136	R\$ 1.020.000,00	136	R\$ 1.020.000,00	136	R\$ 1.020.000,00
Reforço Bloco de Fundação	ton	1414	R\$ 10.603.125,00	967	R\$ 7.254.000,00	737	R\$ 5.526.000,00
Estrutura metálica superior	ton	235	R\$ 1.880.000,00	297	R\$ 2.378.042,96	367	R\$ 2.938.902,15
Bloco de Fundação	m ³	9425	R\$ 13.147.875,00	8060	R\$ 9.430.200,00	7368	R\$ 7.515.360,00
Estacas	m ³	8482	R\$ 5.152.997,35	7163	R\$ 4.351.419,98	6472	R\$ 3.931.546,13
TOTAL AÇO	ton	2195	R\$ 37.123.191,10	1782	R\$ 29.577.003,90	1593	R\$ 25.914.520,97
TOTAL CONCRETO	m ³	24321		21746		20502	

Fonte: O autor (2018).

Depois de realizadas as análises referentes à capacidade útil, volume morto, compatibilidade com os projetos dos equipamentos já adquiridos e custos das opções geométricas do silo, chegou-se à conclusão que as três opções atenderam as principais premissas do projeto supracitadas.

Analisando o cenário pela ótica de custo, a melhor alternativa seria a opção 3, pois ela custaria R\$ 25.914.520,96, o menor valor dentre as três opções, todavia o volume morto da opção em questão, é consideravelmente maior que as outras opções, atingindo 10.675m³, 51% a mais que a opção 3 que apresentou o menor volume morto.

Levando-se em consideração o fator “volume morto”, a opção 1 seria a mais viável, uma vez que o volume morto apresentado nos estudos é de apenas 5.466m³, sendo o menor entre as três opções, entretanto o seu custo apresentou um acréscimo de aproximadamente R\$11M no valor de implantação, tornando sua execução inviável.

Pelos estudos geométricos do silo, a opção 2 apresenta apenas 1.080m³ a mais de volume morto que a opção 1, totalizando 6.546m³, contudo o seu custo de execução é consideravelmente menor, contabilizando uma redução de R\$7M no custo total, viabilizando-se então a implantação da opção 2 e tornando-a a opção escolhida do projeto geométrico do silo de cliquer.

A FIG. 18 ilustra os principais pontos fortes e pontos de atenção de cada opção, certificando ainda mais que a melhor opção é a 2.

Figura 18 - Principais pontos

Opção 1		Opção 2		Opção 3	
Pontos Fortes	Atenção	Pontos Fortes	Atenção	Pontos Fortes	Atenção
Volume morto baixo	Quantidade elevada de estacas	Volume morto moderado	Excentricidade na descarga intermediária	Quantidade menor de estacas	Volume morto elevado
Menor excentricidade na descarga	Custo mais elevado	Estrutura metálica superior moderada	Custo intermediário	Baixo custo	Maior excentricidade na descarga
Estrutura metálica superior mais leve		Não precisa alterar equipamento já adquiridos		Não precisa alterar equipamentos já adquiridos	Estrutura metálica superior mais pesada
Não precisa alterar equipamentos já adquiridos		Quantidade moderada de estacas			

Fonte: O autor (2018).

As informações contidas na FIG. 18, mostram que, além dos fatores principais, como redução de custo e menor “volume morto”, a opção 2 possui mais vantagens executivas para ser implantada.

14 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gerenciamento de projetos tem grande relevância e funcionalidade na área da construção civil, tendo como finalidade primordial acompanhar e monitorar o andamento da obra, tornando-se essencial nas empresas de construção civil, por propiciar metodologias visando garantir o sucesso do projeto.

Devido ao alto nível de competitividade existente no mercado, as empresas estão buscando ferramentas e metodologias que auxiliem na produtividade e qualidade dos seus serviços.

A gestão do tempo é considerada imprescindível, uma vez que o tempo atua como indicador de desempenho durante o ciclo de vida de um projeto. O cronograma é o principal medidor de desempenho, possibilitando agir antecipadamente diante de imprevistos do projeto corrigindo-o ou mitigando o impacto, com a finalidade de garantir o prazo final da obra.

Com base na teoria da tríplice restrição, foi-se analisado a necessidade da troca do método executivo da superestrutura de um silo de clínquer, que fazia parte do projeto de expansão da segunda linha de produção de clínquer de uma indústria cimenteira, no centro-oeste mineiro.

A partir da análise do cronograma executivo, deu-se início aos estudos, que tiveram como foco, a relação entre os três pilares principais do gerenciamento de projetos, **Escopo, Custo e Cronograma, associado à Qualidade**, outra área de conhecimento de extrema importância.

Os estudos mostraram que a decisão de se trocar o escopo do método executivo da superestrutura do silo de clínquer, teve como fator principal o tempo, a necessidade de não impactar no cronograma de montagens das demais contratadas e de se preservar o prazo final da obra.

Após estudos e análises estratégicas do cronograma foi escolhido o concreto convencional como escopo de execução, e o custo de implantação da opção escolhida teve impacto positivo no custo total do empreendimento em questão.

Foi realizado estudos comparativos para definir o projeto geométrico do silo, com foco principal em diminuir custos de implantação, mantendo a capacidade útil de estocagem com menor “volume morto”, como escopo do estudo. Foram apresentadas três opções, e a opção escolhida atendeu à todas as premissas pré-estabelecidas.

Dessa maneira, os objetivos: geral e específicos do trabalho em questão, foram alcançados com êxito.

REFERÊNCIAS

- ALVES, V. **Análise e dimensionamento de silos de concreto armado:** desenvolvimento de um programa computacional. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 10006: Gestão da qualidade: diretrizes para a qualidade no gerenciamento de projetos. Rio de Janeiro, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655: Concreto de cimento Portland, preparo, controle, recebimento e aceitação, procedimento. Rio de Janeiro, 2015.
- BARBOSA, C. et al. **Gerenciamento de custos em projetos.** 5. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014.
- BARCAUI, A. B. et al. **Gerenciamento do tempo em projetos.** 4. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2013.
- BOUTINET, J. P. **Antropologia do Projeto.** Porto Alegre: ArtMed, 2002.
- CARVALHO, Marly Monteiro de; RABECHINI JUNIOR, Roque. **Construindo competências para gerenciar projetos teoria e casos.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- CARVALHO, Marly Monteiro; RABECHINI JUNIOR, Roque. **Fundamentos em gestão de projetos:** construindo competências para gerenciar projetos. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- CHAVES, Lúcio E. et al. **Gerenciamento da Comunicação em projetos.** 3.ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Manual da reengenharia:** um guia para reinventar e humanizar a sua empresa com a ajuda de pessoas. São Paulo: Makron Books, 1995.
- CIMENTO ITAMBÉ. **Processo de fabricação do cimento.** [20—]. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/processo-fabricacao-cimento/>>. Acesso em: 28 maio 2018.
- CUKIERMAN, Zigmundo Salomão. **O modelo PERT/CPM aplicado à gerenciamento de projetos.** 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- DUNCAN, William R. **A guide to the project management body of knowledge.** [S.l.]: [s.n.], 1996.

FREITAS, E das G. A. **Estudo teórico e experimental das pressões em silos cilíndricos de baixa relação altura/diâmetro e fundo plano**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DO PARANÁ-FUNPAR. Conceitos: gerenciamento de requisitos. [201-]. Disponível em: <http://www.funpar.ufpr.br:8080/rup/process/workflow/requirem/co_rm.htm>. Acesso em: 28 mar. 2018

HAMMNER, Michael. **Reengenharia**: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da gerência. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

HELDMAN, K. **Gerência de projetos**: guia para o exame oficial do PMI. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

ICB – IMPA **Competence Baseline**. International Project Management Association, 1999.

JOIA, Luiz A. et al. **Gerenciamento de riscos em projetos**. 3.ed. Rio de Janeiro: FGV, 2013.

KERZNER, H. **Gestão de projetos**: as melhores práticas. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MARQUES, Lupércio. Suprimento é o alicerce da boa obra. **Cimento Itambé**. 2009. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/suprimento-e-o-alicerce-da-boa-obra/>>. Acesso em: 28 maio. 2018.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MELO, Maury. **PMP**: gerenciamento de projetos para a construção civil. [S.l.]: [s.n.], 2010.

MEREDITH, J. R.; MANTEL, S. J. **Administração de projetos**: uma abordagem gerencial. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

MERROW, E. W. **Industrial megaprojects-concepts, strategies and practices for success**. New Jersey: Wiley, 2011.

NEVES, Rodrigo. **Gerenciamento do tempo em projetos**. Rio de Janeiro: FGV: 2009.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**: guia PMBOK. 4. ed. [S.l.]: FSC, 2009.

PRADO, D. **Gerenciamento de projetos nas organizações**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2003.

PRADO, Darci Santos do. **PERT/COM**. 4. ed. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2004.

RAMOS, Juliana Amanda Dias. A gerência de tempo na construção civil e suas interfaces com as demais áreas. **Docslide Brazil**. 2015. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/a-gerencia-de-tempo-na-construcao-civil-e-suas-interfaces-com-as-demais-areas.html>>. Acesso em: 17 maio 2018.

RUTKOWSKI, Estanislau Simon. Front-End Loading: aplicação do processo 'Front-End Loading (FEL)' no gerenciamento de projetos. **TecHoje**, 22 mar. 2018. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/682>. Acesso em: 21 jul. 2018.

SABBAG, Paulo Yazigi. **Gerenciamento de projetos e empreendedorismo**. São Paulo: Editora Saraiva, 2017.

SANTANA, Miriam Ilza. Pirâmides do Egito. **Info Escola**: navegando e aprendendo. [20--]. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/historia/piramides-do-egito/>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

SILVA NETO, J. C. A. **Avaliação de maturidade no gerenciamento de projetos em uma empresa de mineração em Minas Gerais**. 2011. 105 p. Dissertação (Mestrado em Administração Estratégica) - Faculdade de Ciências Empresariais da Universidade FUMEC, Belo Horizonte, 2011.

SOTILLE, Mauro A. et al. **Gerenciamento do escopo em projetos**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010.

TORREÃO, Paula. História do gerenciamento de projetos. **Ponto GP**: O ponto de encontro da comunidade de gerenciamento de projetos, 2007. Disponível em: <<https://pontogp.wordpress.com/2007/04/23/historia-do-gerenciamento-de-projetos/>>. Acesso em: 01 maio 2018.

VALLE, A. B. et al. **Fundamentos do gerenciamento de projetos**. 2. ed. [S.l.]: [s.n.], 2010.

VARGAS, R. Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos. 7. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Brasport, 2000.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora XAVIER, Carlos M. da S. et al. Gerenciamento de aquisições em projetos. 3.ed. Rio de Janeiro: FGV, 2013.

WIKIDOT. **F&T**: método do diagrama de precedência (MDP). [2016?]. Disponível em: <<http://wpm.wikidot.com/tecnica:metodo-do-diagrama-de-precedencia-mdp>>. Acesso em: 06 maio 2018.