



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

LORIANY KRISTINI PEREIRA

MAIRON NATAN BORTOT

**ANÁLISE CRÍTICA AO PROCESSO DE PLANEJAMENTO EXECUTADO PELAS
EMPRESAS DE ENGENHARIA**

Palhoça
2017

**LORIANY KRISTINI PEREIRA
MAIRON NATAN BORTOT**

**ANÁLISE CRÍTICA AO PROCESSO DE PLANEJAMENTO EXECUTADO PELAS
EMPRESAS DE ENGENHARIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Antônio Victorino Ávila, Ms Engenharia

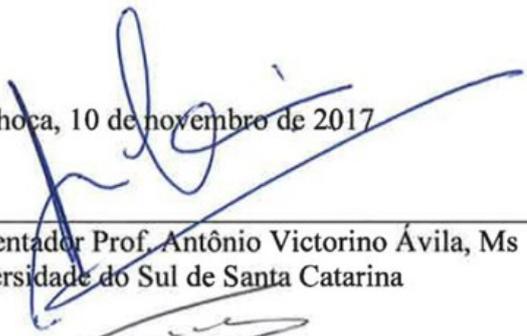
Palhoça
2017

**LORIANY KRISTINI PEREIRA
MAIRON NATAN BORTOT**

**ANÁLISE CRÍTICA AO PROCESSO DE PLANEJAMENTO EXECUTADO PELAS
EMPRESAS DE ENGENHARIA**

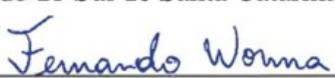
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 10 de novembro de 2017



Professor e orientador Prof. Antônio Victorino Ávila, Ms
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Paulo Roberto May, MSc
Universidade do Sul de Santa Catarina



Eng. Fernando Worma
Funasa

Dedicamos este trabalho aos nossos pais,
irmãos e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Lourival de Carvalho Pereira e Áurea Rodrigues Pereira, por todas as oportunidades e pelo amor incondicional.

Às minhas irmãs Laiara Kristina Pereira e Larissa Cristina Pereira por estarem sempre presentes mesmo quando estiveram ausentes.

Agradeço minha amiga do coração Rafaela Pickler Pereira, por me ajudar com o trabalho e me dar suporte nos momentos felizes e nos de desespero.

Ao meu namorado José Luiz Grah, por todo o incentivo e por toda parceria em todos os momentos, que me deram força pra continuar sempre em frente.

À UNISUL, por todo conhecimento técnico adquirido durante o curso.

Ao professor Antônio Victorino Ávila, pelos momentos de dedicação e por todo o suporte técnico para elaboração deste trabalho.

Agradeço também a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso deste trabalho.

Loriany Kristini Pereira

Agradeço aos meus pais Paula Hilleshein e José Alfredo Bortot, pela educação, criação e amor que me deram em toda minha vida.

Agradeço a minha namorada Jéssica Lamb Luiz, pela ajuda, compreensão e apoio em todos os momentos que precisei.

Agradeço a empresa AquaJardim pelo incentivo a minha formação acadêmica.

À UNISUL, por todo conhecimento técnico adquirido durante o curso.

Também agradeço ao professor Antônio Victorino Ávila pela ajuda na elaboração deste trabalho.

Agradeço também a todas as pessoas que de alguma maneira me incentivaram e apoiaram para que eu pudesse a chegar até aqui.

Mairon Nathan Bortot

“Boa sorte é quando a oportunidade encontra o planejamento”

Thomas Edson

RESUMO

Este presente trabalho tem por objetivo apresentar todo o processo realizado para o planejamento e controle de projetos de engenharia. O método utilizado foi de pesquisa bibliográfica sobre o tema proposto para obtenção de uma fundamentação teórica concisa acerca do assunto, de modo a proporcionar aos autores condições técnicas de analisar criticamente o modo como este processo tem sido feito pelas empresas de engenharia atualmente. Os autores se basearam em experiências vivenciadas para elaboração das críticas em relação ao planejamento, analisando o processo de empresas de seu conhecimento mas sem indicação de quais empresas foram consideradas fontes de informação. A finalidade é o ganho de conhecimento em planejamento e controle de obra, fundamentais estes para o sucesso nos empreendimentos futuros nos quais os autores irão participar. Tendo capacidade técnica para determinar os pontos de melhoria nos processos de gestão e controle dos projetos futuros, e disseminando as técnicas aprendidas, mais empreendimentos poderão alcançar o sucesso ao fim.

Palavras-chave: Projeto. Planejamento. Controle.

ABSTRACT

This paper aims to present all the process carried out for the planning and control of engineering projects. The method used was a bibliographical research on the topic proposed to obtain a concise theoretical foundation on the subject, in order to provide the authors with technical conditions to critically analyze the way this process has been done by engineering companies today. The authors based their experience in criticizing the planning process, analyzing the process of companies of their knowledge, but without indicating which companies were considered sources of information.. The purpose is the gain of knowledge in planning and control of construction work, these being fundamental for the success in the future enterprises in which the authors will participate. Having the technical capacity to determine the points of improvement in the processes of management and control of said projects, and disseminating the techniques learned, more ventures can reach success in the end.

Keywords: Project. Planning. Control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fases da Concepção	19
Figura 2 - Fluxograma de atividades no orçamento	23
Figura 3 - Esquemática da composição do preço de venda	26
Figura 4 - Ciclo PDCA	28
Figura 5 – Diagrama de PERT-CPM.....	34
Figura 6 - Representação de gráfico de Gantt	36
Figura 7 - Cronograma e histograma de mão-de-obra.....	39
Figura 8 - Exemplo de projeto com recursos desnivelados	41
Figura 9 - Antes e depois do processo de nivelamento de recursos	42
Figura 10 - Três padrões de nivelamento de recurso	43
Figura 11 - Diferentes configurações para curva S	44
Figura 12 - Exemplificação de cinco opções de curva S.....	46
Figura 13 - Cronograma com HH mês a mês acumulado com histograma HH aplicado a curva S.....	47
Figura 14 - Cronograma com custo mês a mês e acumulado e histograma de custo e custo acumulado.....	47
Figura 15 - Fluxograma empresa XYZ.....	62

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo do valor de venda	24
Equação 2 - Cálculo do preço de venda em função do CUB	27
Equação 3 - Cálculo da duração de uma atividade	31
Equação 4 - Desvio absoluto de custos	52
Equação 5 - Índice de desempenho da atividade	54
Equação 6 - Cálculo do fator de ponderação	55
Equação 7 - Cálculo do Índice Ponderado.....	55
Equação 8 - Cálculo do IAO.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tributos incidentes sobre o custo e sobre o faturamento	25
Quadro 2 - Vantagens e desvantagens da utilização do cronograma	37

SUMÁRIO

1	ASPECTOS INTRODUTÓRIOS.....	12
1.1	TEMA E PROBLEMA	13
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	Gerais.....	14
1.2.2	Específicos.....	14
1.3	JUSTIFICATIVA	14
1.4	ESQUEMA DA METODOLOGIA	15
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1	A CONCEPÇÃO	17
2.2	CAPTAÇÃO DO NOVO CLIENTE	19
2.3	VISITA AO LOCAL DA OBRA NOVA.....	20
2.4	ORÇAMENTAÇÃO E PRECIFICAÇÃO	22
2.4.1	Orçamentação.....	22
2.4.2	Precificação	24
2.5	GERENCIAMENTO DE PROJETOS	27
2.5.1	Planejamento	29
2.5.1.1	Roteiro de planejamento.....	30
2.5.1.1.1	<i>Identificação das atividades</i>	<i>30</i>
2.5.1.1.2	<i>Definição das durações</i>	<i>31</i>
2.5.1.1.3	<i>Definição das precedências.....</i>	<i>32</i>
2.5.1.1.4	<i>Montagem do diagrama de rede.....</i>	<i>33</i>
2.5.1.1.5	<i>Identificação do caminho crítico</i>	<i>35</i>
2.5.1.1.6	<i>O Cronograma.....</i>	<i>35</i>
2.5.2	Alocação de recursos.....	38
2.5.2.1	O Histograma de recursos	38
2.5.2.2	Procedimento de alocação de recursos	39
2.5.2.2.1	<i>Priorização do caminho crítico</i>	<i>40</i>
2.5.2.2.2	<i>Disponibilidade de folgas e prioridade das atividades</i>	<i>40</i>
2.5.2.2.3	<i>Compatibilidade numérica</i>	<i>40</i>
2.5.2.3	Nivelamento de recursos	41
2.5.2.4	Curva S.....	43

2.5.2.4.1	<i>Curva S padrão</i>	45
2.5.2.4.2	<i>Curva S de trabalho</i>	46
2.5.2.4.3	<i>Curva S de custos</i>	47
2.5.3	Controle	48
2.5.3.1	Sistema de controle.....	49
2.5.3.2	Ações de controle	50
2.5.3.2.1	<i>Controle de produção</i>	50
2.5.3.2.2	<i>Controle de custos</i>	51
2.5.3.2.3	<i>Análise de conformidade</i>	53
2.5.3.3	Índice de aproveitamento de obra (IAO).....	53
2.5.3.3.1	<i>Método do IAO</i>	54
2.5.3.3.2	<i>Critérios de avaliação</i>	56
2.5.3.4	Contratos.....	56
3	ANÁLISE CRÍTICA	59
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
4.1	CONCLUSÕES	63
4.2	SUGESTÕES DE NOVOS TRABALHOS.....	64
	REFERÊNCIAS	65

1 ASPECTOS INTRODUTÓRIOS

O ser humano, desde os primórdios da sua existência vem aprendendo e desenvolvendo técnicas de construção para suprir a suas necessidades individuais e coletivas. Ao longo da história construções de grande magnitude, como o Stonehenge e as pirâmides do Egito foram executadas, porém não se registram a existência de projetos executivos nem mesmo técnicas adequadas de planejamento e controle. Como informa Limmer (2012), para o caso da pirâmide de Quéops, a única preocupação que se tinha era com relação ao prazo final da construção, que deveria ser obrigatoriamente antes do fim da vida do faraó que a utilizaria.

Nos dias atuais, ainda é comum empreendimentos serem realizados sem avaliar suas implicações legais e comerciais. Muitos construtores tem uma visão arcaica no sentido de acreditar que gerenciar a construção e iniciar sem os projetos completos é mais viável do que dispendir um tempo no início do projeto para a elaboração de um bom plano de trabalho.

Segundo Limmer (2012, p. 2):

O que se tem observado, tanto na execução quanto no gerenciamento da maior parte das construções habitacionais, é a predominância de um sistema informal. Não há, entre as várias equipes participantes do processo a integração mínima e necessária para racionalizar os procedimentos de implementação do projeto.

Lima e Gomes (2017) entendem que o planejamento para a construção civil trata-se de uma sistematização para a execução, composta por orçamentos e toda a programação da obra, sendo que o primeiro contribui para entendimento das questões econômicas e os demais para assimilação das condições de tempo.

A elaboração do planejamento é dada pela relação de todas as atividades a serem desenvolvidas para atendimento ao escopo do projeto. Ou seja, é preciso criar uma ordenação lógica de execução, considerando aspectos físicos e temporais, além da análise de custos e delegação de responsabilidades. (ÁVILA E JUNGLES, 2003).

Reconhecida a importância do papel do planejamento e do controle de empreendimentos, cabe se fazer o questionamento acerca do porquê de não serem aplicadas as técnicas para os projetos atuais ou do porquê de o planejamento ser tido por muitas organizações como requisito de atendimento ao cliente apenas e não como forma de melhoria da qualidade das suas obras. O plano de trabalho, quando mal feito não tem aplicação e se torna obsoleto, retornando aos conceitos arcaicos de execução de obras de forma rudimentar.

1.1 TEMA E PROBLEMA

Os projetos de engenharia, de modo geral, são projetos com prazo de execução relativamente curtos e com grandes fatores de riscos envolvidos. São muitas as variáveis que devem ser consideradas na execução neste tipos de empreendimentos, a exemplo: tramite de aprovação de projetos executivos junto aos clientes, garantia de entrega dos suprimentos em obra, produtividade da mão de obra, disponibilidade de equipamentos, condições meteorológicas e dentre outros fatores.

No ramo da construção civil, particularmente no caso das empresas que atuam no ramo das edificações, “o processo decisório de muitas delas se configura como lento, objetivo, casuístico e aleatório no desenvolvimento de novas soluções, por ser uma indústria que utiliza processos tradicionais de gestão” (ÁVILA E JUNGLES, 2013, p. 13).

É comum ser verificado em diversos projetos de engenharia a dificuldade na gestão do controle, ocasionada na maioria das vezes pela falta de processos decisórios lógicos e organizados, o que resulta na maior parte dos casos em atrasos, falta de produtividade, aumento dos custos incorridos ao projeto e conseqüentemente diminuição da rentabilidade do mesmo além de todo o esforço e *stress* desnecessário que é devido à busca da equipe em atendimento aos prazos pactuados.

Percebe-se uma inércia inicial quando se ingressa à um projeto novo e muito tempo acaba sendo perdido nesta fase, tempo este que poderia ser aproveitado para a realização de uma boa análise geral sobre o que se trata a nova obra e a elaboração de um bom planejamento, porém muitas vezes isto não ocorre devido à morosidade para a tomada das principais decisões e realização das primeiras ações.

A intenção de se estudar métodos eficientes de controle e programação das atividades é que estes métodos sejam aplicados em empreendimentos de modo a orientar uma melhor execução de tarefas, trabalhando de maneira adequada e seguindo um cronograma coerente.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Gerais

Realizar uma análise entre os métodos teóricos que definem o processo de gestão do controle e planejamento de empreendimentos e a forma como este é executado atualmente pelas empresas da construção civil.

1.2.2 Específicos

A fim de garantir a excelência do resultado do objetivo principal foram estipulados os seguintes objetivos específicos:

- Estudar os métodos teóricos de gestão do controle e planejamento de empreendimentos.
- Analisar de forma crítica todos os pontos pertencentes ao processo de planejamento e controle de obras reais, desde o seu princípio até a sua conclusão.
- Descrever os processos de forma correta e eficiente de modo a criar um método de trabalho.
- Apontar pontos de melhorias ao modo como vem sendo feita a gestão e o controle de empreendimentos em geral para possibilitar a obtenção de processos mais eficientes.
- Apresentar sugestões de melhoria, se necessário.

1.3 JUSTIFICATIVA

Porque acompanhar o desenvolvimento de um projeto de forma caótica e aleatória se é possível e muito mais rentável aplicar técnicas de planejamento e controle? Como é possível, por exemplo, construir um edifício de 57 pavimentos em 19 dias, como o que aconteceu na China? Seria a tecnologia o fator principal para o sucesso desta empreitada ou há técnicas de planejamento envolvidas por trás deste sucesso?

O referente trabalho tem como intuito a realização de uma pesquisa bibliográfica acerca do processo de gestão do controle e planejamento de empreendimentos. Entende-se que planejar distingue-se de improvisar, pois vai de encontro à criar, moldar, preparar.

Enquanto no primeiro caso as ações são às pressas, no segundo cria-se um plano (PEREIRA, 2010).

A pesquisa se justifica pela necessidade de difusão das técnicas de planejamento e controle de empreendimentos de modo a possibilitar a propagação de informações pertinentes à comunidade acadêmica e empresarial voltada para a construção civil.

O trabalho é requisito obrigatório para graduação do curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina e proporcionará aos acadêmicos uma ampliação da fundamentação teórica baseada em bibliografias relevantes acerca do tema proposto. Também proverá o crescimento profissional.

A pesquisa se justifica pela necessidade de melhorar o processo de planejamento, aplicando-se técnicas de previsão e controle do escopo contratado conforme serão descritas no decorrer deste trabalho. A aplicação destas técnicas tende a aumentar consideravelmente a produtividade dos empreendimentos e o controle do desenvolvimento do projeto possibilita sempre a tomada da melhor decisão para a gestão do contrato. A intenção de se ter um conhecimento maior sobre esta área e ainda ter uma base de comparação entre o sucesso e o fracasso, ou quaisquer antagonismos que possam existir entre se ter ou não planejamento, é poder ter um ganho de conhecimento e aplicar estas boas práticas em empreendimentos futuros, em busca da padronização.

O presente trabalho tem por finalidade contribuir como uma fonte de pesquisa a ser consultada juntamente com as demais bibliografias que abordam este tema.

1.4 ESQUEMA DA METODOLOGIA

O trabalho em epígrafe trata-se de uma pesquisa bibliográfica com a finalidade de se adquirir fundamentação teórica e base de comparação, para analisar as práticas e processos vivenciados pelos autores em empreendimentos distintos, analisando os pontos positivos e negativos de como tem sido feito o processo de planejamento e controle dos empreendimentos.

Segundo Prodanov e Freitas (2013), o método científico é o conjunto de processos ou operações mentais que devemos empregar na investigação. É a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa.

A técnica a ser utilizada é a sistematização de informações disponíveis em livros, revistas, artigos, normas, sites e quaisquer outras fontes que sejam relevantes para o desenvolvimento do tema.

Para cada ponto a ser estudado, será feita uma crítica, que pode ser positiva ou negativa dependendo de sua colocação em relação àquilo que, didaticamente tenha sido considerado correto e serão apresentados pontos de melhoria para aqueles que obtiverem críticas negativas.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo é destinado à introdução, na qual serão apresentados os objetivos gerais, objetivos específicos, a justificativa e o esquema da metodologia.

No segundo capítulo será apresentada a revisão bibliográfica contendo os principais conceitos acerca do processo de planejamento e controle, servindo como embasamento teórico para os assuntos abordados ao longo do trabalho.

No terceiro capítulo serão feitas as considerações finais, apresentando uma crítica ao processo de planejamento e controle realizado pelas empresas bem como a apresentação de alguns pontos de melhorias para estes processos.

No capítulo quatro estão sendo apresentadas as considerações finais acerca do tema abordado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para Limmer (2012, p. 9), “um projeto pode ser definido como um empreendimento singular, com objetivo ou objetivos bem definidos, a ser materializado segundo um plano preestabelecido e dentro de condições de prazo, custo, qualidade e risco previamente definidas.”

Conforme Ávila e Jungles (2013, p. 7), “o “projeto” representa um empreendimento transitório, composto de um conjunto de atividades interdependentes, que possui começo e um fim bem definido e organizado, com o objetivo de gerar um produto ou um serviço único.”

A concepção de qualquer projeto, seja ele de engenharia ou não, é dada a partir de uma ideia, advinda da necessidade de um indivíduo ou de uma coletividade. O grau de complexidade é uma característica de cada empreendimento, mas de modo geral, quando se trata de planejamento e controle, os projetos são abordados com a mesma relevância e os processos para execução deles são idênticos, sendo todas as atividades desenvolvidas em prol do sucesso da obra.

Conforme Mattos (2010, p. 31), “no mundo da construção o termo projeto geralmente vem associado ao plano geral de uma edificação ou de outro objeto qualquer, compreendendo o conjunto de plantas, cortes e cotas necessários à construção”. Porém, neste contexto, o termo projeto será tratado como define o PMBOK (2000, p. 3), ou seja, empreendimento temporário com o objetivo de criar um produto ou serviço único.

Os documentos técnicos (projetos, especificações, memoriais e etc.) fazem parte do que se chama de projeto, mas não são os itens limitantes. Estes fazem parte do que se chama de engenharia do produto, inserida na etapa de concepção.

2.1 A CONCEPÇÃO

Conforme definem Ávila e Jungles (2013, p. 25), “a fase de concepção tem por objeto realizar a viabilidade técnica e a econômico-financeira, o desenvolvimento da alternativa aprovada que culminam a elaboração de projeto básico.”

A engenharia do produto trata de toda documentação técnica básica, necessária para implementação do novo projeto, na qual se considera a existência de termos de referência, que levarão para a elaboração de levantamentos técnicos, levantamentos econômico-financeiros e levantamentos ambientais. Estes possibilitam a realização de uma

análise de pré-viabilidade do empreendimento e indica os pontos positivos e negativos para sua implementação. Neste sentido, Ávila e Jungles (2013, p.26) ainda afirmam que:

À engenharia do produto cabe a responsabilidade e liderança do processo de analisar, com um nível de maior aproximação e detalhamento a viabilidade técnica-financeira da alternativa eleita e, sendo aprovada, desenvolver seu projeto básico. Nota-se que a aprovação de qualquer projeto (design) cabe ao nível estratégico de qualquer organização.

A etapa de concepção é extremamente importante para o desenvolvimento do planejamento, tendo em vista que é a partir dela que se dá início ao processo de orçamentação e demais etapas que serão mencionadas no decorrer deste trabalho. É fundamental que, já nesta etapa, sejam feitas todas as considerações acerca da melhor alternativa de se executar o empreendimento em questão e, quando da elaboração dos memoriais descritivos e especificações técnicas, estas questões já sejam detalhadas e bem esclarecidas.

A concepção é subdividida em duas etapas: a engenharia do produto e a engenharia do processo. Estas duas etapas são interligadas e no final do fluxo vai gerar o projeto executivo. O projeto básico, geralmente concebido pelo cliente, que contém todos os desenhos, memórias descritivas e especificações técnicas é analisado em função do processo construtivo e em função do custo. Tendo esta etapa sido resolvida, o projeto é analisado em função do seu envolvimento com a sociedade. Após aprovado, a análise passa a ser feita em função da viabilidade financeira e gerará o detalhamento dos projetos complementares e por fim, o projeto executivo. Este processo pode ser exemplificado conforme a figura 1.

De modo geral, a etapa de concepção do projeto é de responsabilidade do cliente e este irá delimitar todas as suas necessidades e suas expectativas acerca do escopo a ser contratado e com a emissão dos termos de referência, juntamente com um pré-orçamento, tem-se o que se chama de projeto básico.

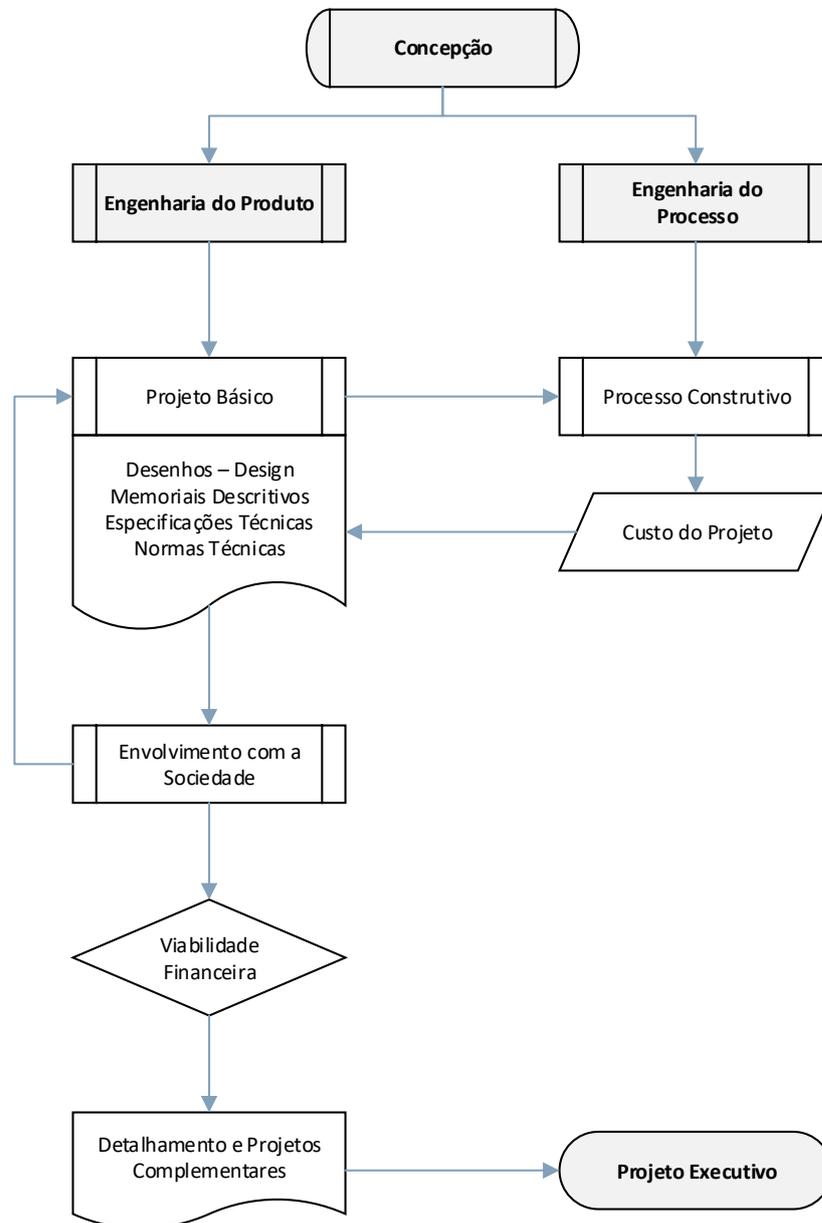
Os componentes principais do projeto básico são conforme os listados abaixo:

- a) Desenhos ou *Desing*;
- b) Memorial Descritivo;
- c) Especificação técnica;
- d) Processo Construtivo;
- e) Custo e preço do projeto.

A figura 1 ilustra um fluxograma que representa as etapas da concepção de projetos de engenharia (*Desing*), onde detalha as fases inseridas na fase de engenharia do

produto e na fase de engenharia do processo, os quais, associados geram o produto que é o projeto executivo.

Figura 1 - Fases da Concepção



Fonte: Adaptado de ÁVILA E JUNGLES (2013).

2.2 CAPTAÇÃO DO NOVO CLIENTE

O projeto de engenharia pode ser executado pelo próprio gerenciador ou ele pode ter a opção de delegar estas atividades por intermédio da assinatura de um contrato.

Conforme define Limmer (2012, p. 160), “a licitação poderá ser lançada por entidade de direito privado ou de direito público. Nas do primeiro tipo, as condições de licitação são estabelecidas livremente, de acordo com seus interesses, desde que não firam as leis que regem o comércio.”

Limmer (2012) ainda afirma que, já as entidades da Administração Pública, estão sujeitas a preceitos legais específicos a serem atendidos na licitação e na contratação (Lei 8.666, de 21 de junho de 1993).

O conceito de licitação pode ser entendido conforme esclarece Mattos (1965, p. 264), que a “é o procedimento necessário para que a administração pública adquira bens e serviços e venda bens que não lhe servem mais, com o objetivo de obter a proposta mais vantajosa.”

A empresa proponente é avaliada sob os critérios de regularidade jurídica, regularidade fiscal, qualificação econômico-financeira e qualificação técnica e após ser considerada habilitada, é analisada a sua proposta técnico-comercial mais comumente pelo regime do menor preço. Quando considerada aprovada a proposta, as partes pactuam seus interesses através de um contrato.

Para Limmer (2012), o contrato simboliza toda uma série de procedimentos e de atividades para transferir de uma parte à outra um bem ou serviço, exigindo, para a sua perfeita execução, acompanhamento e avaliações constantes.

2.3 VISITA AO LOCAL DA OBRA NOVA

A visita técnica é caracterizada pela ida da empresa construtora ao local da obra nova antes da etapa de orçamentação com a finalidade de levantar dados necessários ao conhecimento do local e dispor de informações para a realização para a realização do orçamento, seja relativamente a custo direto e indireto

Mattos (1965) afirma que é sempre recomendável proceder-se a uma visita técnica ao local da obra, pois ela serve para sanar dúvidas, levantar dados para o orçamento, tirar fotos bem como tomar ciência de todos os eventuais riscos da implantação do projeto.

É fato que a visita ao local onde será implantado o novo projeto amplia os horizontes acerca do que deve ser considerado na etapa de orçamentação, o que permite a redução dos erros ocasionados pela falta de informações concisas ou pela inobservância das reais considerações que a proposta deveria conter.

Conforme Ávila (2014), a visita técnica deve ser predecessora à realização da proposta, pois as informações podem afetar diretamente as responsabilidades contratuais das partes envolvidas, com reflexo direto no orçamento contratual.

Segundo Ávila (2014), alguns pontos devem ser verificados quando da realização da visita técnica:

- a) Características do terrapleno;
- b) Características do subsolo;
- c) Localização de jazidas;
- d) Condições das propriedades lindeiras;
- e) Disponibilidade de mão de obra local;
- f) Disponibilidade e fornecedores de insumos;
- g) Existência de serviços públicos: água, esgoto, energia e telecomunicações;
- h) Condições de acessos, sistema viário;
- i) Exigibilidades da legislação municipal;
- j) Tributos municipais;
- k) Condições do licenciamento ambiental;
- l) Necessidades de construção de instalações fabris, refeitórios e escritórios;
- m) Necessidades de construção de casas e alojamentos;
- n) Implantação de estruturas de apoio como estradas vicinais, pontes e pontilhões;
- o) Demolições;
- p) Destino dos resíduos da construção;
- q) Pluviosidade da região;
- r) Localização Estratégica do Canteiro;

Nota-se que inúmeras vezes as organizações acabam optando por não participar da visita técnica, isto para evitar que sejam dispendidos recursos financeiros sem ao menos garantir a assinatura do contrato. Esta prática pode não ser considerada eficiente, haja visto que muitas conclusões podem ser tomadas na visita e muitos riscos podem ser verificados no local. Não tendo estas informações, podem ocorrer erros no orçamento e os possíveis prejuízos poderão ser assumidos pela empresa contratada.

2.4 ORÇAMENTAÇÃO E PRECIFICAÇÃO

2.4.1 Orçamentação

A orçamentação nada mais é do que a realização de uma estimativa dos custos das atividades individuais ou pacotes de trabalho pré-definidos, buscando agregá-los, de modo a gerar um produto que consiste em um orçamento inicial e mínimo para se iniciar um projeto. Mattos (1965, p. 22) afirma que “orçamento não se confunde com orçamentação. Aquele é o produto; este, o processo de determinação”.

O orçamento é faz parte do nível estratégico do planejamento, e conforme definem Ávila e Jungles (2013, p. 31), “o processo orçamentário tem por objetivo principal definir o custo de cada atividade do projeto global e o preço ótimo a ser praticado”.

Goldman (1997, p. 107) afirma que “o orçamento da obra é uma das primeiras informações que o empreendedor deseja conhecer ao estudar determinado projeto” e este, conforme Limmer (2012, p.86), “pode ser definido como a determinação dos gastos necessários para a realização de um projeto, de acordo com um plano de execução previamente estabelecidos”.

Para Sampaio ([19--?]), pode-se dizer que o orçamento é o cálculo dos custos para executar uma obra ou um empreendimento e que quanto mais detalhado for este documento, mais ele se aproximará do custo real.

A figura 2, representa um fluxograma adaptado de Sampaio, que exemplifica o processo de orçamentação, desde o princípio até a concepção do produto final, que é o orçamento.

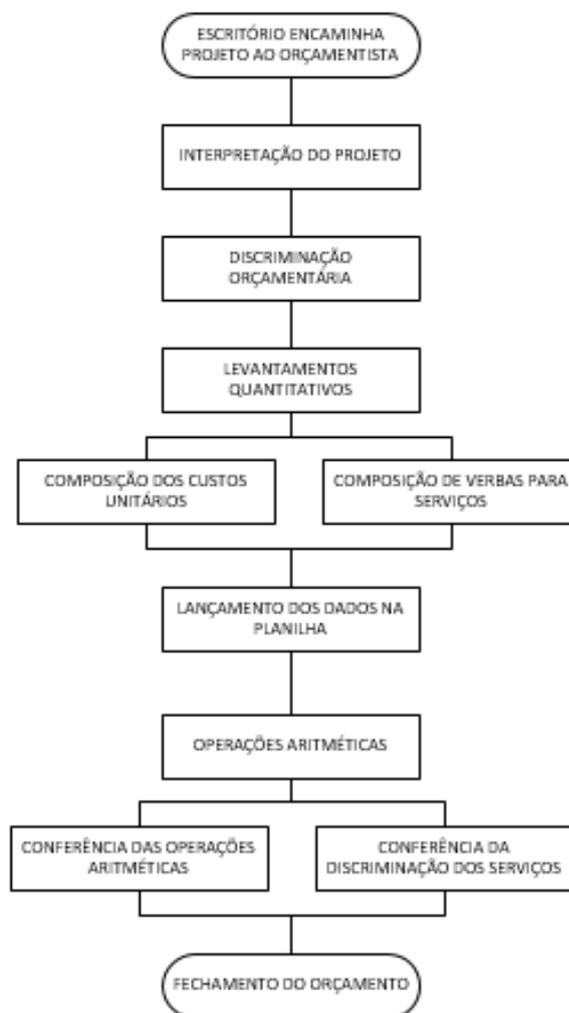
A orçamentação inicia com o recebimento pelo orçamentista do projeto básico, o qual irá realizar todas as análises técnicas sobre o escopo a ser ofertado e fazer as interpretações do projeto, com isso, dará início ao levantamento de quantitativos, que resultará na composição de custos unitários e na composição de verbas para os serviços. Estes dados serão lançados na planilha e após a realização de todas as operações aritméticas e todas as conferências, dá-se o fechamento do orçamento.

O orçamento é o produto de uma etapa grandiosamente importante, para o planejamento de empreendimentos, visto que ele serve como um referencial acerca do escopo vendido ao cliente. Um orçamento pode ser considerado bem elaborado quando os valores apresentados forem de modo geral compatíveis com o valor realizado. Custos superestimados remetem a um produto incompatível com valores praticados no mercado, o que leva a perda

de competitividade, em contrapartida, valores muito abaixo geram orçamentos imprecisos com grande suscetibilidade a prejuízos.

Conforme explica Mattos (1965, p.44), “o início da orçamentação de uma obra requer o conhecimento dos diversos serviços que a compõe”, sendo assim, ela inicia com o levantamento de quantidades e a definição dos pacotes de trabalho a serem executados para o pleno atendimento aos requisitos do contrato, vindo imediatamente após a etapa de concepção do empreendimento.

Figura 2 - Fluxograma de atividades no orçamento



Fonte: Adaptado de Sampaio ([19--?], p.18).

Para Limmer (2012), o orçamento de um projeto baseia-se na previsão de ocorrência de atividades futuras logicamente encadeadas e que consomem recursos e

acarretam custos. Muitos orçamentos são elaborados com base em projetos básicos, muitas vezes definidos conforme necessidades do investidor, o que gera a possibilidade de uma divergência com relação às quantidades orçadas e realizadas, isso porque o projeto básico é uma referência e pode ser alterado conforme as condições que a obra esteja submetida.

Limmer (2012) define que composição de custos é o processo de estabelecimento dos custos incorridos para a execução de um serviço ou atividade de acordo com os pré-requisitos estabelecidos pelo projeto.

De modo geral existem dois tipos de custos no orçamento que devem ser considerados para a etapa de precificação, são eles os custos diretos e indiretos, que para Mattos (1965), ambos estão vinculados a sua identificação com o produto final. Sendo assim, os custos diretos são os gastos realizados com mão de obra, materiais e ainda equipamentos, podendo eles serem incorporados ao produto final ou não, e os custos indiretos, ainda conforme considerações de Mattos (1965, p. 62) “são despesas gerais não diretamente ligadas ao serviço propriamente dito, mas de ocorrência inevitável.”

Como exemplo de custos diretos, podem ser citados os insumos como brita, concreto e etc., equipe como pedreiros e serventes, que atuam diretamente na execução da tarefa, equipamentos como retroescavadeiras e etc. Já os custos indiretos são os custos com a administração central, por exemplo, custos com a administração do contrato em si, como exemplo o engenheiro residente.

2.4.2 Precificação

Os projetos de engenharia, de modo geral, são criados e executados a fim de obtenção de lucro para a empresa que o desenvolve. Para Mattos (1965, p. 218), “a busca por lucro decorre da própria necessidade de sobrevivência e crescimento da empresa.”

O preço de venda do empreendimento é dado com base nos valores obtidos durante a fase de orçamentação após o cômputo dos custos diretos e indiretos. Conforme Silva (2006, p. 2) “o preço será composto com base no custo direto, no prazo da obra e nos encargos sobre ele incidentes, definindo assim, as despesas indiretas e a taxa de BDI reais.”

A equação 1 define matematicamente como é feito o cálculo do valor de venda:

Equação 1 - Cálculo do valor de venda

$$Preço = f\left(\sum Custos Diretos; I_{BDI}\right)$$

Fonte: ÁVILA e JUNGLES (2010).

Sendo assim, o valor de venda é obtido através do somatório dos custos diretos incorridos ao projeto, associados com o índice de BDI, que é um fator percentual aplicado a fim de gerar o preço. O BDI será detalhado no decorrer deste trabalho.

Há alguns fatores que devem ser considerados na etapa de precificação, que são o lucro, a lucratividade e a rentabilidade. O lucro é a diferença entre as receitas e as despesas medida conforme a moeda do local onde se aplica a venda. A lucratividade é um quociente expresso em percentual, que representa a relação entre o lucro e a receita, e conforme afirma Mattos (1964), é o percentual do contrato que se transforma em ganho para a empresa. A rentabilidade é a relação entre o lucro e o investimento, medido em percentual, que ainda conforme definição de Mattos (1964), representa o grau de rendimento proporcionado pelo investimento.

Para Mattos (1964), o empreendimento a ser vendido é onerado por impostos que devem ser considerados no preço, impostos estes advindos de variadas esferas de poder, como federal, estadual e municipal. É importante levar em consideração que os impostos incluídos como despesas tributárias são aqueles que incidem sobre o preço de venda, aqueles que não se dão sobre o faturamento já foram considerados no custo do material.

Quadro 1 - Tributos incidentes sobre o custo e sobre o faturamento

TRIBUTOS		
SOBRE O CUSTO	SOBRE O FATURAMENTO	
ISS	COFINS	ISSQN
ICMS	CPMF	CSLL
INSS	IRPJ	
FGTS	PIS	

Fonte: Adaptado de Mattos 1964.

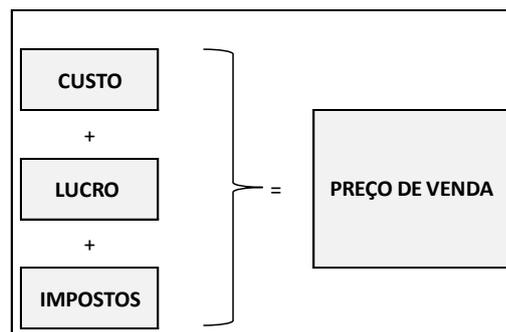
Após todas as definições de custos diretos e indiretos, margem de lucro estimada e a incidência de todos os impostos, é possível calcular o preço de venda do empreendimento.

Segundo a definição de Mattos (1964, p.230) “o preço de venda é o valor total ofertado pelo contrato, valor que engloba todos os custos, o lucro e os impostos. É o valor

final do orçamento. É com ele que a construtora irá propor negócio à entidade contratante e participar da licitação.”

A figura 3 pode representar esquematicamente os fatores considerados no cálculo do valor de venda:

Figura 3 - Esquemática da composição do preço de venda



Fonte: Adaptado de MATTOS (2010).

A precificação não se trata de uma tarefa fácil, visto que são muitos fatores que devem ser considerados para que haja superávit no balanço do contrato, que envolvem desde toda tributação a que os valores estão submetidos, encargos sociais e trabalhistas e por fim o BDI.

O BDI, abreviatura para Benefícios e Despesas Indiretas, conforme descrito por Jungles e Ávila (2006, p. 127) “é um fator que engloba o lucro bruto desejado sobre um empreendimento, o somatório das despesas indiretas incorridas, aí incluídos os tributos, o risco e outras despesas inerentes à execução de qualquer projeto.”

Para Mozart (2006, p. 5) “a taxa de BDI é um coeficiente de caráter simples utilizado correntemente como indicador da qualidade do orçamento de uma obra por contratantes e construtores.”

Segundo Jungles e Ávila (2006), o BDI pode ser considerado sob dois aspectos, sendo a primeira como valor monetário e a segunda como índice. Em ambos os casos ele vai representar o somatório dos custos de um projeto e a perspectiva de lucro desejados, excluindo os custos diretos do produto.

Ainda sob a ótica de Jungles e Ávila (2006), o BDI é formado considerando quatro aspectos importantes: Os custos indiretos, o fator de risco considerado para o empreendimento, o valor de lucro desejado e os tributos inerentes ao contrato.

No ramo da construção civil a metodologia de execução do orçamento e consequentemente a formação do preço de venda se dará em função CUB, que é o custo unitário básico da construção civil. A formação do preço com base no CUB gera o que se chama de *Target Price*, ou preço de mercado.

O preço *Target* é calculado com base na seguinte equação:

Equação 2 - Cálculo do preço de venda em função do CUB

$$P_M = K \times CUB \times A$$

Fonte: ÁVILA (2013).

Onde K é a margem de lucro, o CUB é o valor unitário pré-estabelecido e A é a área orçada.

O preço *Target* geralmente é um valor teto delimitado pelo cliente, apresentado nos editais quando se divulga a licitação, que representa o valor máximo que o cliente está disposto a pagar pelo serviço. Como o critério principal de classificação nas concorrências é o do menor preço, o valor final do contrato sempre fica abaixo do preço *Target*.

Ainda existe o que se chama de desconto em preço de referência, que é uma ferramenta importante na captação dos novos clientes. Este desconto pode ser realizado tendo como base o seu domínio sobre os seus métodos executivos e seus processos de planejamento, aliados às questões de produtividade da mão de obra e a disponibilidade de insumos para realização do escopo vendido.

2.5 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

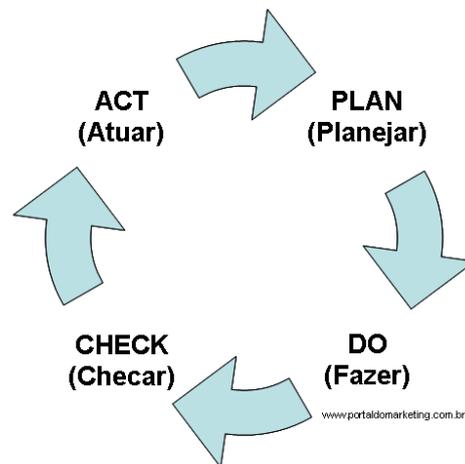
Para Ávila e Jungles (2013), o processo de gestão envolve todas as fases de um projeto, desde a previsão, concepção, planejamento, execução, controle e a consolidação do conhecimento.

Para Limmer (2012, p. 12):

O gerenciamento de um projeto é, portanto, a coordenação eficaz e eficiente de recursos de diferentes tipos, como recursos humanos, materiais, financeiros, políticos, equipamentos, e de esforços necessários para obter-se o produto final desejado – a obra construída, atendendo-se a parâmetros preestabelecidos de prazo, custo, qualidade e risco.

Na década de 1980, com o desenvolvimento das técnicas de gestão, o gerenciamento das obras passou a ser norteado pelos princípios da melhoria contínua, ilustrado pelo ciclo PDCA¹.

Figura 4 - Ciclo PDCA



Fonte: www.portaldomarketing.com.br (2017)

O PDCA é uma ferramenta bastante importante para o processo de gestão de projetos e por se tratar de um ciclo deve ser atualizado com frequência para que se mantenha o seu propósito.

Mattos (2010) afirma que o ciclo PDCA se enquadra perfeitamente no mundo da construção civil devido à grande quantidade de variáveis a que um projeto está submetido, enfatizando a relação entre o planejamento e o controle e as ações preventivas e corretivas cabíveis.

Em resumo, o ciclo é representado da seguinte maneira:

- a) Plan: em português, planejar, que é a etapa que busca prever a lógica construtiva e suas interfaces, gerando prazos e metas. Nesta etapa ocorre o estudo do projeto, a definição da metodologia de execução e a geração do cronograma e as programações;

¹ PDCA foi desenvolvido originalmente por Walter Shewart, na década de 1920 mas foi afirmado por Edward Deming na década de 1950, que é um autor dos famosos princípios do Gerenciamento da Qualidade Total (TQM).

- b) Do: do português, fazer ou desempenhar, é a etapa onde se põe em prática as metodologias previstas na etapa anterior. Nesta fase ocorre a divulgação do plano à todos os envolvidos e a execução propriamente dita das atividades.
- c) Check: do português, checar, corresponde à aferição do que foi realizado em função daquilo que se tinha previsto. Nesta etapa é que se manifesta o controle. Neste momento ocorre a checagem do que foi executado e a comparação entre previsto e realizado.
- d) Act: do português, agir. Neste quadrante ocorrem as manifestações de pontos de melhoria ou da tomada de ações preventivas e corretivas para manter o projeto em conformidade.

2.5.1 Planejamento

Limmer (2012) define o planejamento como um processo no qual se relacionam os objetivos e estabelecem metas a serem cumpridas, discutem-se expectativas e a probabilidade de ocorrência de situações imprevistas de modo a antecipar a tomada de decisões. Ackoff (apud Limmer 2012, p.15) afirma que “planejamento é algo que fazemos antes de agir, isto é, a tomada antecipada de decisões” e é necessário quando a consecução do estado futuro que se deseja envolve um sistema de decisões.

Mattos (2010, p.19) define que:

O planejamento é um dos principais aspectos do gerenciamento, conjunto de amplo espectro, que envolve também orçamento, compras, gestão de pessoas, comunicações etc. Ao planejar, o gerente dota a obra de uma forma importante para priorizar suas ações, acompanhar o andamento dos serviços, comparar os estágios da obra com a linha de base referencial e tomar providências em tempo hábil quando algum desvio é detectado.

A etapa de planejamento inicia com a análise minuciosa de toda documentação disponibilizada ao planejador. Inicialmente a análise do escopo, com base nos projetos básicos, quando não houverem projetos executivos. Geralmente os contratos tem um prazo pré-estabelecido para execução do projeto, inclusive muitas vezes há marcos intermediários, que são passíveis de multa incidentes sobre o valor do contrato, pagas por dia de atraso da atividade. Sabendo a quantidade de serviços e o tempo que há disponível para a execução das tarefas, é possível analisar quantas horas tem no total para executar o projeto e com isso é possível calcular um histograma de mão de obra e equipamentos.

Sendo assim, conforme conclui Varalla (2003), planejar é um processo de previsão de decisões, que envolve o estabelecimento de metas e definição de recursos necessários para atingi-las.

2.5.1.1 Roteiro de planejamento

Para ter maior funcionalidade na gestão de projeto é necessário que se tenha uma visão ampla e detalhada do escopo a ser fornecido ao seu cliente, de maneira clara e objetiva, elencando toda e qualquer atividade a ser executada no seu nível operacional, de modo que esta possa ser visualizada como um todo.

2.5.1.1.1 *Identificação das atividades*

A decomposição do empreendimento em etapas menores, progressivamente, possibilita a geração de pacotes menores de trabalho, até que se chegue à um nível de detalhe no qual se tenha um sentimento com relação aos atributos de cada atividade: duração, custo e recursos envolvidos (humanos, tecnológicos ou materiais). É para atender à esta necessidade que são criadas as chamadas EAPs ou Estrutura Analítica de Projeto.

Para Ávila e Jungles (2013, p. 111), “por definição, a estrutura analítica de projeto – EAP, corresponde ao ordenamento das atividades a serem realizadas segundo a ordem cronológica e lógica de execução,” ou seja, é uma organização das atividades a serem realizadas, de forma hierárquica, na qual indica o sequenciamento das atividades em sua ordem em função do tempo e indica de forma clara qual a estratégia adotada para a execução das tarefas. Para Limmer (2012), em resumo, a EAP nada mais é do que uma síntese estrutural do projeto.

A EAP pode ser conhecida também como WBS, *Work Breakdown Structure*, que em inglês significa “estrutura de decomposição do trabalho”.

A principal função deste documento é servir como um roteiro da estratégia adotada para a execução das atividades. O nível de detalhamento da estrutura possibilita uma análise pontual de cada tarefa a ser executada e isso permite que o planejador possa ter uma visão bastante específica com relação à duração das atividades, bem como os recursos necessários para execução, o custo incorrido e demais atributos.

O sequenciamento pode ser realizado de diversas maneiras diferentes, não cabendo julgamento de estar correto ou não quando o levantamento for realizado dentro dos

preceitos das boas práticas da engenharia. Quando da elaboração da EAP, é importante que se tenha um bom senso com relação ao nível de detalhamento, tendo como base o tempo médio de duração das atividades. Deve-se levar em consideração que atividades muito genéricas tendem a ser difíceis de quantificar quando se faz a atualização da EAP, e detalhamento demais traz um preciosismo desnecessário, visto que muitas micro atividades também se torna difícil de controlar.

Segundo Mattos (2010), várias especificações técnicas de órgãos americanos impõem que a duração mínima seja de 1 dia, e máxima o dobro da periodicidade da atualização da rede, ou seja, se a atualização for semanal, a duração máxima é de duas semanas e assim sucessivamente.

2.5.1.1.2 *Definição das durações*

Partindo de um bom trabalho na fase da elaboração da EAP, inicia-se a mensuração das durações de cada atividade a ser executada. É importante lembrar que as durações, em sua grande maioria é estimativa, partindo-se do pressuposto que a produtividade pode não ser tão alta quanto se esperava, as condições meteorológicas possam não ser favoráveis e etc. Tarefas que são realizadas com frequência são mais fáceis de serem mensuradas do que aquelas que foram realizadas pela primeira vez, logo, no segundo caso a margem de erro é bem maior do que o primeiro.

Limmer (2012) afirma que o tempo de duração de um projeto constitui um dos elementos fundamentais do seu planejamento e é determinada em função do tipo e da quantidade de serviço que a compõem, bem como em função da produtividade da mão-de-obra, tipos e quantidades de materiais, equipamentos e outros recursos necessários à sua execução.

Resumidamente, a duração de uma tarefa pode ser determinada através da equação:

Equação 3 - Cálculo da duração de uma atividade

$$t_i = \frac{Q_i}{p_i}$$

Fonte: ÁVILA e JUNGLES (2010).

Onde Q_i é a quantidade de serviço a ser executada e p_i é a produtividade da mão de obra a ser executada.

Considera-se a duração das atividades a quantidade de períodos de trabalho disponíveis para a execução de uma determinada tarefa. Diz-se período pois devem-se ser consideradas as quantidades de horas úteis em um dia, além da quantidade de dias úteis em uma semana. Por exemplo, se uma atividade tem 2 dias úteis para acontecer e ela se inicia na sexta feira, seu término dará na segunda feira, o que equivalem a quatro dias diretos, porém sábado e domingo são considerados dias não-úteis.

Para Mattos (2010), o real valor do planejamento é dado com base nos parâmetros de duração e lógica, que são elementos utilizados para os cálculos de redes, que gerarão os seguintes produtos:

- a) Prazo total do projeto;
- b) Datas de início e término de cada atividade;
- c) Identificação de atividades críticas (folga zero);
- d) Margem de atraso total do projeto;
- e) Identificação das atividades que são mais propícias a serem comprimidas, a fim de diminuir o prazo final do projeto.

O cálculo das durações individuais das atividades, associados com a relação de precedência entre elas, possibilita a obtenção do prazo total do projeto, além disso ela indica as datas de início e término de cada atividade a ser desenvolvida. A inserção correta das informações de prazo também possibilitam a identificação das tarefas que tem folga “0”, ou seja, críticas e também permite o cálculo das folgas das atividades não críticas e a margem as mesmas tem para se deslocar, possibilitando o nivelamento de recursos.

2.5.1.1.3 Definição das precedências

A terceira etapa da construção do cronograma executivo é a definição das relações de precedência entre as atividades, que se configura por uma sequência lógica e exequível do projeto. O fracasso na criação dos links prejudica o cronograma como um todo e pode torná-lo inexecuível, portanto para Mattos (2010) esta é uma das atividades mais relevantes para o planejamento.

Excetuando a primeira e a última tarefa, todas as demais do cronograma devem ter uma predecessora e uma sucessora. Predecessora é aquela tarefa que acontece antes da tarefa em análise, ao passo que as sucessoras são aquelas que ocorrem depois.

Para as tarefas existem quatro tipos de vínculo, que indicarão a ordem de ocorrência das atividades precedentes, são eles: Término a Início, Início a término, Término a Término e Início a início. Todas estas relações indicam qual a ordem de acontecimentos entre a atividade predecessora e a sua sucessora. Término a início significa que a atividade sucessora somente inicia com o término da sua predecessora. Início a término indica que a atividade predecessora inicia com o término da sua sucessora. Término a término indica que as duas atividades terminarão no mesmo dia e Início a início indica que ambas iniciam no mesmo dia.

Na rede de atividades a serem executadas em um cronograma, a maior parte delas só pode ocorrer com o término da atividade predecessora. Isso determina o prazo real que um projeto tem para ser executado, considerando as durações calculadas com base em dados e informações reais ou com base na experiência adquirida com o gerenciamento de contratos anteriores.

As relações de precedência devem ser bem analisadas e feitas com cautela de modo a produzir um cronograma exequível e real. Não adianta elaborar qualquer link ou fazer qualquer referência, o objetivo do planejamento é exatamente que as atividades planejadas sejam executadas conforme proposto. Mattos (2010, p. 97) afirma que “uma sequência incorreta vai gerar um produto sem qualquer aplicabilidade prática – isso será motivo para descrédito do planejamento e do planejador.”

2.5.1.1.4 Montagem do diagrama de rede

Mattos (2010) define o diagrama de rede como sendo uma representação gráfica das atividades levando em consideração a relação de dependência entre elas.

Existem vários métodos para elaboração de diagramas de rede, porém o mais utilizado e mais difundido é o método PERT-CPM, que teve origem entre as décadas de 1950-60 durante a Guerra Fria. Conforme Ávila e Jungles (2013), o método PERT, sigla em inglês que representa *Program Evaluation and Review Technique*, foi que permitiu a instituição da linguagem de planejamento e controle, gerando sucesso nos projetos da época. Conforme Mattos (2010), CPM é uma sigla em inglês que significa *Critical Path Method*, ou Método do Caminho Crítico. Inicialmente os métodos foram elaborados separadamente, porém como haviam muitas semelhanças entre si, os dois passam a ser abrigados pela denominação de PERT/CPM, e conforme afirmam Ávila e Jungles (2013), a diferença encontra-se no fato de

as durações das atividades no modelo PERT era dada de maneira probabilística e no modelo CPM de forma determinística.

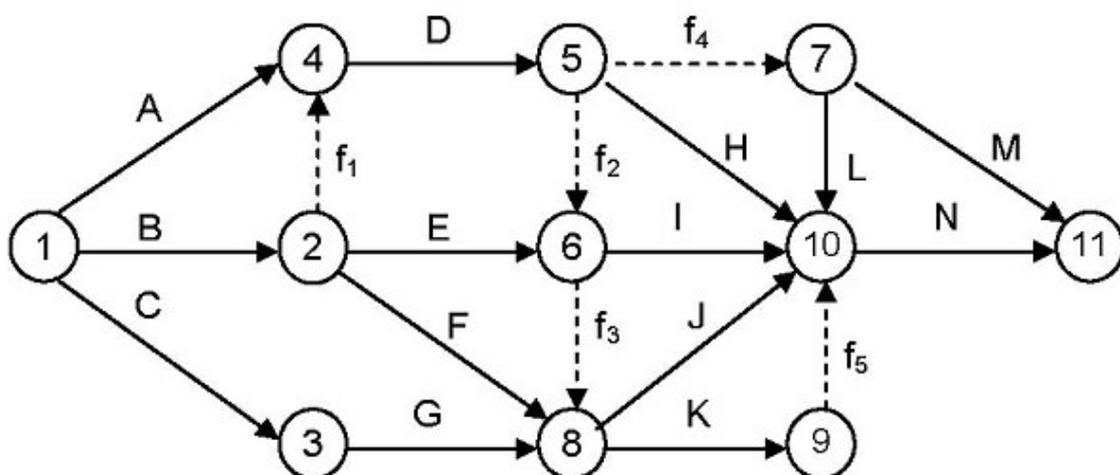
Para Ávila e Jungles (2010), com o desenvolvimento do método PERT/CPM houve a minimização de problemas como atrasos, estrangulamentos da produção, interrupções de serviços, além do conhecimento antecipado de quais são as atividades críticas, acompanhamento do desenvolvimento favorável ou desfavorável de cada etapa do projeto permitindo a constatação dos possíveis problemas e a tomada de decisões em tempo hábil, além de ser um forte instrumento de planejamento, coordenação e controle.

Para a montagem da rede de planejamento, Limmer (2012) relaciona alguns procedimentos a serem seguidos:

- a) Listar todas as atividades de projeto;
- b) Estabelecer a ordem de execução das atividades, ou seja, a lógica da rede;
- c) Determinar a duração de cada atividade;
- d) Determinar os eventos inicial e final da rede;
- e) Determinar as atividades que podem ser executadas em paralelo;
- f) Calcular as datas do evento inicial e final de cada atividade;

A figura 5, representa um modelo exemplificando qual a configuração esquemática de um diagrama de rede PERT-CPM:

Figura 5 – Diagrama de PERT-CPM



Fonte: O Blog do Mestre. Acesso em 04/10/2017

O diagrama acima representa um projeto qualquer, onde os círculos representam as atividades, o círculo 1 e o 11 representam os marcos de início e término do projeto, as setas

representam o encadeamento das tarefas e as setas pontilhadas representam as atividades fantasma, que são aquelas inseridas para resolver problemas de numeração ou de lógica.

Para projetos de maior magnitude, existem softwares disponíveis no mercado para facilitar a elaboração de cronogramas, baseados no modelo PERT-CPM, como por exemplo o MSProject, que diminui grandiosamente os esforços operacionais, porém, como frisa Mattos (2010), de nada vale ter em mãos o melhor software computacional se os dados de entrada não fizerem sentido, por isso, é preciso ter o cuidado de verificar se as informações são consistentes antes de se imputar dados ao programa.

2.5.1.1.5 Identificação do caminho crítico

Mattos (2010) define o caminho crítico como sendo as atividades que concorrem para a determinação da duração total do projeto. Nestas atividades o tempo mais cedo e o tempo mais tarde para execução são os mesmos.

Ávila e Jungles (2013) definem o caminho crítico como sendo formado pelas atividades que apresentam folgas de atividade e de evento com valores iguais a zero.

Em resumo, as atividades críticas são aquelas que devem ser o foco de atenção, com o intuito que ocorram sempre no prazo estipulado, haja visto que o atraso na conclusão destas impacta diretamente no prazo final do cronograma.

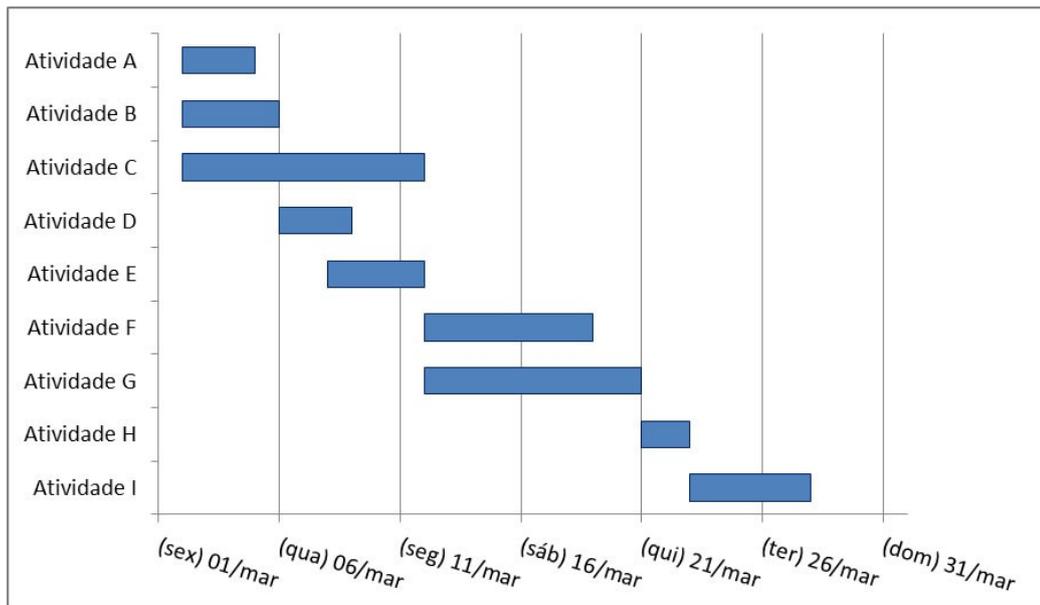
2.5.1.1.6 O Cronograma

Após serem concluídos todos os processos elencados anteriormente, a associação destes resultados obtidos gera o cronograma executivo do projeto. Mattos (2010) entende o cronograma como sendo a materialização gráfica dos resultados obtidos a partir dos cálculos de rede PERT/CPM.

O cronograma após concluído terá a função de orientar a execução das atividades do projeto, sendo assim, o gerente e a sua equipe de apoio poderá, a partir dele, programar as atividades diárias de campo, instruir a equipe quanto a prioridade de execução, gerenciar os suprimentos bem como iniciar as compras de materiais e insumos, programar a disponibilidade de equipamentos, recrutar operários, aferir o progresso das atividades e fazer todo o monitoramento delas, bem como replanejar atividades e manter o seu controle.

Um modo bastante utilizado de representação gráfica dos cronogramas é o Gráfico de Gantt², que nada mais é do que um gráfico simples cujo comprimento das barras representa a duração das atividades, cujas datas de início e fim podem ser lidas nas subdivisões de cada escala de tempo. A figura 6 a seguir ilustra o gráfico em questão.

Figura 6 - Representação de gráfico de Gantt



Fonte: <http://msoexcel.blogspot.com.br>. Acesso em 10 de outubro de 2017

A grande vantagem da utilização deste recurso é que ele se trata de uma ferramenta visual e de fácil entendimento. Mattos (2010, p. 202) afirma que “qualquer pessoa com um mínimo de instrução pode manusear um cronograma e dele extrair informação sem dificuldade.

Nos cronogramas tem-se os marcos, que conforme definição de Mattos (2010, p.203 “é um instante particular que define o início ou o final de uma etapa do projeto, ou o cumprimento de algum requisito contratual.” Os marcos geralmente são definidos pelo contrato e nestes casos as datas não são calculadas, mas sim, impostas, e aí cabe ao gerente tomar suas providências em tempo hábil para que estas datas sejam atendidas.

² Gráfico de Gantt, assim batizado em homenagem ao engenheiro norte-americano Henry Gantt, que introduziu o cronograma de barras como ferramenta de controle de produção de atividades, sobretudo na construção de navios cargueiros no início do século XX.

Existem uma série de vantagens e desvantagens acerca da funcionalidade dos cronogramas. Para melhor exemplificar, o quadro 2 elenca as principais:

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens da utilização do cronograma

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Sua apresentação é simples e de fácil assimilação	A sequência lógica é melhor compreendida no diagrama de redes
Facilita o entendimento do significado de folga	Fica difícil perceber como o atraso ou o adiantamento de uma atividade afeta a rede como um todo
É a base para alocação de recursos	Não elimina o recálculo da rede para atualização do programa
É a base para o cronograma físico-financeiro	
É ótima ferramenta para monitoramento e controle	
Serve para geração das programações periódicas e distribuição de tarefas aos responsáveis	
Serve para mostrar o progresso das atividades	

Fonte: Adaptado de MATTOS (2010)

Analisando rapidamente o quadro exposto acima, é possível perceber que são maiores o número de vantagens em relação ao número de desvantagens de se utilizar um cronograma para gerenciamento das atividades de um empreendimento de engenharia.

2.5.2 Alocação de recursos

Após a realização do planejamento do projeto, determinando o seu tempo e duração das atividades do mesmo é necessária alocação de recursos. Segundo Ávila e Jungles (2013, p.271) “alocação de recursos é uma metodologia destinada à distribuição temporal dos recursos a serem disponibilizados para a realização de qualquer projeto de forma mais homogênea possível e evitar uma brusca oscilação de demanda.”

É preciso verificar se todos os recursos destacados na estimativa de tempo, essenciais a execução de cada atividade, estejam disponíveis nas quantidades previstas, realizando aproximações sucessivas se os recursos estão sendo usados de forma racional a fim de localizar qual atividade consome recursos em maior ou menor quantidade. (LIMMER 2012).

Vale ressaltar que para cada empreendimento haverá uma alocação de recursos específica, que levará em consideração quais serão os essenciais para o desenvolvimento das atividades e sua disponibilidade conforme cada região, analisando sempre com relação a sua especificidade ou no critério de custos, sendo assim, esta tarefa se torna um ponto crucial para o bom desenvolvimento do projeto.

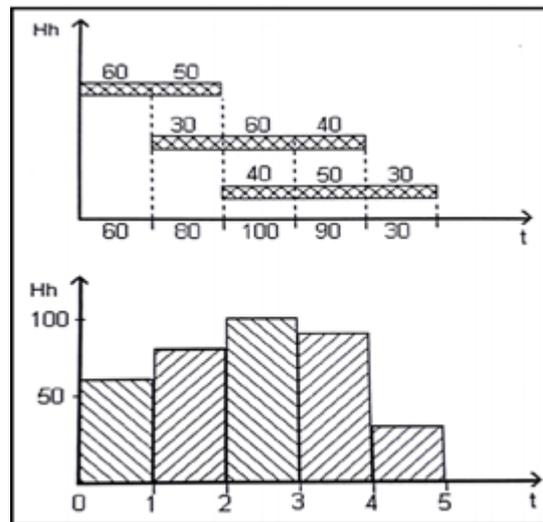
2.5.2.1 O Histograma de recursos

O histograma é uma ferramenta visual, que constitui um gráfico de barras, onde no plano horizontal é representado o tempo do empreendimento, geralmente em meses ou semanas, e no eixo vertical, a quantidade de recursos utilizados. Esta ferramenta é associada ao cronograma do projeto, pois em função da quantidade de homens-hora necessários em determinado período, os recursos devem ser compatibilizado para atender à demanda de prazo.

Limmer (2012, p.64) afirma que “o histograma mostra, de forma acessível a distribuição de um recurso ao longo do tempo de sua utilização, como mão-de-obra, materiais e equipamentos de construção necessários à execução do projeto.”

A fim de exemplificar o exposto acima, a figura 7 representa cronograma de distribuição de homens-hora, para um determinado empreendimento com um período de duração de 5 semanas.

Figura 7 - Cronograma e histograma de mão-de-obra



Fonte: Limmer (2012)

Nota-se que, na semana 3 é que está o pico de demanda de trabalho, considerando 100 HH. Para atender este volume de atividades, é necessário a alocação correta dos recursos, os quais serão calculados e subdivididos de forma a concluir a tarefa no prazo pactuado.

Com base no cálculo de homens-hora necessários em cada período do projeto, associado com o tipo de atividades que serão desenvolvidas, é possível determinar a equipe de trabalho e a sua mobilização no prazo correto. Como o processo de recrutamento e seleção de mão-de-obra muitas vezes acaba sendo moroso, a utilização desta ferramenta permite que estas decisões possam ser tomadas com antecedência e esta ação se torna muito proveitosa para o tempo do projeto.

Com o histograma de recursos, é possível fazer um comparativo de previsto e realizado, comparando a equipe de trabalho considerada no orçamento, com a equipe necessária no empreendimento. Isto gera uma fonte concreta de informação quando a assertividade do orçamento e pode ser um parâmetro a ser considerado no relatório de lições aprendidas.

2.5.2.2 Procedimento de alocação de recursos

Segundo Mattos (2010, p 229) “a alocação de recursos consiste na atribuição de recursos às diversas atividades do planejamento”, sendo assim, destacam-se alguns procedimentos para melhor distribuição desses recursos.

2.5.2.2.1 Priorização do caminho crítico

Toda a alocação de recursos deve girar em torno do caminho crítico do projeto, segundo Varalla (2003, p. 62) “entendemos como caminho crítico a maior cadeia em tempo de etapas dependentes, ou seja, o caminho crítico determina o tempo que levará a realização do produto.”

As atividades críticas requerem um cuidado especial na alocação de seus recursos, como essas atividades não possuem folga, qualquer modificação no tempo de execução destas atividades poderá alterar a data do evento final do projeto podendo alterar o prazo de entrega do empreendimento. (ÁVILA e JUNGLES 2013).

2.5.2.2.2 Disponibilidade de folgas e prioridade das atividades

Quanto menor for o grau de prioridade, maior a folga disponível para a execução da atividade, onde que folga de modo genérico corresponde a disponibilidade de tempo que a atividade pode utilizar, além de sua duração prevista sem afetar a duração pré-estabelecida para o projeto. Havendo constatação de folga nas atividades do empreendimento, é possível diminuir os recursos a ela previstos.

Para Ávila e Jungles (2013, p.274) “os recursos vinculados as atividades menos prioritárias, por apresentarem as maiores folgas, podem ser reduzidos aumentando seus tempos de execução.” Assim é possível reduzir a quantidade de equipes e, também de equipamentos previstos tendo por consequência o aumento do tempo de execução até o limite da folga calculada, ou então retardar o início de execução, fazendo com que recursos disponíveis depois de concluídas outras atividades sejam destinadas à execução da atividade que foi postergada.

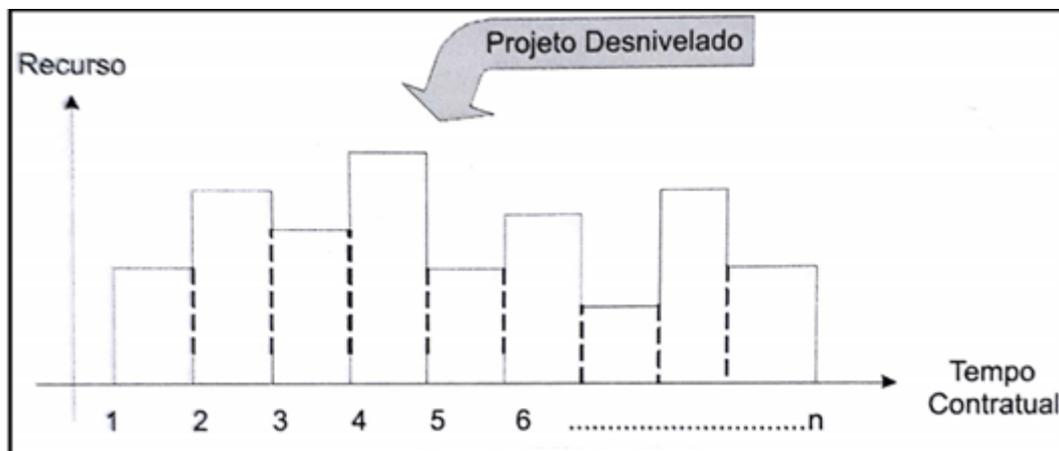
2.5.2.2.3 Compatibilidade numérica

Consiste na verificação do saldo acumulado da obra se esta compatível com o pré-determinados nas curvas S do projeto, caso haja desvios entre executado e o previsto, pode-se chegar em alternativas para melhor alocar os recursos, a fim de alcançar o que foi planejado.

2.5.2.3 Nivelamento de recursos

O nivelamento de recursos consiste na sua distribuição, buscando uma uniformização em função das grandes oscilações de demanda, objetivando uma maior linearidade em relação ao quantitativo de homens-hora utilizados em cada período do projeto. Mattos (2010, p. 240) afirma que o nivelamento de recursos “é o processo de suavização do histograma, que gera uma distribuição mais uniforme. Busca-se por meio do nivelamento atenuar grandes oscilações no histograma, tornando-o mais plano”.

Figura 8 - Exemplo de projeto com recursos desnivelados



Fonte: Ávila e Jungles (2013)

Para Ávila e Jungles (2013) esse processo tem como objetivo gerar um suprimento de recursos contínuo, de modo a evitar sucessivas mobilizações e desmobilizações de equipes de trabalho, em determinados picos de necessidade de recursos, como é possível verificar na figura 8.

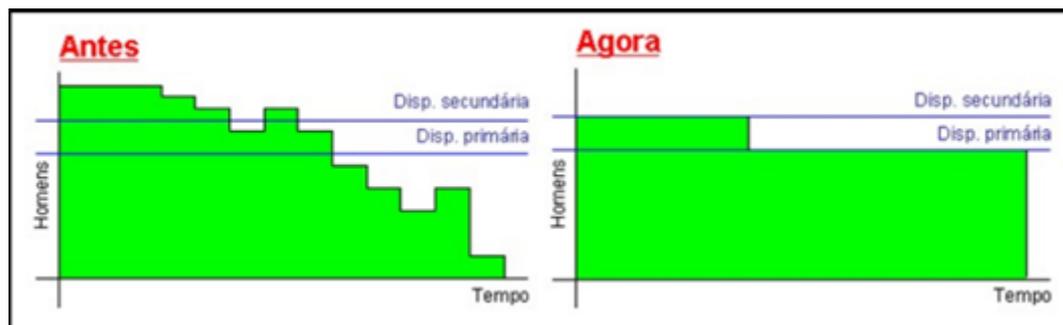
Para Mattos (2010, p. 240) “o procedimento básico do nivelamento é intuitivo e direto – consiste em “deslizar” a atividade não crítica dentro do seu limite de folga e buscar a condição de melhor uniformidade da quantidade de recursos requeridos em cada instante.”

Para cada tipo de recursos (mão-de-obra, equipamentos, matérias, financeiro) deve ser feito um nivelamento, priorizando sempre a demanda das atividades críticas pois elas tem influência direta no prazo final do cronograma do projeto.

O nivelamento dos recursos pode ser trabalhado em função da quantidade de folga total que as atividades apresentam, alterando-se a data de início e término. Desta forma se em um determinado período, os recursos estiverem superlocados, é possível fazer um trabalho em prol de suavizar este desnível e aproveitar a mão-de-obra alocada.

Na figura 9 a seguir, é possível verificar as alterações em um histograma após o trabalho de nivelamento dos recursos alocados.

Figura 9 - Antes e depois do processo de nivelamento de recursos



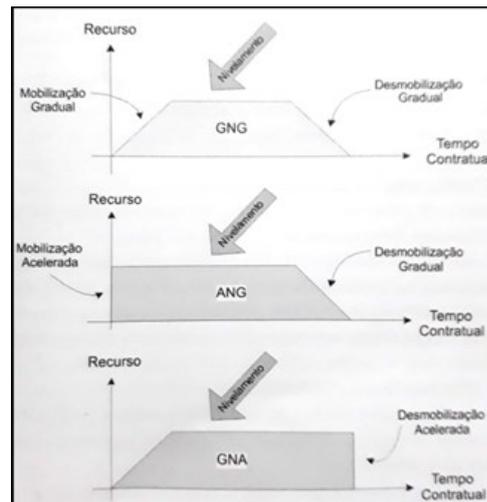
Fonte: <http://slideplayer.com.br>

Segundo ÁVILA E JUNGLES (2013) os padrões de nivelamento de recursos mais utilizados são GNG, ANG e GNA.

Os casos acima mencionados representam três diferentes formas de nivelamento de recursos, onde no padrão GNG, ocorre a mobilização gradual, em sequência um período de nivelamento e por fim um período de desmobilização gradual. No padrão ANG ocorre um

período de mobilização acelerada, seguida por uma fase maior de nivelamento e por fim uma desmobilização gradual. E por fim, no padrão GNA ocorre a mobilização gradual, um período de nivelamento na sequência e por fim uma desmobilização acelerada. Estes processos podem ser exemplificados na figura 10.

Figura 10 - Três padrões de nivelamento de recurso



Fonte: Ávila e Jungles (2013)

Em muitos casos os gerentes de projetos acabam deixando para realizar o nivelamento dos recursos necessários à execução da obra quando a mesma já está na fase de execução e percebem que os recursos previstos no cronograma ou em fase de orçamentação não foram utilizados da forma que havia sido prevista, tendo assim que buscar formas de adaptação para que seja possível atendimento aos prazos de entrega do empreendimento.

2.5.2.4 Curva S

Segundo Ávila e Jungles (2013, p.275) “a análise do saldo acumulado permite verificar se o numerário previsto é compatível para atender às exigibilidades da alternativa desejada”. Uma ferramenta proposta ao acompanhamento periódico de uma variável desses saldos acumulados é utilização da curva S.

De acordo com Lara (1996 apud MATTOS 2010) a curva S é uma curva totalizadora, acumulada, da distribuição porcentual relativa à alocação de determinados fator de produção ao longo do tempo.

Matematicamente, a curva S nada mais é que um gráfico onde o eixo horizontal é representado o tempo, que pode ser em dias, semanas, meses ou ano, e o eixo vertical informa

o saldo acumulado do objeto de análise, que pode ser faturamento, custos, quantidade de produção e dentre outros. (Figura 11)

Uma característica dos projetos, que os trabalhos iniciais e finais são menores em relação aos trabalhos intermediários e quando são lançados os saldos acumulados desses trabalhos do projeto em função do tempo, de forma gráfica o resultado apresenta a forma de uma letra S, por isso o nome de curva S. (MATTOS 2010).

Segundo Limmer (2012, pg.64), a curva S:

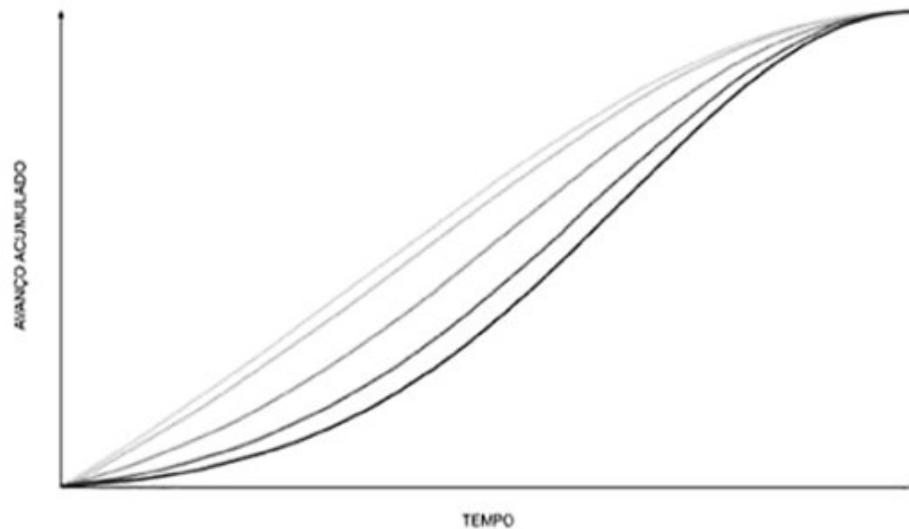
Mostra a distribuição de um recurso, de forma cumulativa, é amplamente utilizada no planejamento, programação e controle de projetos. Representa o projeto como um todo, em termos de homens-horas ou de moedas necessários à sua execução, e também permite visualizar o ritmo de andamento previsto para sua implementação.

A curva S é altamente particular ao objeto a que ela se refere e cada uma delas terá uma configuração própria, que indica os valores acumulados em um período de tempo, do que objeto que se está analisando. A exemplo, quando se elabora uma curva de avanço físico do empreendimento como um todo, está será diferente do que se for elaborar uma curva para parte deste mesmo empreendimento, isso pois ela é gerada em função do peso que a atividade representa no todo do projeto, ao longo do tempo.

Para Coutinho apud Heineck (1990) “a forma mais usual de aplicação da curva S usa o denominador comum monetário para expressar a quantidade de recursos que estão sendo consumidos ou aplicados em um projeto.”

É importante lembrar que para que a curva faça sentido, obrigatoriamente ela precisa ter uma base de comparação, analisando entre os avanços acumulados previstos e realizados, de forma que se possa perceber os desvios e corrigi-los em tempo hábil.

Figura 11 - Diferentes configurações para curva S



Fonte: Mattos (2010).

2.5.2.4.1 Curva S padrão

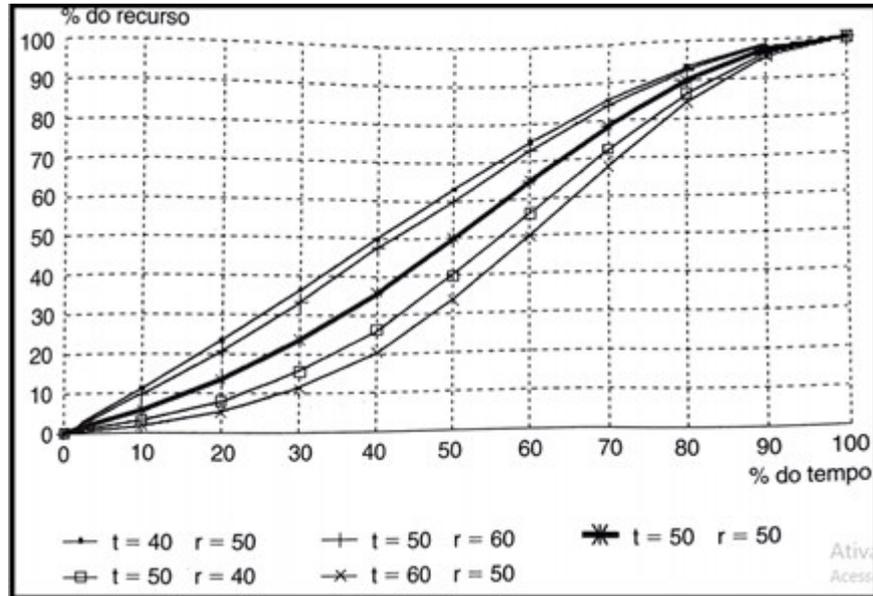
Durante o planejamento preliminar do empreendimento, ou pela falta de dados reais de projetos, é sempre importante fazer uma curva S padrão (ou teórica), para estimar o avanço de um projeto, correspondendo a um comportamento ideal do empreendimento. Segundo Mattos (2010) a curva S padrão pode ser utilizada também quando o planejador quer comparar a curva S do projeto com algum parâmetro teórico, através disso pode-se comparar o avanço previsto em relação a um avanço ideal perfeitamente equilibrado.

Para Limmer (2012, p.64) “o ritmo é definido pelo coeficiente angular da curva” sendo adotada na prática a utilização de umas dessas cinco curvas s padrão:

- a) Quando o projeto atinge 50% previsto completado em 50% do prazo total;
- b) Quando o projeto atinge 40% previsto completado em 50% do prazo total;
- c) Quando o projeto atinge 60% previsto completado em 50% do prazo total;
- d) Quando o projeto atinge 50% previsto completado em 40% do prazo total;
- e) Quando o projeto atinge 50% previsto completado em 60% do prazo total.

Limmer(2012) traz que em projetos que já tenham seu tempo de duração pré-estabelecidos, podemos utilizar uma dessas curvas mostradas na figura 12, em função da curva escolhida é feita a distribuição dos recursos necessários para a execução do projeto.

Figura 12 - Exemplificação de cinco opções de curva S



Fonte: Limmer (2012)

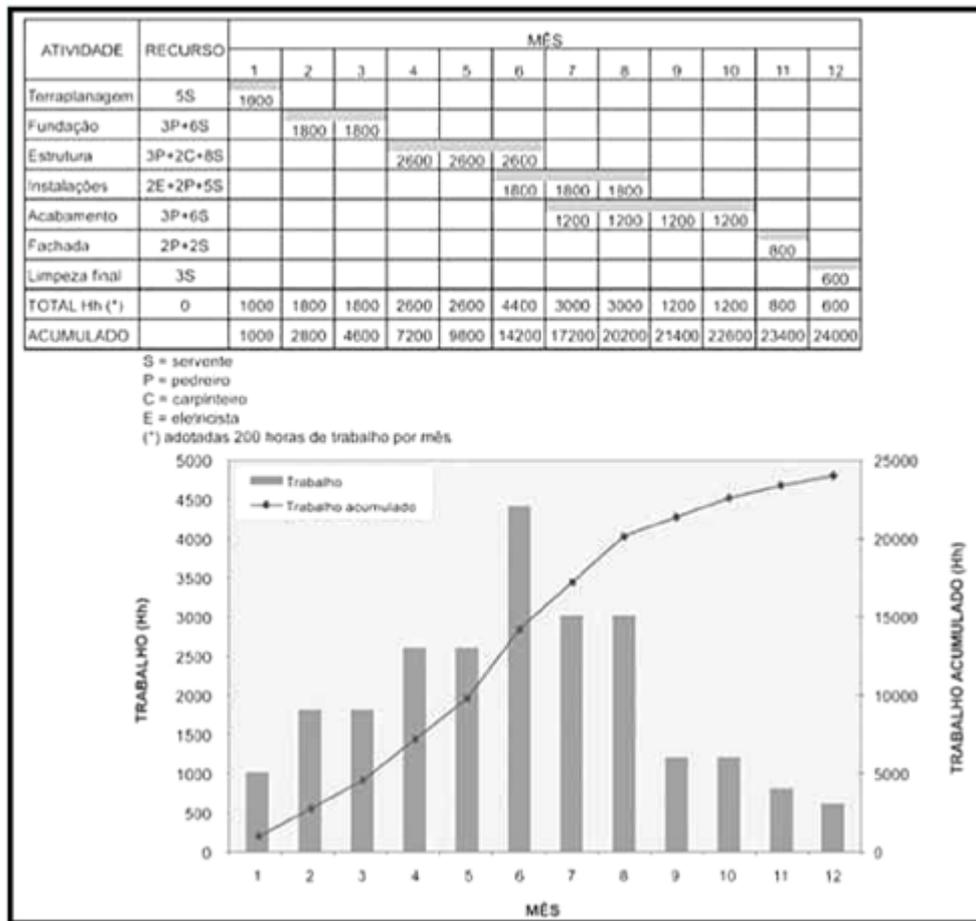
2.5.2.4.2 Curva S de trabalho

Nos empreendimentos é comum ter cronogramas com atividades bastante distintas e dessa maneira se torna difícil somar a produção dos diferentes tipos de tarefas. Como os trabalhos não tem a mesma unidade de medida, é fundamental determinar um parâmetro comum entre as atividades, sendo a unidade mais utilizada a HH (homem-hora).

Após o planejador unificar esses parâmetros entre as atividades, a partir do cronograma do projeto, acumulando os valores de cada unidade de tempo, lançando esses valores no gráfico, representando os valores acumulado em função do tempo, obtém-se a curva S de trabalho do projeto (MATTOS 2010).

Com figura 13 é possível exemplificar a obtenção de uma curva S trabalho através de um cronograma na unidade de HH.

Figura 13 - Cronograma com HH mês a mês acumulado com histograma HH aplicado a curva S.

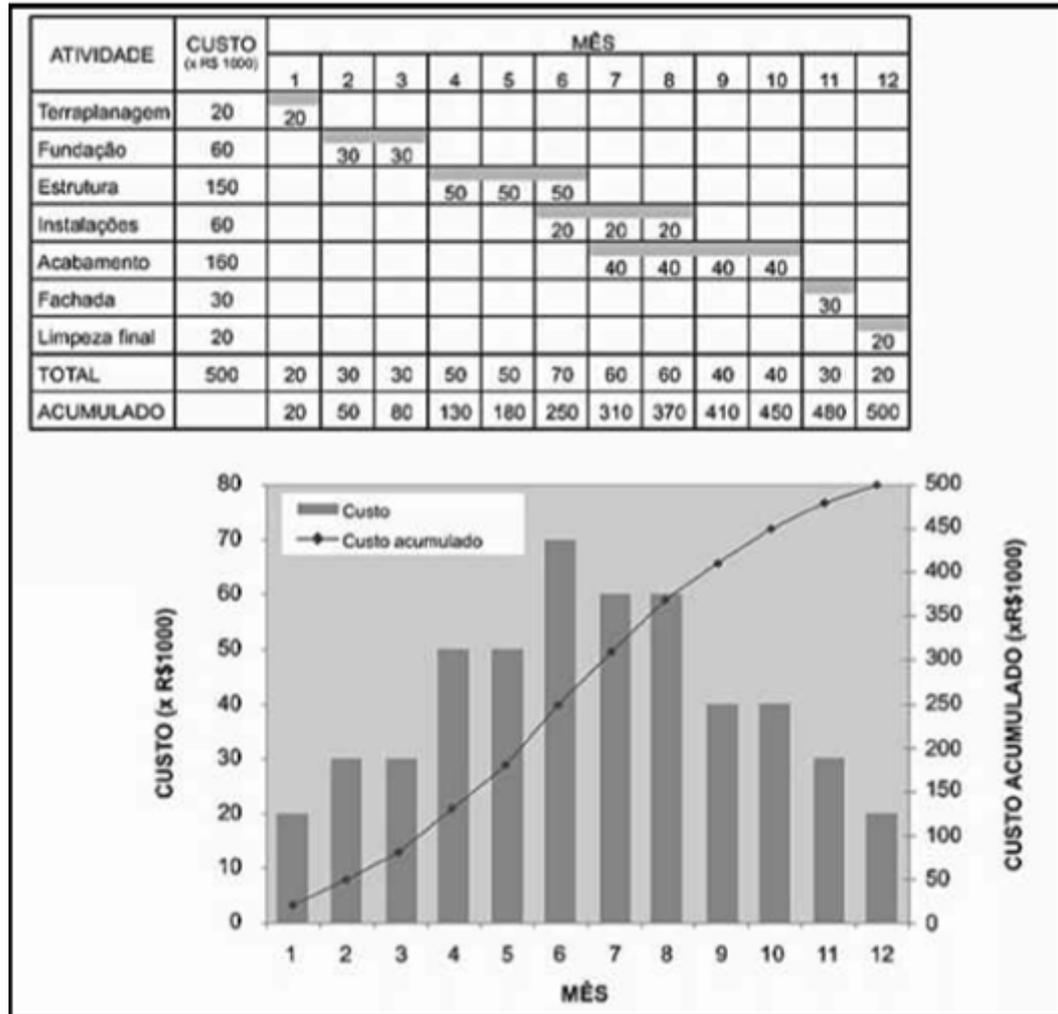


Fonte: Mattos 2010

2.5.2.4.3 Curva S de custos

Para Mattos(2010), a metodologia para obtenção da curva S de custos é a mesma utilizada para obtenção da curva S de trabalho, porém, as unidades de medidas analisadas são diferentes. A base para elaboração do documento é a mesma, ou seja, o cronograma executivo do projeto, porém, analisando o valor monetário em função do tempo, tem-se a curva S de custos. Como pode ser visto na figura 14.

Figura 14 - Cronograma com custo mês a mês e acumulado e histograma de custo e custo acumulado.



Fonte: Mattos (2010)

2.5.3 Controle

É a etapa em que se manifesta o monitoramento, controle do projeto e obra onde consiste na aferição do que foi projetado, no canteiro de obras de forma a gerenciar evolução do trabalho realizado, obtendo informações para apontar diferenças do prazo, custo e qualidade, tendo assim uma efetiva cobrança de resultados. O propósito do controle é verificar, identificar falhas e desvios no que foi executado analisando os resultados alcançados comparando com o planejado de modo a agilizar quaisquer ações corretivas, realimentando o sistema de planejamento a fim de evitar a reincidência de erros ou procedimentos administrativos inadequados. (AVILA e JUNGLES 2013)

Limmer (2012, p. 121) traz “o conceito de controle era o de uma ação a posteriori de verificação da regularidade de execução de um projeto, combinada com uma eventual providência para a correção ou eliminação de resultados negativos.”

Segundo Ávila e Jungles (2013) o processo de controle força a adequação e regulamentação de medidas administrativas para prática de trabalho acompanhando os custos e a produção. Essas medidas têm como função quantificar os serviços já realizados como: insumos gastos, mão de obra mobilizada, equipamentos utilizados, produtividade e desempenho ocorrido e gastos que esses serviços tiveram. Documentando e registrando adquirindo uma base de informações amparando a tomada de decisões sobre o comportamento do projeto.

O controle é necessário na determinação do nível de resultados alcançados, eficiência e os rendimentos de execução obtidos no cumprimento das atividades contratuais.

2.5.3.1 Sistema de controle

Para um sistema de controle eficaz é preciso analisar todos os aspectos do empreendimento quer sejam técnicos, financeiros, econômicos e gerenciais. Desde já o sistema de controle deve ser pré-estabelecido juntamente com planejamento do projeto.

Segundo Limmer (2012) o controle deve ocorrer simultaneamente com a implementação do projeto, a fim de verificar se há algum desvio na produção, falhas na execução do projeto ou omissões de planejamento, podendo assim atuar de forma mais precisa da ocorrência de possíveis defeitos, corrigindo os mesmo em tempo hábil, sem prejudicar o andamento ou a tempo de entrega do empreendimento.

Com a identificação rápida de possíveis desvios no projeto o sistema de controle realimenta o processo de planejamento, através das informações adquiridas pode-se obter novos parâmetros para melhoria ou adequação do planejamento realizado, aplicando ação corretiva necessária a contornar os desvios constatados. (AVILA e JUNGLES, 2013)

O nível de detalhamento do controle a ser realizado nos empreendimentos vai de encontro ao seu grau de complexidade para execução, porém, a filosofia de análise das informações é basicamente a mesma. Logicamente que, quanto maior for o empreendimento, maiores são as quantidades de variáveis a serem analisadas e maiores os riscos inerentes ao projeto, sendo assim, a rigorosidade do controle das informações é maior, o que não impede que um controle bem elaborado possa ser aplicado a empreendimentos de porte menor. Quanto mais domínio sobre os assuntos acerca do projeto, maior a chance de sucesso.

Ávila e Jungles (2006) que um controle eficiente deve ser capaz de responder a três questionamentos básicos:

- a) A execução realizada é compatível com a execução planejada, considerando tempo e o custo atribuídos a cada atividade parcial e ao projeto global;
- b) Qual a amplitude das variações e as causas da divergências ocorridas em relação ao previsto;
- c) Tendo por referência a execução de uma etapa de projeto, mantida a tecnologia e a forma de trabalho considerada como normal à realização do serviço, quais serão as necessidades futuras adicionais de tempo e de custo

Através destes questionamentos é possível obter as medidas e comparativos dos custos e dos trabalhos realizados com o que foi planejado, desenvolvendo um relatório de desempenho, realizando assim um acompanhamento eficaz, que contribui para replanejamento dos desvios detectados, registrando a experiência adquirida, construindo uma base de informação para que o planejamento possa corrigir esses desvios evitando a reincidência do mesmo erro.

2.5.3.2 Ações de controle

Como o objetivo do controle é identificação de variações de recursos da produção do projeto orçado com o executado, segundo Ávila e Jungles (2013) tendo em vista que o projeto abrange várias atividades diferentes, é possível dividir as ações de controle em três grandes grupos: controle de produção, custos e qualidade.

2.5.3.2.1 *Controle de produção*

Consiste na verificação das quantidades realizadas produtivamente em cada atividade comparando com o planejamento orçado, determinando dos desvios de tempo reais de execução, a quantidade de recursos utilizados (mão-de-obra, materiais, equipamentos) verificando com planejado nos cronogramas. Juntamente com a identificação das causas de possíveis desvios e no que eles irão influenciar sobre os prazos e custos do projeto. (LIMMER 2012)

Segundo Ávila e Jungles (2013) destacam-se duas atividades básicas no processo de controle de produção: medição e apropriação.

a) Medição

Realiza todo o trabalho de medição, de maneira quantitativa como volume de concreto lançado, volume de aterro, número de metros quadrados de azulejos assentados, ou de paredes construída. Após aferidas às quantidades executadas gera-se relatórios de medição, contendo a descrição dos trabalhos realizados, a produção prevista realizada para a semana, mês ou dia dependendo do regime de controle adotado, mostrando também os custos unitários e os quantitativos de produção permitindo fazer o comparativo do realizado com o esperado e orçado. (ÁVILA E JUNGLES 2013)

b) Apropriação

A apropriação corresponde a todo o registro e coleta de informação sobre os equipamentos e pessoas como, por exemplo, número de homens ou equipamentos destinados a uma determinada atividade, homens-hora ou horas de equipamento compreendidos em cada trabalho ou serviço, duração dos tempos em que foram realizados os serviços.

Permite-se a realização de registros para identificação do número de profissionais e os tempos dedicados a execução da uma atividade, determinar as horas trabalhadas com o fim de pagamento ou rateio de custos e calcular a produtividade real obtida por atividade ou serviço. (ÁVILA E JUNGLES 2013)

2.5.3.2.2 *Controle de custos*

Segundo Ávila e Jungles (2013) o controle de custos é a verificação se os valores praticados no período de orçamento e planejamento são os mesmos no período de implantação do projeto para permitir a margem de lucro preestabelecida. Assim os custos são divididos em dois grupos: Diretos e indiretos.

Os custos diretos são aqueles relacionados a execução de cada atividade singular sem contestar. Os custos indiretos são aqueles correspondentes ao projeto, como custos de administração que são despesas a serem suportada pelo projeto.

A medição de desvios ou variação dos custos pode ser realizada de duas maneiras: através do valor absoluto, que consiste na diferença do valor previsto com o valor realizado, ou valor relativo que se refere à mesma diferença de valor previsto com valor realizado só de maneira percentual.

Tem-se como exemplo um insumo com valor previsto de R\$ 25,00 por unidade, sendo que seu valor realizado é R\$ 38,00 realizando a análise de desvio, obtém-se que o desvio absoluto é dado pela seguinte equação:

Equação 4 - Desvio absoluto de custos

$$\Delta(\$) = VR - VP$$

Fonte: Ávila e Jungles (2013)

Calculando conforme exemplo citado acima, tem-se:

$$\Delta(\$) = 38 - 25 = 13,00R\$/unidade$$

Logo, o valor relativo é dado por:

$$\Delta(\%) = \frac{VR - VP}{VP}$$

$$\Delta(\%) = \frac{38-25}{25} = 0,52 \text{ ou } 52\%$$

Pode-se observar nos dois casos que o valor realizado ultrapassa o valor previsto no projeto. Com este tipo de análise identificam-se duas variações de desvio, uma quando a diferença é positiva e outra quando é negativa, como é o caso do exemplo.

Havendo a constatação de desvio, deve ser relado o motivo para o planejamento, realizando a análise de conformidade para amparar as decisões de eventuais ações corretivas, sejam elas de natureza técnica ou financeira.

2.5.3.2.3 *Análise de conformidade*

Segundo Ávila e Jungles (2013) a análise de conformidade apresenta se os trabalhos estão ou não ocorrendo conforme o planejamento do projeto, e alertar para a necessidade de ações corretivas, baseado no desvio ocorrido em cada atividade.

Através dos cálculos de desvios demonstrados no item anterior, são elaborados os relatórios contendo as informações obtidas para cada atividade em execução no empreendimento, documentando e medindo a frequência destes desvios motivando o planejamento a tomar decisões corretivas ou não.

Na análise de conformidade é possível encontrar três situações básicas: primeira quando os custos totais realizados são iguais aos orçados, onde os valores obtidos no planejamento foram iguais aos realizados, ocorrendo tudo conforme o previsto no projeto, a execução cumpriu o planejamento inicial, mantendo a margem de lucro predestinada; a segunda quando os custos totais realizados são inferiores aos orçados, desta maneira o ocorrerá lucro sem dúvidas, mas é necessário verificar as causas do desvio pra manter o controle no processo orçamentário a fim manter a competitividade no mercado; a terceira é quando os custos totais são superiores aos orçados, nesta possibilidade a empresa corre risco de prejuízo e a possíveis multas contratuais, pois o processo de execução extrapolou o planejado.

2.5.3.3 Índice de aproveitamento de obra (IAO)

O índice de avaliação de obras é uma metodologia de cálculo que estabelece um índice de evolução, definido de modo simples o desenvolvimento da obra. Esse método foi criado por Francisco Dacoregio tendo por objetivo definir a evolução no processo de construção, que conforme Ávila e Jungles (2013) podem ser elencadas as seguintes informações:

- a) Qual o grau de avanço do projeto para que o mesmo fosse realizado sem haver a interferência de considerações subjetivas do avaliador;
- b) Um método que levasse em consideração o grau de importância relativa entre as atividades dado que, comumente, apresentam custos distintos em tempos distintos.

- c) Um modelo e, especialmente, adotar um diagrama que permita demonstrar o desempenho do processo de construção fosse similar nos dois casos.

Com isso o método IAO analisa a evolução medindo o avanço físico em termos percentuais de cada atividade, ponderando com o valor financeiro incorrido pra esta mesma atividade no mesmo período de análise. Transformando os resultados obtidos em um diagrama com valor 1 (hum).

2.5.3.3.1 Método do IAO

Segundo Ávila e Jungles (2013), o método de IAO segue quatro etapas, sendo a primeira o cálculo do índice de desempenho da atividade, seguido da definição do fator de ponderação, depois o cálculo do índice ponderado e finalmente a determinação do IAO.

O cálculo do índice de desempenho da atividade, que é dado pela seguinte expressão:

Equação 5 - Índice de desempenho da atividade

$$ID(a)_t = \frac{AR(a)_t}{AP(a)_t} \times \frac{CP(a)_t}{CR(a)_t}$$

Fonte: Ávila e Jungles (2013)

Onde:

$ID(a)_t$ é o Índice de desempenho de uma atividade singular no período de análise.

$AR(a)_t$ é o Avanço Realizado da Atividade, que representa a porcentagem total executada da atividade no período de análise.

$AP(a)_t$ é o Avanço Programado da Atividade, que representa a porcentagem total programado em projeto no período de análise.

$CR(a)_t$ é o Custo Realizado da Atividade, que corresponde ao valor efetivamente pago pela realização da atividade no período de análise.

$CP(a)_t$ é o Custo Programado do projeto, que é o somatório dos custo da atividade no período de análise.

Na sequência vem a definição do Fator de Ponderação ($\varphi(a)$), obtido pela razão entre o somatório dos custos incorridos com a atividade e os somados custos incorridos com o projeto, dado pela expressão:

Equação 6 - Cálculo do fator de ponderação

$$\varphi(a)_{t=} \frac{\sum CP(a)_t}{\sum CP_t}$$

Fonte: Ávila e Jungles (2013)

Onde:

CP_t é o Custo do Projeto

$CP(a)_t$ é o Custo Programado do projeto, que é o somatório dos custo da atividade no período de análise.

A terceira etapa é o Cálculo do Índice Ponderado, $Ipa(n)_t$, dado pela equação:

Equação 7 - Cálculo do Índice Ponderado

$$Ipa(n)_t = \frac{AR(a)_t \times CP^2(a)_t}{AP(a)_t \times CR(a)_t \times CP_t}$$

Fonte: Ávila e Jungles (2013)

Por fim, tem-se a Determinação do Índice de Obra IAO é definido pelo somatório dos índices de ponderação para o determinado período de análise que é dado pela seguinte formula :

Equação 8 - Cálculo do IAO

$$IAO_t = \sum Ipa(n)_t$$

Fonte: Ávila e Jungles (2013)

2.5.3.3.2 Critérios de avaliação

A partir dos valores calculados com base nas equações supracitadas, tem-se os seguintes resultados:

- a) Quando o $IAO_t > 1$, fica característico uma evolução do projeto acima do planejado.
- b) Quando $IAO_t = 1$, a evolução ocorreu conforme o planejado.
- c) Quando $IAO_t < 1$, a evolução aconteceu abaixo do esperado em planejamento, necessário a verificação de alternativas para atender as expectativas contatuais.

O objetivo da aplicação das técnicas de planejamento e controle é que o IAO sempre esteja acima de 1, evitando que hajam problemas relacionados à atrasos, extrapolação de custos, problemas de progresso e diminuição da rentabilidade dos projetos como um todo.

2.5.3.4 Contratos

Os projetos de engenharia são regidos em sua maioria por contratos que, conforme Ávila (2004), é definido como sendo um acordo de vontades, realizado livremente por duas ou mais partes, que gera um compromisso com direitos e deveres recíprocos.

Os contratos são instrumentos regidos pela constituição federal, que legitimam um acordo entre duas partes e o torna uma obrigação. Quaisquer das partes mencionadas no contrato que descumprirem alguma cláusula acerca de suas obrigações, poderá ser cobrada judicialmente, conforme os preceitos da lei.

Existem diversos tipos de contratos, mas na engenharia, predomina o tipo *turn key lump sum contract*, ou do português, empreitada por preço global, que se enquadra nos contratos de preços fixos, onde a contratada deverá entregar o empreendimento completo e com todas as suas funcionalidades e o custo de todos os insumos, materiais, mão-de-obra, equipamentos aplicados ou não, deverão estar incluídos no preço final de venda. Vale completar que o valor do contrato neste regime de contratação é imutável considerando a moeda constante e a variação da inflação, não torna o contrato de preço móvel. (LIMMER, 2012).

É importante que quando uma empresa se submete à uma empreitada por preço global, ela deve considerar na sua etapa de orçamentação todos os óbices que possam vir a ocorrer durante a execução do empreendimento, ainda assim, considerar o fator de risco iminente ao contrato, tendo em vista que o seu valor só poderá ser aditivado entre as partes mediante inclusão de serviços que não foram detalhados nos projetos básicos e memoriais descritivos apresentados inicialmente pelo cliente à contratada.

Existe também a modalidade de empreitada por preços unitários, também de preços fixos, onde, conforme Limmer (2012, p. 158) define, “[...] o contratado se obriga a executar cada unidade de serviço previamente definida por um determinado preço acordado.” Nesta modalidade o contratado recebe pelos serviços comprovadamente executados, diferente do preço global, que caso alguma atividade seja suprimida no decorrer da execução, o valor considerado para esta será pago independentemente de comprovada esta execução.

Limmer (2012, p.167) elenca alguns elementos fundamentais para a elaboração de um contrato, conforme seguem:

- a) Definição do objeto;
- b) Identificação das partes contratantes;
- c) A definição das obrigações mútuas;
- d) A definição da responsabilidade técnica, civil e trabalhista na execução do contrato;
- e) A relação dos serviços a serem executados;
- f) Cronograma físico de execução e de desembolso financeiro;
- g) A relação e, sempre que possível, a composição dos preços acordados;
- h) As condições de pagamento e a retenção de caução;
- i) Prêmios e multas estabelecidos
- j) Condições específicas de execução de um contrato;
- k) Relação dos documentos anexados ao contrato;
- l) Condições para fiscalização do contrato;
- m) Normas para aceitação dos serviços executados;
- n) Condições para rescisão;
- o) Definição do foro para dirimir questões contratuais;
- p) Responsabilidades pelas incidências fiscais.

Analisando-se as vantagens e desvantagens sob a ótica dos contratos de preço físico, Limmer (2012) afirma que o contrato por preço global permite ao licitante uma melhor

comparação das propostas, além de oferecer maiores garantias contratuais e facilitar o gerenciamento do empreendimento, em contrapartida o preço global tende a ser maior que o preço total de outros regimes de contratação devido ao fator de risco incidente sobre o custo do projeto.

3 ANÁLISE CRÍTICA

Tendo como base todas as informações acerca do processo de planejamento e controle, é iminente que ao se aplicarem estas técnicas aos projetos de engenharia a chance de insucesso tende a diminuir em função do nível de critério que se pretende manter sob o contrato.

Infelizmente, muitas das empresas da construção civil não entendem o processo como sendo um ponto de favorecimento ao seu sucesso nas suas empreitadas e analisam a execução deste tipo de tarefas como sendo apenas requisitos para atender à necessidade dos clientes que as exigem e não como atividades incorporadas ao seu processo empresarial.

Os autores fizeram a análise crítica com base em empresas conhecidas porém as mesmas não serão citadas em sua verdadeira razão social a fim de manter a privacidade e confidencialidade nas informações aqui publicadas, sendo assim, ao ser feito algum comentário considerando informações analisadas na prática, figurativamente os autores citarão a empresa XYZ.

Partindo da fase de concepção, é nesta fase que devem ser feitas todas as considerações e todos os estudos necessários de modo diminuir os custos do projeto e manter a qualidade do mesmo. Deve ser uma etapa minuciosa e feita com cautela, porém, muitas questões acabam não sendo pensadas quando deveriam ser e os custos para corrigir os erros cometidos durante a concepção tendem a crescer exponencialmente, o que é extremamente prejudicial ao projeto e ao sucesso financeiro do mesmo.

Observou-se com relação a empresa XYZ, a elaboração de projetos e memoriais não é feita nas suas dependências, sendo este serviço sempre terceirizado, cabendo à ela a responsabilidade de analisar e validar todos os projetos executivos e retornar aos projetistas com seus comentários e considerações. Esta análise quase nunca é realizada devido à pequena estrutura do corpo técnico da empresa, o qual está sobrecarregado e com demandas urgentes, não havendo condições de tempo para análise e compatibilização dos projetos. Esta falta acaba por trazer inúmeros problemas, que refletem na compra de materiais, problemas executivos, e por consequência atraso no prazo de entrega do empreendimento. Uma forma de amenizar este tão sério problema seria a contratação de um profissional capacitado para desempenhar este tipo de atividade em caráter integral.

Sobre visita a obra nova, é uma etapa também fundamentalmente importante quando executada da maneira correta e eficiente, tendo em vista que, visitando o local onde será implantado o novo projeto, é possível que o gestor tenha conhecimento dos principais

pontos de atenção e também dos pontos de favorecimento, conhecendo os arredores e buscando parcerias para fornecimento de recursos humanos, suprimentos, maquinário, jazidas de depósito de material de terraplenagem e enfim, evitando grandes desgastes e podendo prever uma série de atividades as serem executadas para *startar* o projeto. A empresa XYZ, assim como outras conhecidas, optam por não fazer a visita, quando a mesma não é exigida, isto para evitar o custo de deslocamento até o local da obra, hospedagem, traslado e etc., o que acaba sendo uma economia de certo modo impensada.

Na fase de orçamentação e precificação é que ocorrem grande parte dos erros que levam o projeto ao insucesso. Sabe-se que muitas vezes a demanda de trabalho dos orçamentistas são elevadas e o prazo para concluir esta tarefa é curto, porém nesta busca incessante por agilidade é que se perdem algumas informações relevante e que deveriam ser consideradas no orçamento. O estudo do projeto básico ou executivo acaba sendo realizado de modo muito superficial e a probabilidade de haver a necessidade de dispensar recursos próprios para execução de tarefas é muito maior, isto gera uma diminuição considerável na margem de lucro.

Ainda sobre precificação, o cálculo do valor de venda é um item importante pra empresa e deve ser feito a partir de todas as informações necessárias acerca de tributação, valores de risco, o cálculo do BDI e considerar a margem de lucro esperada. Deixar de considerar estes fatores é um ponto muito grave e que pode acumular erros dos projetos e levar a corporação à um caminho desfavorável.

Na parte de gestão de contratos, onde se aplica o ciclo PDCA e as técnicas de planejamento e controle de empreendimento é que cabem as maiores críticas, pois as empresas não mobilizam seu tempo para fazer um bom trabalho de previsão, cálculo do tempo necessário para execução, consideração dos recursos necessários e isso acaba implicando na execução de forma caótica e desordenada do empreendimento.

Na empresa XYZ, o planejamento é considerado apenas um requisito de atendimento ao cliente e não um processo de trabalho que visa o melhoramento do desempenho das funções corporativas. Geralmente os cronogramas são elaborados com base em projetos básicos, os prazos acabam ficando inexequíveis, as comparações são feitas em *baselines* irreais, são necessários inúmeros retrabalhos de planejamento o que acabam por aumentar ainda mais o rateio dos custos indiretos inerentes aos projetos.

Percebe-se que o controle também não é periódico, a frequência de atualização dos documentos acabam por não ser constante, o que não gera margem de tempo hábil para aplicação de medidas corretivas, quando necessárias. Estes problemas também ocorrem

decorrentes à grande demanda interna dos planejadores, que acabam não tendo tempo hábil para demandar todas as tarefas do cotidiano. Sempre há necessidade de tomar medidas emergenciais para problemas advindos dos projetos e as atividades não tão urgentes, porém importantes acabam sendo deixadas para um segundo plano.

Uma grande deficiência em empresas de engenharia de pequeno e médio porte também é a falta de profissionais com domínio técnico na área de planejamento e controle de empreendimento, o que acaba sendo um fator de desvantagem, pois conforme visto no decorrer deste trabalho, a correta aplicação destas técnicas, por menor que seja, traz aos empreendimentos um valor agregado maior, elevando a qualidade do produto final e também leva a satisfação do cliente.

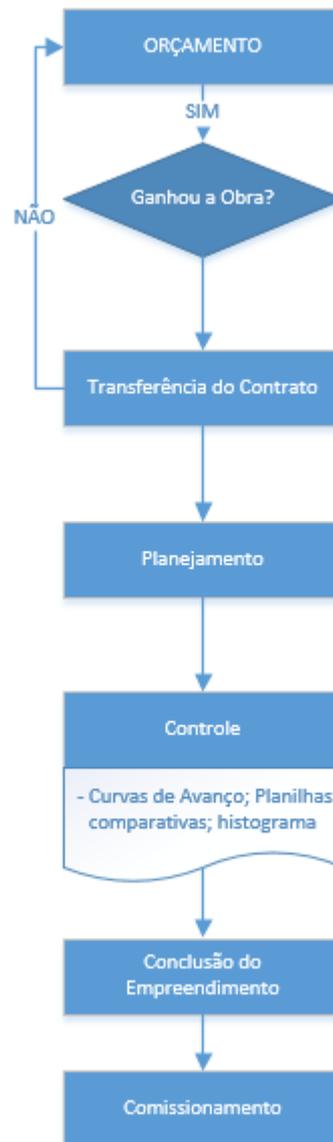
A figura 15, esquematiza de maneira simplificada a forma como deveria ocorrer o processo de planejamento de uma obra, desde seu princípio até o recebimento do CAF (Certificado de Aprovação Final) na empresa XYZ, iniciando na fase de orçamentação, continuando com a execução, paralela ao planejamento e controle e o término se daria com o recebimento do certificado final.

Terminada a orçamentação e com a divulgação do novo contrato, é designado o gestor e o técnico de planejamento, que serão responsáveis pela execução do projeto, a partir daí se inicia uma corrida contra o tempo a fim de elaborar toda documentação que o cliente exige para o início do projeto. Em muitos casos a assinatura do contrato está atrelada à entrega dos documentos de planejamento, como cronograma, EAP, planilhas de medição e dentre outros, porém o prazo é muito curto, o que faz com que a equipe faça um trabalho não tão bom quanto deveria e ao longo do projeto, ocorre diversos retrabalhos a fim de corrigir os erros cometidos na fase inicial.

Este processo é extremamente danoso, ocorre muito desgaste e desmotivação, o projeto não ocorre como deveria ocorrer e ocorre sempre um grande empenho para o atendimento do prazo pactuado. Geralmente as obras são atendidas no prazo, o que não significa o sucesso do projeto, tendo em vista que são dispendidos muitas fontes de recursos extras para que se consiga atender, perdendo muita margem de rentabilidade do projeto.

Se os processos de planejamento e controle analisados no decorrer deste trabalho fossem minimamente aplicados nos projetos da empresa XYZ, grandes resultados seriam alcançados, ou pelo menos, muitos erros cometidos durante a execução dos projetos poderiam ser evitados, levando a uma melhoria no desempenho das obras.

Figura 15 - Fluxograma empresa XYZ



Fonte: dos Autores (2017)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 CONCLUSÕES

O presente trabalho partiu da ideia de analisar criticamente como são feitos os processos de planejamento pelas empresas de engenharia com o intuito de se verificarem as diferenças nos resultados obtidos quando se aplicam as técnicas de planejamento e quando estas não são aplicadas, a fim de se utilizar estas ferramentas nos empreendimentos futuros, a serem executados pelos autores deste trabalho.

Para o desenvolvimento deste, realizou-se uma revisão literária a respeito dos temas relevantes para a realização da pesquisa. As etapas propostas na metodologia foram cumpridas.

Pode-se concluir que a engenharia civil conta com um processo elaborado de gestão, com ferramentas de planejamento, de orçamento, controle e documentos bastantes detalhados mas estes muitas vezes não são aplicados por diversos fatores, que acabam por não trazer o rendimento e a qualidade esperada para a execução dos projetos.

Uma grande dificuldade constatada para a aplicação destes processos na empresa estudada foi a falta de estrutura no corpo técnico e a grande demanda de trabalhos urgentes, que levam aos engenheiros e demais integrantes da equipe a optar por resolver primeiramente as demandas urgentes, deixando as demandas importantes em segundo plano. A falta de estrutura técnica foi ocasionada devido à grande redução do volume de obras nos últimos anos e consequentemente a diminuição dos faturamentos da empresa, o que obrigou a mesma a realizar uma grande mudança no meio corporativo.

Outra grande dificuldade na aplicação das técnicas é a parte comportamental e implementação de cultura nos colaboradores, que por muitas vezes demoram a entender os processos e entendem uma melhoria como uma aumento de demanda, e isto é um ponto preocupante para muitos indivíduos.

Finalmente é possível concluir que é difícil implementar um processo ou torná-lo exequível em uma corporação devido a diversos fatores, porém não é uma tarefa impossível e pode ser muito rentável e positivo. Um forte trabalho de motivação, associados a divulgação da metodologia e aplicação das técnicas nos processos empresariais pode melhorar grandiosamente a qualidade dos empreendimentos e proporcionar maior satisfação dos clientes, sendo esta também uma boa ferramenta de marketing para a empresa.

Ainda com base na análise realizada sobre a empresa XYZ, foi notadamente vivenciada uma grande melhora em diversos aspectos em um empreendimento em que minimamente foram implantadas técnicas de planejamento e controle. O nível de detalhe não foi tão explorador e tampouco a frequência de análise dos dados obtidos foi tão controlada, porém ao final do contrato, o cliente fez questão de lhes agradecer pela qualidade do produto final, pelo atendimento das suas necessidades e principalmente, por entregar a obra no prazo pactuado no contrato, sem a intervenção dos marcos contratuais intermediários.

É nítido que é possível a busca pelo melhoramento do processo e também com o mínimo de dedicação e cautela, o sucesso do empreendimento é garantido. Planejar não é prever que tudo ocorrerá perfeitamente sem interferência de fatores externos, mas sim, ter a habilidade e a capacidade de saber contornar os problemas iminentes e buscar em tempo hábil a aplicação de medidas corretivas que levem o projeto ao seu objetivo e alcance suas metas traçadas.

4.2 SUGESTÕES DE NOVOS TRABALHOS

Os autores recomendam que as empresas do ramo da engenharia estudem minimamente os processos de planejamento, que busquem iniciar lentamente o processo e medir o grau de melhora da qualidade das suas obras para assim, irem desenvolvendo ainda mais suas habilidades no ramo e ir de encontro ao sucesso em todos os contratos.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520: informação e documentação – citações em documentos - apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724: informação e documentação - trabalhos acadêmicos- apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ÁVILA, Antônio Victorino. JUNGLES, Antônio Edésio. **Gestão do Controle e Planejamento de Empreendimentos**. Florianópolis: Autores, 2013.
- ÁVILA, Antonio Victorino. **Precificação: Gerenciamento na Construção Civil**. Florianópolis, 2013.
- ÁVILA, Antonio Victorino. **Reconhecimento do Local de Obra Nova**, Florianópolis, 2014.
- GOLDMAN, Pedrinho. **Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil Brasileira**. São Paulo: Pini, 1997.
- HENRIQUE L. Corrêa, Irineu G. N. Gianessi e Mauro Caon – **Planejamento, Programação e Controle da Produção** – 4ª Edição – Editora Atlas 2001.
- JUNGLES, Antônio Edésio. ÁVILA, Antonio Victorino. **Gerenciamento na Construção Civil**. Chapecó: Argos, 2006.
- LIMA, Luiz F.Tomaz. GOMES, Norma G. Urban. **Integração entre planejamento e contratações na construção civil**. *Revista Téchné*, São Paulo, v. 244, n.1, jul.2017. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/244/artigo382385-1.aspx>>. Acesso em: 7 set. 2017.
- LIMMER, Calr V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- MATTOS, Aldo Dórea. **Como Preparar Orçamentos de Obras**. São Paulo: Pini, 1965.
- MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010.
- O BLOG DO MESTRE. **Diagrama de Rede PERT/CPM**. Disponível em <<http://www.oblogdomestre.com.br/2015/10/DiagramasDeRede.PERT.CPM.Variedades.html>> Acesso em: 04 out. 2017
- PEREIRA, Maurício Fernandes. **Planejamento Estratégico: teorias, modelos e processos**. São Paulo: Atlas, 2010.
- PRODANOV, Cleber Cristiano. FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Rio Grande do Sul, 2013.

PMBOK, Project Management Body of Knowledge – PORTUGUÊS – EUA: Project Management Institute, 2000.

SAMPAIO, Fernando Morethson. **Orçamento e Custo da Construção.** São Paulo: Hemus, [19--?].

SERRANO, Daniel P. **Portal do Marketing: Tudo Sobre Marketing.** Disponível em <http://www.portaldomarketing.com.br/Artigos3/Ciclo_PDCA.htm>. Acesso em: 14 set. 2017.

SILVA, Mozart Bezerra da. **Manual do BDI: Como incluir benefícios e despesas indiretas em orçamentos de obras de construção civil.** São Paulo: Editora Blucher, 2006.

VARALLA, Ruy. **Planejamento e Controle de Obras.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

ZOPPA, Alexandre. **Desmistificando a curva S no planejamento.** Disponível em > http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1726> Acesso em: 11 de out. de 2017.