

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

PATRICIA MEIRA RIBEIRO DE LIMA

**UMA COMPARAÇÃO DA APLICABILIDADE DO PERT/CPM COM O
MÉTODO DE CORRENTE CRÍTICA NO GERENCIAMENTO DE
PROJETOS DE CONSTRUÇÃO DE LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

**JOÃO PESSOA
2013**

PATRICIA MEIRA RIBEIRO DE LIMA

**UMA COMPARAÇÃO DA APLICABILIDADE DO PERT/CPM COM O MÉTODO DE
CORRENTE CRÍTICA NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO
DE LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção

Área de concentração: Gestão da Produção

Subárea: Tecnologia, Trabalho e Organizações

Professor Orientador: Prof. Dr. Márcio Botelho da Fonseca Lima

João Pessoa
2013

L732u Lima, Patrícia Meira Ribeiro de

Uma comparação da aplicabilidade do PERT/CPM com o método de corrente crítica no gerenciamento de projetos de construção de linhas de distribuição de energia elétrica. / Patrícia Meira Ribeiro de Lima – João Pessoa, 2013.

135f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Márcio Botelho da Fonseca Lima

Dissertação (Curso de Mestrado em Engenharia de Produção. Centro de Tecnologia - CT. Universidade Federal da Paraíba - UFPB.

1. Gerenciamento de Projetos 2. Teoria das Restrições 3. Corrente Crítica I. Título.

BS/CT/UFPB

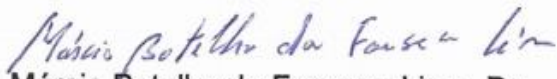
CDU: 658.5(043)

PATRICIA MEIRA RIBEIRO DE LIMA

**UMA COMPARAÇÃO DA APLICABILIDADE DO PERT/CPM COM O MÉTODO DE
CORRENTE CRÍTICA NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO
DE LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

Dissertação julgada e aprovada em 29 de outubro de 2013 pela banca examinadora como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Márcio Botelho da Fonseca Lima, Dr.
Universidade Federal da Paraíba-UFPB
Orientador



Prof. Ricardo Moreira da Silva, Dr.
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Examinador Interno



Prof. Antonio de Mello Villar, Dr.
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Examinador Externo

Dedico esse trabalho a toda minha família em especial a minha querida avó Angelita Fernandes Ribeiro (*in memoriam*) que me ensinou a ter força com doçura, a ter coragem com pureza e a manter a fé enquanto o mar estiver revolto. Por quem tenho as melhores lembranças e as maiores saudades.

AGRADECIMENTOS

Neste momento gostaria de perpetuar meus agradecimentos a algumas pessoas, dentre as muitas que contribuíram para realização desse trabalho.

A Deus, que me concedeu o dom da vida e que me conduziu em seus braços quando passei pelo vale da sombra da morte. Obrigada Pai Querido por teu amor e por tua misericórdia, a ti Senhor seja dada toda a honra e toda a glória.

Aos meus pais, Petrônio e Maria Meira pelo amor, dedicação, exemplo e confiança em mim, por acreditar em meus sonhos e por estar eternamente em meu coração.

Ao meu esposo Ronaldo, o amor de minha vida, que foi um presente que Deus me deu, para cuidar de mim, me proteger e me amar. A quem admiro e tenho o maior orgulho de ser sua esposa. Te amo meu amor.

Aos meus irmãos, Cláudia, Angelita e Lamartine, por me fazer feliz simplesmente por tê-los ao meu lado, não sei explicar o orgulho que tenho de vocês.

Aos meus sobrinhos Davi Henrique, Vinicius, Angelina e Isabela por cuidarem de mim e por fazer meus dias mais felizes.

A minha tia Salete (Vivinha) por ser minha eterna protetora e por me amar com amor de mãe e a minha prima Rejane Maria por todo seu carinho.

A minha tia Socorro Meira e minhas primas Ângela, Diana, Sandra, Silvana e Joana pelo amor e carinho, por ser exemplo para mim e meu orgulho de ser 'Meira', amo vocês.

Aos meus cunhados e cunhadas pelo carinho, em especial a Jair Salviano, por sua bondade e coração puro, por estar sempre presente em todos os momentos.

A minha querida Maria de Fátima da Conceição, minha 'Nenê', que sempre me amou, cuidou e ainda cuida de mim como a uma filha.

À toda minha família, pelo amor, suporte e dedicação que me foi dado em cada momento dessa trajetória. Pela paciência e compreensão nos momentos de ausência. Pela certeza que erros podem ser reparados e que feridas podem ser curadas, amo todos vocês.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Prof. Márcio Botelho da Fonseca Lima, pela atenção e consideração dedicadas a mim, pelo apoio prestado a esta pesquisa.

Aos professores, Ricardo Moreira e Maria de Lourdes Barreto, pela atenção e carinho com que sempre me trataram e pela confiança em mim depositada.

A minha amiga/irmã, Prof^a. Elaine Cristina Batista de Oliveira, por estar sempre ao meu lado, me apoiando irrestritamente e me ensinado a alçar voos mais altos.

Aos meus queridos amigos, Simone Maia, Petra Ramalho, Marcos Paulo, Lyds Araújo, Everaldo Flores, Rita de Cássia Flores, Kátia Cilene, Rachel Batista e Naelson Galdino, que sempre estiveram verdadeiramente ao meu lado.

As minhas amigas, Ana Araújo e Thatiane Santos, a alegria, a atenção e o carinho de vocês são combustível para mim, obrigada por tudo.

Aos amigos de sempre, Ygor Mendes, Galileu Henriques, Francisco César Maia, Luiz Guerra, Francisco Brasil, Ana Ligia Motta, Christiano Ventura, Stevon Schettino, Francisco Célio, Hipólito Losada, Lettyerry Veríssimo, Arnaldo Junior, Cláudia Lins, Cláudio Roberto, Jorge Ramalho, Alberico Alves, Humberto Batista, Samara Suzy, João Eugenio Neiva, Carlos Nilton, Fátima Ferreira, Elton Farias, Sintia Muniz e Vânia Maria, profissionais extraordinários e pessoas admiráveis que muito contribuíram para minha formação profissional e de quem recebi todo o apoio e suporte nesta caminhada. Agradeço a todos pelo aporte a esta pesquisa.

Agradecimento especial a Sávio Ricardo, amigo e incentivador, sempre motivante.

Aos meus amigos Herbert Guedes, Hamilton Brito, Gotelmann Rubens e todo o time de excelentes profissionais da Engeselt Engenharia e Serviços, pelos bons e inesquecíveis momentos que partilhamos, pela confiança depositada em mim e pela oportunidade de mostrar minha capacidade profissional.

Aos meus amigos de curso, Vanessa Pereira, Camille Sousa, Julyana Tavares, Elizama Marques, Adriana Souza e Eufrásio Vieira e a todos os colegas mestrando, pelo prazer de tê-los conhecido e pelos momentos memoráveis que vivemos juntos.

A Universidade Federal da Paraíba, UFPB, em especial ao Centro de Tecnologia e aos professores, coordenação, secretaria e apoios administrativos pelo aguerrido trabalho exercido em busca da excelência do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção.

A ONG Amigos do Peito, por me dar a oportunidade de lutar junto com vocês e levar a esperança e cura a todas quantas pudermos alcançar. Agradecimento especial para Rosana Porpino, por sempre me contagiar com sua alegria.

Por fim, gostaria de fazer um agradecimento especial aos meus amigos e médicos Marina Cartaxo, Wagner Leal, Joana Barros, Eulina Ramalho, Igor Lemos, Ana Carolina Ataíde, Kiara Vieira e Kelly Vilarim, que são meus 'amigos do peito', meus anjos da guarda, que tem o especial ofício de me aguentar pelo resto de nossas vidas e

sempre cuidar de mim, a todos meu respeito e gratidão, pelo carinho, pela atenção, pelo envolvimento, pela torcida, pela dedicação e pela amizade que nasceu num momento tão difícil, mas que permanecerá para sempre. Amo vocês.

Deus abençoe a todos. Muito Obrigada.

"Tu, porém, vai até ao fim..."
Daniel 12:13a

RESUMO

Nos últimos anos muito se tem falado a respeito de gerenciamento de projetos e de como as suas contribuições são importantes para as organizações que buscam excelência e efetividade em seus empreendimentos. Segundo o *Project Management Institute* (PMI), é estimado que 25% do PIB mundial estejam destinados a projetos, caracterizando cada vez mais o reconhecimento e a importância dessa metodologia e aumentando a sua difusão. As organizações que adotam essa metodologia de gerenciamento buscam vantagens competitivas, novas oportunidades de trabalho e até mesmo a conquista de outros mercados. Mas o que se percebe é que muitas organizações simplesmente não conseguem cumprir os prazos estabelecidos em seus planejamentos, e, diante dessa carência, apresenta-se neste trabalho o método de planejamento de tempos em projetos denominado Método da Corrente Crítica, que é a aplicação da Teoria das Restrições no ambiente de projetos, em uma simulação de sua aplicabilidade no planejamento das atividades de construção de uma Linha de Subtransmissão de energia elétrica de 69.000 volts. O objetivo deste estudo foi confrontar dois métodos de gerenciamento de projetos: o PERT/CPM e o Método da Corrente Crítica (CCPM) na construção dessa linha. As metodologias adotadas foram um estudo de caso, buscando entender através da análise documental de registros a forma e o comportamento do planejamento por PERT/CPM, e uma pesquisa experimental, por meio de uma simulação de planejamento utilizando o Método da Corrente Crítica. Como conclusão, este trabalho mostrou que o método CCPM reduz os prazos e absorve os desvios, sem comprometer a entrega dos projetos, desde que existam um comprometimento dos profissionais envolvidos e uma mudança radical na cultura organizacional da empresa analisada.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projetos. Teoria das Restrições. Corrente Crítica.

ABSTRACT

In recent years much has been said about project management and how its contributions are important to the organizations to seek excellence and effectiveness in its undertakings. According to the Project Management Institute (PMI) , it is estimated that 25 % of global GDP are allocated to the projects, featuring increasingly the recognizing and the importance of this methodology and increasing its diffusion. Organizations that adopt this management methodology seek competitive advantages, new job opportunities and even to conquer other markets. But what it is perceived is that many organizations simply cannot meet deadlines in its planning and, in the presence of this scarcity, this dissertation presents the method of time planning on projects called Critical Chain Method, which is the application of the Constraints Theory in the environmental of projects, in a simulation of its applicability in the planning of activities to build an electrical energy sub transmission line of 69,000 volts. The aim of this study was to compare two methods of project management: PERT / CPM and Critical Chain Method (CCPM) in the building of this line. The methodologies adopted were a case study, seeking to understand by documental analyze of records the shape and the behavior of the planning by PERT / CPM and a experimental research, through planning simulation using the Critical Chain Method. In conclusion, this study showed that the CCPM reduces the deadlines and absorbs the deviations, without compromising the delivery of projects, since there are a commitment of the professionals involved and a radical change in the organizational culture of the enterprise analyzed.

Keywords: Projects Management. Constraints Theory. Critical Chain.

LISTA DE ABREVIATURAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CCPM	<i>Crítical Chain Project Mangement</i> ou Método da Corrente Crítica
CCR	<i>Capacity Constrained Resources</i>
CM	<i>Closed Meeting</i> ou Reunião de Encerramento
CPM	<i>Critical Path Method</i> ou Método do Caminho Crítico
DER	Departamento de Estrada de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
FUM	<i>Follow Up Meeting</i> ou Reunião de Acompanhamento
GP	Gerente de Projetos
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
KOM	<i>Kick Off Meeting</i> ou Reunião de Partida
LT	Linha de Subtransmissão
MPP	<i>Microsoft Project Professional</i>
MS-DOS	<i>Microsoft Disk Operating System</i>
MTP	<i>MadTracker Pattern</i>
OCM	Ordem de Compra de Material
OPT	<i>Optimized Production Technology</i>
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i> ou Técnica de Avaliação e Revisão de Programa
PMA	Pedido de Material
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PMO	<i>Project Management Office</i>
PRM	<i>Project Review Meeting</i> ou Reunião de Consolidação
RAS	Relatório Ambiental Simplificado
SSQ	Método da Soma dos Quadrados
TM	<i>Transfer Meeting</i> ou Reunião de Transferência
TOC	Teoria das Restrições
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos do Sistema de Produção	23
Figura 2 - Empresas que utilizam a metodologia de Gerenciamento de Projetos	31
Figura 3 - Nível de Interação entre processos em função do tempo	32
Figura 4 - Os cinco grupos de processos	32
Figura 5 - As 9 áreas de conhecimento	34
Figura 6 - Integração entre grupos de processos e áreas de conhecimento	37
Figura 7 - Diagrama de Gantt	42
Figura 8 - Os 09 Princípios da Otimização da Produção OPT	49
Figura 9 - Os cinco passos da TOC	51
Figura 10 - Três perguntas que fundamentam o processo de raciocínio da TOC	53
Figura 11 - Cinco Processos de Raciocínio da TOC	55
Figura 12 - Associação das três perguntas com os processos de raciocínio da TOC	55
Figura 13 - Passos para implantação da Corrente crítica	58
Figura 14 - Estimativas das atividades do projeto com inserção da margem de proteção na duração das atividades	59
Figura 15 - Comportamento da Síndrome do Estudante	62
Figura 16 - Impacto da multitarefa no cronograma do projeto	63
Figura 17 - Efeito da Multitarefa com adição de tempo de setup	64
Figura 18 - Cálculo Simplificado do Pulmão	68
Figura 19 - Distribuição LogNormal	69
Figura 20 - Exemplo Clássico de Gerenciamento de Pulmões por níveis	70
Figura 21 - Exemplo de interface do MS Project	73
Figura 22 - Exemplo de gráfico de Gantt do MS Project	74
Figura 23 - Exemplo de Interface do <i>PS8 Sciforma</i>	76
Figura 24 - Exemplo de cronograma pelo Método de Corrente Crítica	77
Figura 25 - Desenho do Esquema Estrutural da Metodologia	87
Figura 26 - Grupos de Processos na empresa estudada	92
Figura 27 - Grupos de Processos com os eventos de controle na empresa estudada	94
Figura 28 - Planejamento da WBS pelo PERT/CPM	101
Figura 29 - Caminho Crítico do planejamento por PERT/CPM	102
Figura 30 - Recursos destinados à construção da LT	103
Figura 31 - Atraso nas atividades de Projeto Executivo	104

Figura 32 - Cronograma sumarizado do projeto por PERT/CPM	105
Figura 33 - Cronograma expandido do projeto	106
Figura 34 - Caminho crítico do novo planejamento do projeto	107
Figura 35 - Atividades concluídas dentro do prazo	107
Figura 36 - Desvio das atividades de Suprimento	108
Figura 37 - Desvio das atividades de Serviços.....	109
Figura 38 - Desvio das atividades de iniciais de Execução	109
Figura 39 - Desvio das atividades de Obra eletromecânica	110
Figura 40 - Desvio das atividades de Comissionamento e Energização	111
Figura 41 - Desvio das atividades de Encerramento	111
Figura 42 - Fotos de trechos da LT construída.....	112
Figura 43 - Cronograma de execução conforme realizado fisicamente	113
Figura 44 - Quadro comparativo do previsto x realizado da LT	115
Figura 45 - Cronograma sumarizado do projeto por CCPM	115
Figura 46 - Cronograma expandido do projeto por CCPM	117
Figura 47 - Programação através do Método dos 50%.....	118
Figura 48 - Programação através do Método da Soma dos Quadrados - SSQ.....	120
Figura 49 - Cronograma realizado 100% conforme planejado por CCPM.....	122
Figura 50 - Vantagens e Desvantagens dos métodos de planejamento	128

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Organizações com problemas no cumprimento dos prazos de seus projetos.....	20
Gráfico 2 - Causas mais frequentes de problemas na condução de projetos	38
Gráfico 3 - Aspectos mais importantes de toda a metodologia	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de estruturas de concreto utilizadas na LT.....	98
Tabela 2 - Relação de postes de concreto destinados a montagem de estruturas da LT	98
Tabela 3 - Quadro comparativo do cenário 4 da simulação	122

SUMÁRIO

CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO	18
1.1	DEFINIÇÃO DO TEMA E O PROBLEMA DE PESQUISA 18
1.2	OBJETIVOS 20
1.2.1	Objetivo Geral 20
1.2.2	Objetivos Específicos 21
1.3	JUSTIFICATIVA 21
1.4	DELIMITAÇÕES 22
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 22
CAPITULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1	SISTEMAS DE PRODUÇÃO 23
2.1.1	Tipos de Sistemas de Produção 24
2.1.1.1	Sistema de produção contínua ou de fluxo de linha 24
2.1.1.2	Sistema de Produção Intermitente (por lotes ou por encomenda) 25
2.1.1.3	Sistema de Produção por Projetos (sem repetição) 25
2.2	O GERENCIAMENTO DE PROJETOS 25
2.2.1	Histórico do Gerenciamento de Projetos 26
2.2.2	Fundamentos de Gerenciamento de Projetos 28
2.3	GERENCIAMENTO DO TEMPO EM PROJETOS 37
2.3.1	Processos de Gerenciamento de Tempo 40
2.3.2	PERT/CPM 41
2.4	TEORIA DAS RESTRIÇÕES - TOC 47
2.4.1	Processo de Decisão da TOC 51
2.4.2	Processo de raciocínio da TOC 53
2.5	CORRENTE CRÍTICA 56
2.5.1	O Método CCPM 57
2.5.2	Mecanismos de Segurança 59
2.5.3	Mecanismos de Desperdício 60
2.5.3.1	Lei de Parkinson 61
2.5.3.2	Síndrome do Estudante 61
2.5.3.3	Multitarefa 63
2.5.4	Pulmões - Definição e Utilização 65

2.5.4.1	Pulmão do Projeto	66
2.5.4.2	Pulmão de Convergência.....	66
2.5.4.3	Pulmão de Recursos.....	66
2.5.4.4	Pulmão de Capacidade	67
2.5.5	Métodos de Dimensionamento dos Pulmões	67
2.5.5.1	Método dos 50%	68
2.5.5.2	Método da Soma dos Quadrados	68
2.5.6	Gerenciamento dos Pulmões	70
2.6	SOFTWARES UTILIZADOS NA PESQUISA.....	71
2.6.1	Software Microsoft Office Project.....	71
2.6.2	Software PS8 Sciforma.....	74
2.7	SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO E LINHAS DE SUBTRANSMISSÃO	78
CAPITULO 3 - METODOLOGIA		80
3.1	NATUREZA E ABORDAGEM DA PESQUISA	80
3.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	83
3.3	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DE COLETA DE DADOS	84
CAPITULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES		88
4.1	CENÁRIO DA PESQUISA.....	88
4.1.1	A Empresa e a área examinada	88
4.1.2	O Escritório de Projetos na empresa examinada.....	90
4.1.3	Sistemática de Planejamento e Controle de Projetos na empresa examinada.....	92
4.1.3.1	Reunião de Transferência (Transfer Meeting - TM)	94
4.1.3.2	Reunião de Partida (Kick Off Meeting - KOM).....	94
4.1.3.3	Reunião de Consolidação do Planejamento (<i>Project Review Meeting –PRM</i>)	95
4.1.3.4	Reunião de Acompanhamento (<i>Follow Up Meeting - FUM</i>).....	95
4.1.3.5	Reunião de Encerramento (Closed Meeting - CM).....	95
4.1.4	Dificuldades encontradas na condução dos projetos.....	96
4.2	A LINHA DE SUBTRANSMISSÃO ESCOLHIDA.....	97
4.2.1	Planejamento e evolução das etapas construtivas	99
4.2.2	Atribuição de Recursos.....	102
4.3	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO POR PERT/CPM.....	103

4.4	DESVIOS EXPOSTOS PELO PLANEJAMENTO POR PERT/CPM	114	
4.5	SIMULAÇÃO DO PROJETO POR CCPM	115	
4.5.1	Cenário 1	116	
4.5.2	Cenário 2	119	
4.5.3	Cenário 3	121	
4.5.4	Cenário 4	122	
4.6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	123	
 CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS			
	FUTUROS	126	
5.1	CONCLUSÕES	126	
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	130	
 REFERÊNCIAS			131

CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO

Este capítulo trata da definição do tema e do problema de pesquisa, seguido da apresentação do objetivo geral e objetivos específicos, logo após pela justificativa do trabalho proposto e pela sua delimitação, e por último, é apresentada a estrutura deste trabalho.

1.1 DEFINIÇÃO DO TEMA E O PROBLEMA DE PESQUISA

Não é raro perceber nas organizações uma busca incessante por inovações e diferenciais competitivos para acompanhar as modificações econômicas, sociais e culturais que aconteceram nos últimos anos. A implementação de estratégias tem proporcionado importantes vantagens competitivas e, em alguns segmentos, esses fatores chegam a representar a sobrevivência das empresas.

Em resposta a essas exigências, surge a metodologia de gerenciamento de projetos como proposta de conduzir os empreendimentos temporários, únicos e multifuncionais, que caracterizam o processo de implementação de estratégias, inovação, adaptação e aperfeiçoamento.

A atividade de gerenciar projetos consiste em planejar, programar e controlar as tarefas de um projeto de forma que seus objetivos sejam alcançados, oferecendo uma visão integrada de todos os fatores envolvidos nestes projetos. Cada vez mais e mais empresas estarão trabalhando por projetos e dando menos importâncias aos chamados departamentos funcionais (MEREDITH, 2003).

Além disso, o gerenciamento de projetos oferece uma grande variedade de princípios, procedimentos, habilidades, ferramentas e técnicas que viabilizam o alcance dos objetivos previamente planejados.

Para Kerzner (2006), não se admite que um projeto seja implantado sem um planejamento, uma programação e um controle adequado, pois existem inúmeras variáveis que influenciam diretamente as atividades, tornando-os complexos e fazendo com que seus objetivos se distanciem do esperado.

É bem provável que muitos gerentes já tenham coordenado projetos ao menos uma vez, possivelmente utilizando apenas o bom senso, boas práticas herdadas de colegas, ou de um histórico de ações semelhantes, porém a

metodologia de gerenciamento de projetos propõe a condução de projetos de forma planejada e profissional, utilizando técnicas adequadas para cada uma das suas fases, enfatizando o momento do planejamento como fase essencial, considerando áreas como prazo, escopo, produtos e qualidade.

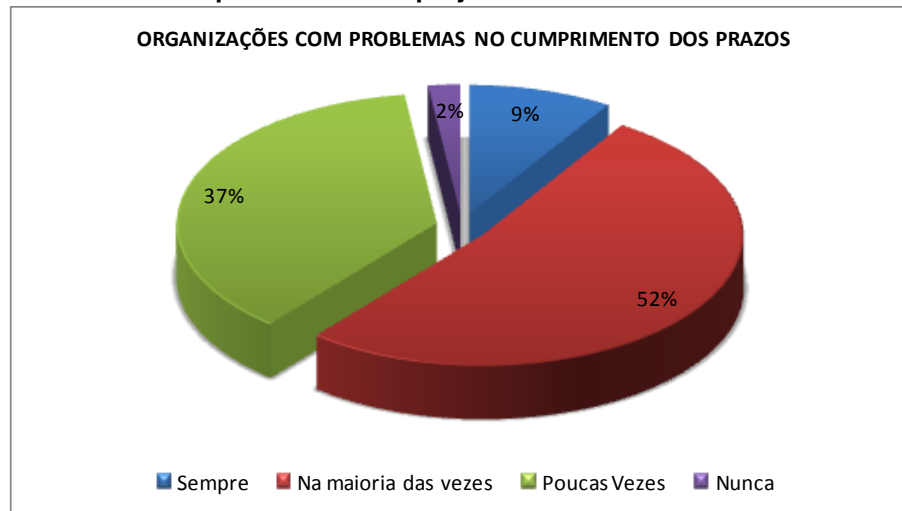
É possível observar uma grande dificuldade em atender juntamente ao planejamento dos prazos, do escopo e do orçamento dos projetos, onde estes são finalizados sem conseguir alcançar totalmente o escopo, ou terminarem na data determinada, ou no orçamento estipulado (LEACH, 2005).

Desse modo, a pressão sofrida pela necessidade de obter um melhor desempenho tem sido um grande desafio a ser enfrentado pelas empresas. É nesse momento que o Gerenciamento de Projetos surge como uma importante alternativa para minimizar estas inconsistências, advindo da possibilidade de analisar criticamente o andamento das atividades e fazer as correções necessárias quando ocorrem problemas ou mudanças que afetam o desempenho frente às metas determinadas.

O PMI (*Project Management Institute*) realizou um Estudo de Benchmarking em Gerenciamento de Projetos, no ano de 2012, e ele indica que 61% das organizações participantes, no universo de 730, costumam ter problemas no cumprimento dos prazos estabelecidos para seus projetos, 9% sempre têm dificuldades de cumprir seus prazos e 52% na maioria das vezes não os cumprem de acordo com o estabelecido.

No Gráfico 1 é apresentado o detalhamento desses resultados. Nesse sentido, este trabalho procura fazer uma comparação entre o Métodos PERT / CPM (PERT - *Program Evaluation and Review Technique* ou Técnica de Avaliação e Revisão de Programa) / CPM – *Critical Path Method* ou Método do Caminho Crítico) e o Método da Corrente Crítica (CCPM - *Crítical Chain Project Mangement*) ,na construção de linhas de distribuição de 69.000Volts.

Gráfico 1 - Organizações com problemas no cumprimento dos prazos de seus projetos



Fonte: PMSURVEY.ORG (2012, p. 88).

O modelo de Gerenciamento de Projetos por Corrente Crítica (*Critical Chain Project Management – CCPM*) se apresenta com o objetivo de melhorar a gestão dos projetos e o cumprimento dos prazos estipulados no planejamento destes projetos. Esse modelo utiliza a premissa de que a busca constante de uma melhor gestão de obras contribui para o crescimento da lucratividade e sustentabilidade dos negócios.

Nesse sentido, a pergunta de partida que norteou esta pesquisa consiste em: Para a construção de linhas de distribuição de 69000 Volts, o CCPM é mais eficiente do que o PERT/CPM, no que se refere ao gerenciamento de tempos de projetos?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho busca em seu objetivo maior confrontar dois métodos de gerenciamento de projetos, os Métodos PERT/CPM (*Program Evaluation and Review Technique / Critical Path Method*) e o Método da Corrente Crítica (CCPM - *Critical Chain Project Mangement*), através da comparação da aplicação destes métodos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Investigar o conhecimento disponível sobre gerenciamento de tempos em projetos, com destaque para o Método de Corrente Crítica;
- Conhecer a gestão dos projetos de construção de linhas de distribuição da empresa estudada;
- Comparar os resultados de um experimento de simulação da aplicação do método da Corrente Crítica com o planejamento utilizado na empresa estudada.

1.3 JUSTIFICATIVA

O conceito de sucesso de um projeto está intimamente associado a diversos fatores como atendimento do escopo e da qualidade, do bom aproveitamento do orçamento destinado e do cumprimento dos prazos estabelecidos no seu planejamento, tudo isso associado à necessidade de atingir os objetivos estratégicos da organização, que, por sua vez, gera o retorno esperado em função dos investimentos aplicados.

Considera-se que, neste contexto, a redução dos prazos de entrega e/ou a conclusão antecipada dos projetos provocam uma vantagem competitiva real no que concerne às estratégias empreendidas pelas organizações.

Atualmente existe uma busca muito forte por parte das empresas pela melhoria de seus processos, por intermédio da otimização de sua capacidade produtiva e de seus recursos, sejam humanos, financeiros, materiais ou estruturais. Essa procura leva as empresas a reconhecerem a importância de um bom gerenciamento de seus projetos e a estimular a buscar novos métodos e ferramentas que proporcionem essa melhoria.

Diante desse fato, este trabalho se justifica pela demonstração dos ganhos obtidos pela aplicação do Método de Corrente Crítica no planejamento das atividades de Construção de uma Linha de Distribuição de 69kV em uma empresa distribuidora de energia elétrica.

1.4 DELIMITAÇÕES

Em razão da exiguidade do prazo disponível para a conclusão desta dissertação, este estudo limitar-se-á apenas à problemática da Gerência de Tempos de Projetos, deixando de abordar a relevante questão do controle de custos de projetos, que poderá ser analisada em trabalhos futuros. Outra importante delimitação desta pesquisa concerne à tentativa de superar a contradição existente entre gerência de tempos e de qualidade, que não será efetuada neste trabalho.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação foi composta por cinco capítulos. Inicialmente, no primeiro capítulo, ou seja, na introdução, foram descritos o problema da pesquisa, a questão de partida, os objetivos gerais e específicos e a justificativa.

Em seguida, no segundo capítulo, foram apresentadas algumas considerações sobre o estado da arte em matéria de sistemas de produção e de gerenciamento de projetos, especialmente no que tange ao PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) e ao gerenciamento de tempo do projeto via PERT/CPM, seguido do detalhamento da principal teoria a ser abordada na dissertação, a saber, a Teoria das Restrições (TOC) e a Corrente Crítica, isto é, a TOC aplicada ao ambiente de projetos.

No terceiro capítulo foi apresentada a metodologia da pesquisa propriamente dita. Quanto à natureza, a pesquisa pode ser classificada como sendo Aplicada. Quanto à finalidade, trata-se de um estudo exploratório, apresentando também um caráter descritivo. Em suma, foram efetuados dois procedimentos de pesquisa: um estudo de caso relativo ao método PERT/CPM e um procedimento experimental via simulação do método CCPM.

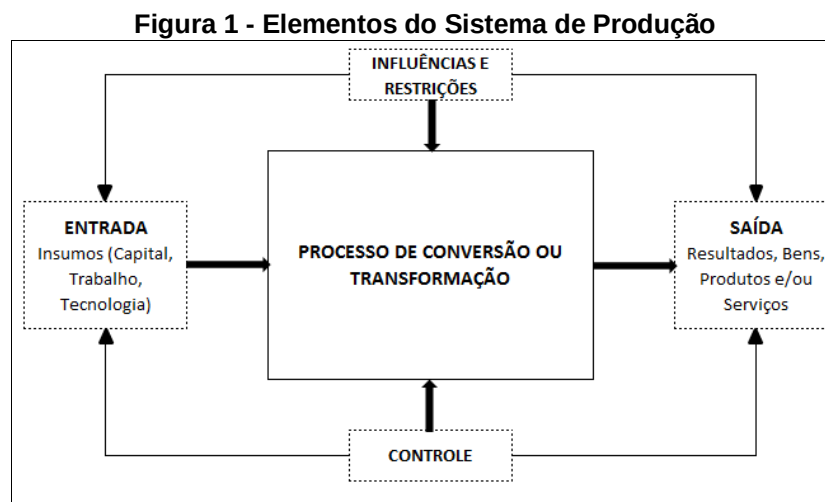
No quarto capítulo foram apresentadas a gestão dos projetos de construção de linhas de distribuição da empresa estudada e a simulação aplicação do método da Corrente Crítica, e os resultados da pesquisa e sua interpretação, de maneira a fundamentar apropriadamente as conclusões, as limitações do estudo e a proposição de trabalhos futuros, no quinto capítulo.

CAPITULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo busca apresentar as principais considerações na área dos Sistemas de Produção, Gerenciamento de Projetos, Teoria das Restrições, Corrente Crítica, PERT/CPM, MS Project, PS8 Sciforma e Linhas de Subtransmissão ou Distribuição de Energia Elétrica de forma ampla e conceitual.

2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

O conceito de sistemas na produção é definido por Moreira (1996, p. 8) como um “conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens (no caso da indústria) ou serviços”. Na Figura 01, pode-se visualizar o fluxo dos elementos do sistema de produção.



Fonte: Moreira (1996, p. 09)

Assim, o *Input* do sistema é também denominado de entrada ou insumos, que são os elementos que movem o sistema, que o faz funcionar e que são os recursos que serão transformados: a energia, a informação, mão de obra, capital, tecnologia, etc., pois, segundo Chiavenato (1989), nenhum sistema é autossuficiente ou autônomo para não precisar de insumos.

O processo de conversão ou transformação, segundo Slack *et al.* (1999 p. 31), “se caracteriza por ser um processo que utiliza recursos para mudar o estado ou condição de algo para produzir resultados”. Este processo de transformação se distingue em relação ao tipo de saída do sistema, pois quando se insere matéria

prima o resultado são produtos, já com relação a serviço, não há transformação, existe a criação ou prestação do serviço.

Os *outputs* são as saídas do sistema produtivo, são os resultados, produtos, bens e ou serviços, são os efeitos do processo de transformação. Para Kwasnicka (1990), os *outputs* dependem dos *inputs* e da habilidade com que foram administrados. Associado à premissa do sistema de produção *entrada-processamento-saída*, tanto as influencias e restrições quanto o controle buscam garantir que a efetividade seja alcançada ao fim do processo produtivo.

2.1.1 Tipos de Sistemas de Produção

São vários os fatores que influenciam a configuração de um sistema de produção. Para estabelecer suas características, é necessário essencialmente adequar e associar este sistema aos interesses estratégicos da organização. Para Moreira (1996), é possível diferenciar métodos e ferramentas gerenciais em função do tipo específico de cada sistema.

O mesmo autor apresenta a classificação dos sistemas de produção de forma clássica, concentradas em três categorias:

2.1.1.1 Sistema de produção contínua ou de fluxo de linha

Este sistema de produção contínua apresenta, segundo Slack *et al.* (1999), uma serie linear de operações, fluindo de um posto de trabalho para outro numa sequência prevista, que o dispõe como inflexível.

Moreira (1996), por sua vez, apresenta esse sistema com uma subdivisão em sistema de produção em massa (linhas de montagem de produtos) e sistemas de produção contínua (indústrias de processo), como a seguir:

- **Processo de produção em massa-** se refere a linhas de montagem, com fabricação de poucos produtos em larga escala, mas que obedecem a um padrão, com diferenciação apenas em relação à montagem final.
- **Processo de produção contínua-** se destaca por se posicionar em um nível acima da produção em massa, pela operação de volumes maiores do produto e variedade ainda menor do que a produção em massa.

2.1.1.2 Sistema de Produção Intermitente (por lotes ou por encomenda)

Este processo de produção se caracteriza por produção em lotes, onde, ao término da fabricação do lote de um produto, outros produtos assumem o seu lugar nas máquinas.

- **Processos de produção de *Jobbing*** são referentes a linhas de montagem que compartilham os recursos de produção com outros processos, produzem em volume baixo e em alta variabilidade.
- **Processo de produção em Lotes ou Bateladas** são bem parecidos com os processos de *Jobbing*, porém sem o mesmo grau de variabilidade, mas com um volume médio de produção.

2.1.1.3 Sistema de Produção por Projetos (sem repetição)

Este sistema de produção é utilizado para a execução de empreendimentos específicos que envolvem a manufatura de um produto único, exclusivo, bastante customizado, e não havendo um fluxo de produto, havendo sim uma série de tarefas distribuídas ao longo do tempo com pouca ou nenhuma repetitividade. Sua principal característica é a de volume baixo e alta variedade.

Para Slack *et al.* (1999), as atividades do projeto podem ter problemas de definição e que necessitem de ajuste ao longo do próprio processo. Esses autores continuam dizendo que a essência desse tipo de processo é que cada projeto tem início e fim bem definidos, onde o intervalo entre o início e o fim das atividades é maior, que necessita geralmente de um tempo mais longo de execução.

Para o PMBOK (2008), um projeto é um esforço único realizado para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Tem natureza temporária, que não significa necessariamente de curta duração, mas que tem predefinição de tempos para início e fim de suas atividades.

2.2 O GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Apesar de ter seu conceito bem definido, que comprovadamente agrega valor e retorno positivo na execução de empreendimentos, o Gerenciamento de Projetos

ainda não é a ferramenta básica de planejamento de todas as empresas. Muitas delas ainda nem conhecem sua importância e os ganhos originados pela implementação em seus processos. Nesse sentido, pode-se fazer uma explanação deste modelo, desde seu surgimento até à definição de conceitos, características e sua real importância no ambiente corporativo.

2.2.1 Histórico do Gerenciamento de Projetos

Ao se tomar como premissa o conceito de Projetos como empreendimentos únicos, elaborados e executados pelas organizações para criar novos produtos e serviços e implementar inovações em seus processos, pode-se conseguir enxergar sua aplicação em fatos históricos como a construção das pirâmides do Egito, da muralha da China, das antigas catedrais na Europa, entre outros.

Para Mendes (2006), não é possível realizar obras de porte considerável somente pela intuição. Usando as catedrais medievais como exemplo, o autor afirma que apesar de elas seguirem certo grau de planejamento, raramente essa estruturação é apropriada ou satisfatória para evitar atrasos de décadas e até mesmo de séculos. Nesse período, a condução desses projetos foi baseada nas características naturais do gerente e de sua equipe ou no que já se havia feito antes. De certa forma, era muito mais arte, sentimento, do que técnica.

As consequências econômicas herdadas da Revolução Industrial alteraram significativamente a complexidade dos novos negócios em escala mundial, surgindo a necessidade de gerir de forma sistematizada e orientar a forma de administrar estas organizações. Os projetos na maioria das vezes eram patrocinados pelo Estado, estimularam o crescimento da área de gerenciamento e foram decisivos para a o aparecimento de grupos que procuravam padronizar sua execução. Verzuh (2000) afirma que a maior parte da gestão de projetos moderna foi definida nos anos 1950, para desenvolver os principais programas de defesa da guerra fria.

Historicamente, a primeira grande organização a abordar os conceitos de organização das atividades e planejamento foi a *Central Pacific Railroad* 3, que, de forma empírica, iniciara a complexa tarefa de organizar milhares de trabalhadores em diversas frentes de trabalho e de ordenar suas atividades para a construção da primeira estrada de ferro transcontinental dos Estados Unidos da América.

Sampaio (2008) cita que era muito complexo para os gerentes de projetos organizarem as tarefas de iniciar, planejar, executar, monitorar/ controlar e encerrar as diversas atividades desenvolvidas por esses milhares de trabalhadores, e tudo isso por volta do ano de 1870.

Esta estrada de ferro ligava as cidades de Iowa, Nebraska e Alameda, Califórnia. Essa ligação conectou as costas do Atlântico e Pacífico por via ferroviária pela primeira vez na história. Nessa época, a única maneira de melhorar a produtividade e garantir uma entrega dentro dos prazos estimados era exigir mais horas de trabalho dos trabalhadores.

Frederick Taylor (1856-1915) iniciou seus estudos de forma detalhada sobre as sequências de trabalho no início do século XX. Usou o raciocínio científico para demonstrar que o trabalho pode ser analisado, planejado e melhorado se forem consideradas as suas partes elementares e desenvolveu sua teoria nas atividades da indústria do aço.

Segundo Sampaio (2008), Taylor ocupa um lugar de destaque na história da gerência de projetos, mas foi seu sócio, Henry Gantt (1861-1919), especialista em técnicas de planejamento e controle, que estudou detalhadamente a ordem de operações no desenvolvimento do trabalho.

Seus estudos de gerenciamento de projetos foram inicialmente aplicados na construção de navios durante a I Guerra Mundial, quando Gantt elaborou para planejar suas atividades diagramas com barras de tarefas e marcos que desenhavam a sequência e a duração de todas as tarefas em um processo. Os diagramas de Gantt se mostraram tão eficientes que suas premissas permaneceram inalteradas por quase cem anos.

Para Paula (2009), Henry Gantt estudou, de maneira detalhada, a ordem das operações no trabalho. Nenhuma alteração no diagrama de Gantt foi introduzida até os anos 90, quando algumas melhorias foram desenvolvidas e foram adicionadas linhas de ligação às barras de tarefa que referiam dependências mais precisas entre as tarefas. Taylor e Gantt e outros estudiosos ajudaram a desenvolver essa ferramenta analítica tão poderosa para gerentes que agrega ao processo de gerência como uma função distinta de negócio, que merece e necessita de estudo e de disciplina.

Paula (2009) ainda afirma que, só após a II Guerra Mundial, o Gerenciamento de Projetos começou a ser efetivamente estruturado e se tornaria uma disciplina. Para reforçar sua expansão, foram introduzidos e considerados fatores externos como as estratégias de marketing, as relações humanas e a busca pela qualidade. Nesse momento, a forma como os projetos eram organizados exigiram novas estruturas organizacionais e inéditos Diagramas de Rede, chamados de Gráficos PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e o método de Caminho Crítico (*Critical Path Method - CPM*) foram introduzidos, oferecendo maior domínio sobre os projetos.

Foi com a necessidade de bem entender, comunicar e integrar o trabalho que as organizações perceberam e consideraram o gerenciamento de projetos como uma ferramenta muito poderosa e, segundo Prado (2000), o gerenciamento de projetos foi considerado formalmente como ciência apenas no início dos anos 60.

Aproveitando o destaque dos projetos espaciais da NASA, em 1969, na Filadélfia, Pensilvânia, EUA, um grupo de cinco profissionais de gestão de projetos, liderados por Jim Snyder, se reuniu voluntariamente para discutir as melhores práticas de gestão. Torreão (2005) destaca que, a partir dessa iniciativa e pelos bons resultados dessa reunião, surge oficialmente o *Project Management Institute - PMI*, que atualmente é a maior instituição internacional, sem fins lucrativos, dedicada à difusão do conhecimento e ao aperfeiçoamento das práticas de gestão para profissionais envolvidos com projetos.

No ano de 1981, um guia, o *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), foi elaborado com o objetivo de roteirizar e formalizar as melhores práticas, padrões e linhas mestras para uma condução bem eficaz de projetos, que passaram a ser amplamente difundidas e utilizadas nas organizações e hoje são quase um pré-requisito essencial para qualquer profissional que busque bons resultados na condução de seus projetos.

2.2.2 Fundamentos de Gerenciamento de Projetos

Atualmente muitas empresas demonstram interesse em aprimorar a forma de gerenciar seus projetos e com isso alcançar melhores resultados em seus

empreendimentos. Para que se possa entender os conceitos principais da Gerência de Projetos, é necessário conhecer inicialmente o que é um Projeto.

Para Kerzner (2006), um projeto é um empreendimento com objetivo definido, que consome recursos e opera sob pressão de prazos, custos e qualidade. Já para Vargas (2005), projeto é um empreendimento não repetitivo, com sequência lógica e clara, de atividades início e fim, destinado a atingir um objetivo, considerando tempo, custos, recursos envolvidos e qualidade. Uma definição bem objetiva é a do PMI (*Project Management Institute*), através do PMBOK(2008), que diz que um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo.

Segundo Dinsmore (2006), projetos podem envolver desde uma única pessoa a milhares e ter a duração de alguns dias ou vários anos. Portanto existem diversos fatores que influenciam o sucesso de um projeto. A ISO 10006 define projeto como um “Processo único, consistindo de um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas para início e término, empreendido para alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos”.

Os projetos são muitas vezes confundidos com atividades do dia a dia como a rotina na organização, mesmo porque tanto os projetos quanto as atividades diárias são normalmente desenvolvidos de acordo com o planejamento estratégico da empresa, e são executados por pessoas, com associação de recursos e por meio de um planejamento. Carvalho (2009) diz que as atividades de projeto mais bem gerenciadas são chamadas de inteligentes, pois adicionam mais valor aos produtos e serviços, o que não ocorre com as atividades rotineiras.

Um projeto apresenta características de temporalidade, unicidade e de progressividade. De acordo com o PMBOK (2008), ser temporário significa que cada projeto tem um início e um fim bem definido e único por o produto ou serviço produzido ser diferente de todos os demais produtos ou serviços, mesmo que existam similaridades ao projeto. Dias (2005) destaca que os projetos têm atributos marcantes que os diferenciam das atividades do dia-a-dia ou das operações continuadas e por isso são considerados únicos e exclusivos.

Outro atributo importante do projeto é a elaboração progressiva, que se caracteriza pela evolução da compreensão das necessidades do projeto ao longo do

seu desenvolvimento. A complexidade e as incertezas do projeto são evidenciadas no início do projeto e atuam como fator determinante na percepção dessas necessidades. Para Carvalho (2009), quanto maior a complexidade e a incerteza do projeto, maior é a dificuldade em gerar uma boa compreensão de seus objetivos que satisfaçam tais necessidades.

O que se percebe é que cada vez mais empresas trabalham seus empreendimentos em forma de projeto, que para ser melhor executado necessita de um gerenciamento, e essa atividade complexa de controlar as variáveis e incertezas de um projeto requer um alto nível de compreensão dos processos.

Antigamente, para se garantir uma boa gestão, era suficiente alocar um bom profissional com competência reconhecida para ser responsável pela evolução do projeto. Atualmente, essa ação isolada não garante mais o alcance dos objetivos do projeto. Assim, é possível e necessário que sejam inseridos nesse contexto procedimentos, ferramentas e processos.

O PMBOK (2008) conceitua o Gerenciamento de Projetos como a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas para projetar atividades que se proponham a atingir os requisitos do projeto. De acordo com a ISO 10.006 (2003), o Gerenciamento de Projetos inclui o planejamento, organização, supervisão e controle de todos os aspectos do projeto, em um processo contínuo, para alcançar seus objetivos.

Os benefícios de se utilizarem os conceitos de atividades inteligentes e práticas modernas de gestão são destacados pela melhor utilização dos recursos da empresa, pelos ganhos com a redução no tempo de inserção de novos produtos no mercado e até pela redução dos custos. O equilíbrio entre esses fatores conduz ao sucesso, gerando vantagens competitivas aos mercados envolvidos. Essa forma de gerenciamento não está limitada à utilização apenas dos conhecimentos básicos da administração. Ela também emprega os princípios de negociação, solução de conflitos, gestão de conhecimento, política, comunicação, liderança e estudos organizacionais.

Nesse sentido, essa condução de projetos pode levá-los ao sucesso ou ao fracasso, onde um projeto pode ser considerado um sucesso quando todos esses fatores são bem administrados e seu produto final é entregue dentro do prazo, com orçamento e qualidade estabelecida e quando atende às expectativas das partes

interessadas, a figura 02 mostra que empresas que utilizam a metodologia de gerenciamento de projetos chega mais frequentemente ao sucesso em seus projetos. Vargas (2002) diz que um projeto bem sucedido é aquele que é realizado conforme o planejado.

Figura 2 – Empresas que utilizam a metodologia de Gerenciamento de Projetos

UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIA DE GERENCIAMENTO DE PROJETO	SUCESSO	INSUCESSO
Empresas que utilizam a metodologia de GP	76%	24%
Empresas que não utilizam a metodologia de GP	49%	51%

Fonte: PMSURVEY.ORG (2008, p. 117).

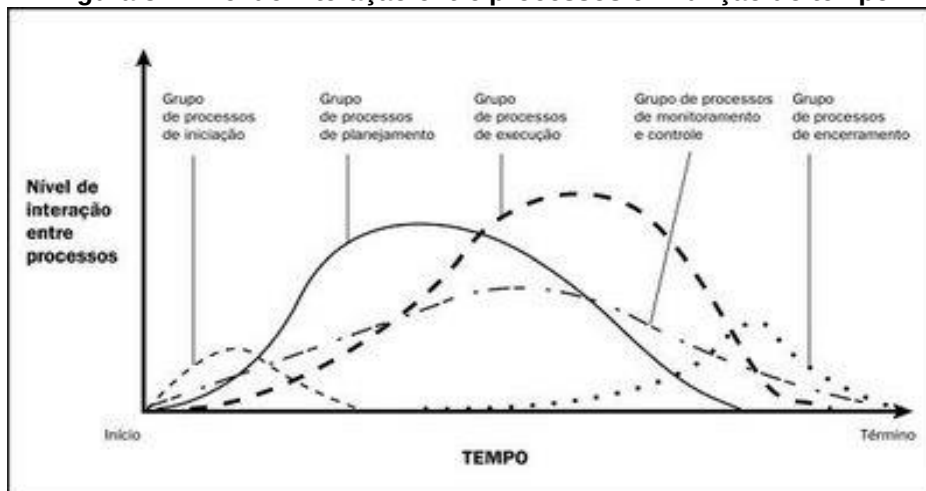
No contexto do *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), o gerenciamento de um projeto obedece a uma relação entre 9 áreas de conhecimentos que são expostas através de 42 processos, agrupadas em 5 grupos de processos e integrados a uma estrutura básica de condução que é denominada de ciclo de vida do projeto.

O PMBOK (2008) conceitua o ciclo de vida de um projeto como uma estrutura básica para o gerenciamento de um projeto que independe do trabalho envolvido e que pode ser estruturado de acordo com as características da organização.

Mesmo variando em suas complexidades e particularidades, o ciclo de vida de um projeto estrutura a sua condução por meio de fases que comumente são ordenadas e que ocasionalmente se sobrepõem. Ele é essencial para definir o início e o fim do projeto e qual a atividade será executada em cada uma de suas etapas e qual será o recurso envolvido nesse trabalho. Uma estrutura geral para um ciclo de vida seria composta por Iniciação, Planejamento, Execução e Encerramento.

De acordo com a Figura 03, cada fase é caracterizada por uma entrega e onde o nível aplicado de esforço no projeto evolui em função do tempo, iniciando praticamente em zero, aumentando lentamente até atingir um máximo e logo após chega à zero rapidamente, indicando o fim do projeto.

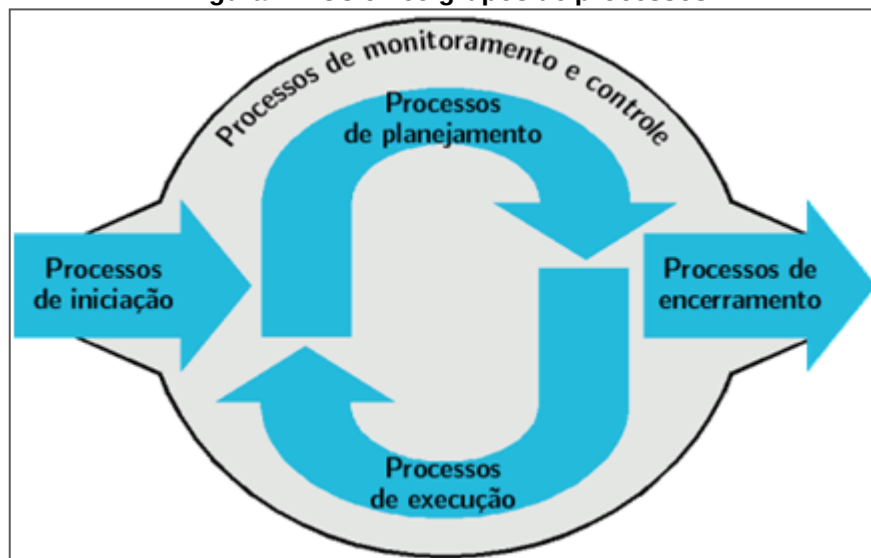
Figura 3 - Nível de Interação entre processos em função do tempo



Fonte: PMBOK (2008, p. 41).

Processos se caracterizam pela relação entre uma entrada (*input*) de insumos, a realização de uma transformação agregando valor e uma saída (*output*). Eles transformam insumos em resultados concretos com o uso dos recursos da organização. Nesse sentido, o PMBOK (2008) também se baseou no ciclo do PDCA (*plan-do-check-act*) para desenvolver grupos de processos para configurar o modelo de gerenciamento de projetos. Ele foi definido em cinco grupos: Iniciação, planejamento, execução, controle e conclusão, de acordo com a Figura 04:

Figura 4 – Os cinco grupos de processos



Fonte: Baseado no PMBOK (2008, p. 40).

Os cinco grupos de processos são definidos abaixo, assim como são indicados os processos que os compõem e se relacionam com os demais processos, onde:

- **Iniciação:** é a etapa onde se conhece o objetivo do novo projeto, o que deverá ser feito, é o momento da autorização para início do projeto. Usualmente é uma etapa onde deve ser programada uma reunião para envolvimento da equipe do projeto. Este grupo de processo é composto por dois outros processos: Declaração do Escopo Preliminar do Projeto e o Termo de Abertura do Projeto.
- **Planejamento:** É o momento em que são detalhadas as atividades e o escopo, a determinação de prazos, a elaboração de cronogramas com a ordenação entre atividades, a alocação recursos e a elaboração do orçamento do projeto. Este grupo de processo é o maior em número de processos associados.

Ele é composto por vinte diferentes processos oriundos das demais áreas: Plano de Gerenciamento de Projetos, Coleta dos Requisitos do Projeto, Definição do Escopo, Criação da Estrutura Analítica do Projeto, Definição das Atividades, Sequenciamento das Atividades, Estimativa de Recursos das Atividades, Estimativa de Duração das Atividades, Desenvolvimento do Cronograma, Estimativa de Custos, Determinar o Orçamento, Planejamento da Qualidade, Plano de Recursos Humanos, Planejamento das Comunicações, Planejamento do Gerenciamento de Riscos, Identificação de Riscos, Análise Quantitativa de Riscos, Análise Qualitativa de Riscos, Planejamento de Respostas aos Riscos, Planejamento das Aquisições do Projeto.

- **Execução:** É o cumprimento das atividades programadas na declaração de escopo. Qualquer erro cometido nas fases anteriores fica evidenciado nesse processo. A maior parte do orçamento e do esforço do projeto é utilizada nessa fase. É o momento da realização do que foi planejado. Nesse momento se identificam oito processos formando este grupo de processo, que são: Orientação e Gerenciamento da Execução do Projeto, Realização da Garantia da Qualidade, Contratação e Mobilização da Equipe do Projeto, Gerenciamento da Equipe do Projeto, Desenvolvimento da Equipe do Projeto, Distribuição das Informações, Gerenciamento das Expectativas das Partes Interessadas, Gerenciamento e Condução das Aquisições.

- **Controle:** É a monitoração e controle da execução, gerenciando as possíveis necessidades de ajustes ou modificações no projeto. Ocorre em paralelo ao Planejamento e a Execução do projeto. Dez processos compõem esse grupo, que são: Monitoramento e Controle do Trabalho do Projeto, Controle Integrado de Mudanças, Verificação do Escopo, Controle do Escopo, Controle do Cronograma, Controle dos Custos, Realização do Controle da Qualidade, Relatório de Desempenho, Monitoramento e Controle dos Riscos e Administração de Aquisições.
- **Conclusão:** É a fase de entrega do planejado, o momento do encerramento das atividades do projeto, onde a execução dos trabalhos é aferida, onde os documentos do projeto são encerrados e onde se produz um banco de dados com as lições aprendidas com os acontecimentos ocorridos durante todo o projeto, para futuras discussões e análises, para que enfim situações semelhantes possam ser evitadas em novos projetos. Este grupo de processo é formado por dois processos que são: Encerramento do Projeto e Encerramento das Contratações e Aquisições.

As áreas de conhecimento de gerenciamento geram um fluxo contínuo e conexo de processos que tratam do conhecimento e habilidades específicas em disciplinas de gerenciamento de projeto. Se vistas isoladamente, elas representam o gerenciamento de um atributo do projeto, mas o relacionamento destes conhecimentos organiza e viabiliza a condução dos projetos. Elas estão representadas na Figura 05.

Figura 5 - As 9 áreas de conhecimento



Fonte: Baseado no PMBOK (2008).

Ao se observar cada área de conhecimento isoladamente, pode-se chegar a um resultado satisfatório para o projeto, como uma redução no tempo de execução ou uma boa administração dos custos, porém se esses processos forem conduzidos de forma integrada, certamente os resultados serão otimizados e chegarão ao sucesso pela busca de cada área em prol da garantia de seus requisitos próprios. Ou seja, para que esse todo alcance seus objetivos, cada área precisa buscar atingir suas metas específicas, definidas a seguir:

- **Gerenciamento da Integração** – Compreendem os processos que buscam assegurar a consistência do relacionamento com outras áreas de conhecimento. Dinsmore (2006, p.17) compara a gestão da integração de um projeto à situação de “como montar um quebra-cabeça”, justamente pela função de coordenação com as demais variáveis do projeto, onde cada peça deste quebra-cabeças deve ser alocada no seu devido lugar, de maneira lógica e consistente, sempre buscando alcançar os resultados que foram planejados para o projeto.
- **Gerenciamento do Escopo** - Englobam processos que buscam assegurar o alcance dos objetivos do projeto, onde se descreve o produto final de todo o sistema. É no gerenciamento do escopo do projeto que existe a preocupação de garantir que todo o trabalho solicitado esteja incluído e que será devidamente atendido.
- **Gerenciamento do Tempo** - Consiste de processos necessários para garantir o término do projeto dentro dos prazos estimados no planejamento. É onde se pode assegurar a finalização do projeto no prazo previsto. Dinsmore (2006) destaca que o correto gerenciamento do tempo assume essencial importância na implantação dos empreendimentos e isso se caracteriza fortemente quando se busca vantagens competitivas.
- **Gerenciamento de Custos** – Processos que buscam administrar os recursos financeiros do projeto de modo a certificar que o projeto seja finalizado dentro do seu orçamento previsto.
- **Gerenciamento da Qualidade** – são os processos necessários para garantir que os produtos ou serviços estão obedecendo as solicitações dos clientes e *stakeholders*. A gerência da qualidade de um projeto pode ser

observada tanto nos processos quanto nos produtos ou serviços, pois eles são também variáveis e condicionantes para o alcance dos objetivos.

- **Gerenciamento dos Recursos Humanos** – Abrange os processos necessários para destinação correta do time do projeto, dos profissionais envolvidos no projeto desde o planejamento até a execução do projeto.
- **Gerenciamento da Comunicação** – Envolvem os processos das informações do projeto. O agrupamento destes processos busca garantir desde a Criação até a Coleta, Divisão, o Acondicionamento dos registros e o Controle Básico das comunicações dentro do projeto. A comunicação pode ser formal ou informal, oral ou escrita, por meio eletrônico, e outras formas, mas primordialmente ela deve fluir de forma objetiva, clara, imparcial e dirigida.
- **Gerenciamento dos Riscos** – são os processos que buscam identificar prematuramente possíveis restrições ou ofensores ao andamento do projeto, com sequente análise e resposta aos riscos do projeto. Durante o projeto podem ocorrer algumas ameaças e, caso não se tenha um plano para tratamento destes riscos, suas consequências podem ser desastrosas para o projeto. Na Gestão dos Riscos de um projeto deve ser observada tanto sua probabilidade de ocorrência quanto seu impacto, de maneira que, por um escalonamento, se possa atenuar seus resultados.
- **Gerenciamento das Aquisições** – São os processos necessários para conduzir bens e serviços externos à organização, de fornecedores de insumos até a contratação de mão de obra.

Segundo o modelo proposto pelo PMI, através do guia de gerenciamento de projetos PMBOK - Quarta Edição, o gerenciamento de projetos dentro das organizações deve seguir o relacionamento dos cinco grupos de processo com nove áreas de conhecimento. Pode-se verificar na Figura 6 a Influência mútua dessa relação, onde são distribuídos 42 processos.

Figura 6 - Integração entre grupos de processos e áreas de conhecimento

	ESCOPO	TEMPO	CUSTO	QUALIDADE	RH	RISCOS	AQUISIÇÕES	COMUNICAÇÃO	INTEGRAÇÃO
INICIAÇÃO								1 Identificar as partes interessadas	1 Desenvolver TAP
PLANEJAMENTO	3 Coletar requisitos; Definir escopo; Criar EAP	5 Definir e Sequenciar atividades; Estimar durações e recursos; Criar cronograma	2 Estimar custos; definir orçamento	1 Planejar qualidade	1 Planejar RH	5 Identificar Riscos; Gestão de riscos; Análises Qualitativa e Quantitativa; Resposta aos riscos	1 Planejar Aquisições	1 Planejar Comunicações	1 Desenvolver Plano de gerenciamento do projeto
EXECUÇÃO				1 Realizar garantia da Qualidade	3 Mobilizar; desenvolver; Gerenciar equipe		1 Conduzir Aquisições	2 Distribuir informações; gerenciar expectativas das partes interessadas	1 Orientar e Gerenciar a execução
CONTROLE	2 Verificar e Controlar o escopo	1 Controlar Cronograma	1 Controlar Custos	1 Controlar Qualidade		1 Monitorar e controlar riscos	1 Administrar Aquisições	1 Reportar desempenho	2 Monitorar e Controlar trabalho e Mudanças
ENCERRAMENTO							1 Encerrar aquisições		1 Encerrar projeto ou fase

Fonte: Baseado no PMBOK (2008).

Dessa forma, a integração das diversas áreas de conhecimento em todo ciclo de vida do projeto produz um acompanhamento efetivo e ordenado das expectativas, progressão e ajustes dos resultados, para assegurar que os ganhos sejam evidenciados em relação aos objetivos específicos do projeto.

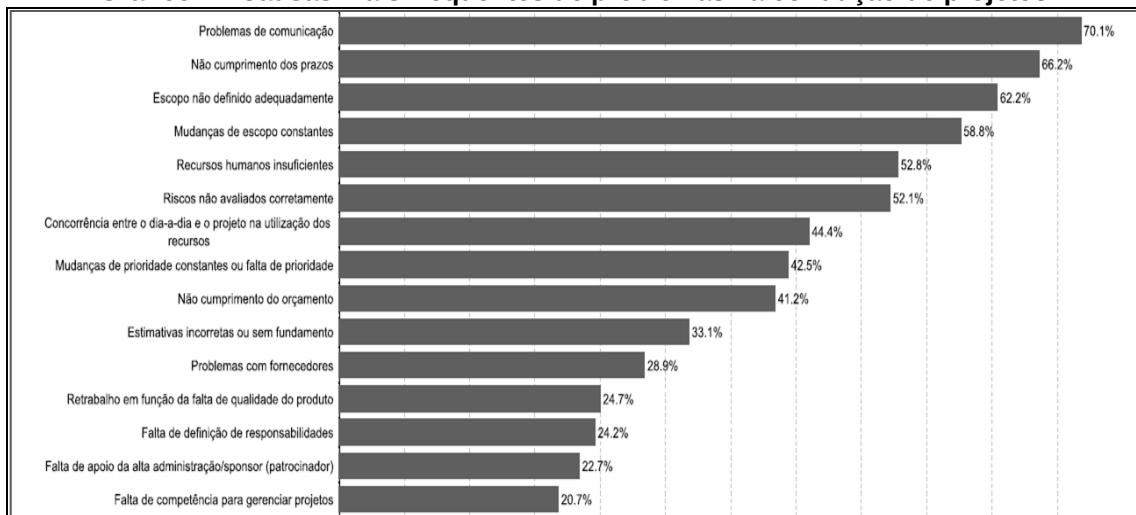
2.3 GERENCIAMENTO DO TEMPO EM PROJETOS

Em toda a estruturação do gerenciamento do projeto, a gestão dos tempos ou prazos do projeto é um dos processos mais importantes, senão, o que tem maior influência e impacto nos resultados. Frequentemente se ouve falar da dificuldade de cumprimento dos prazos e das consequências que essa má gestão acarreta, gerando uma insatisfação do cliente e custos adicionais ao projeto.

O PMI (*Project Management Institute*) é uma associação não governamental, sem fins lucrativos, que conduz hoje o desenvolvimento da disciplina “Gerenciamento de Projetos” no mundo, tendo recentemente mais de 350 mil membros filiados em quase 200 países. Ela realiza anualmente a pesquisa *PMSURVEY.ORG* em diversos países, inclusive no Brasil, para identificar o alinhamento das organizações às melhores práticas em Gerenciamento de Projetos.

Esse estudo é mais conhecido como Estudo de Benchmarking em Gerenciamento de Projetos. Essa pesquisa é organizada voluntariamente pelo PMI de diversos países, e conta com a participação de centenas de organizações no mundo.

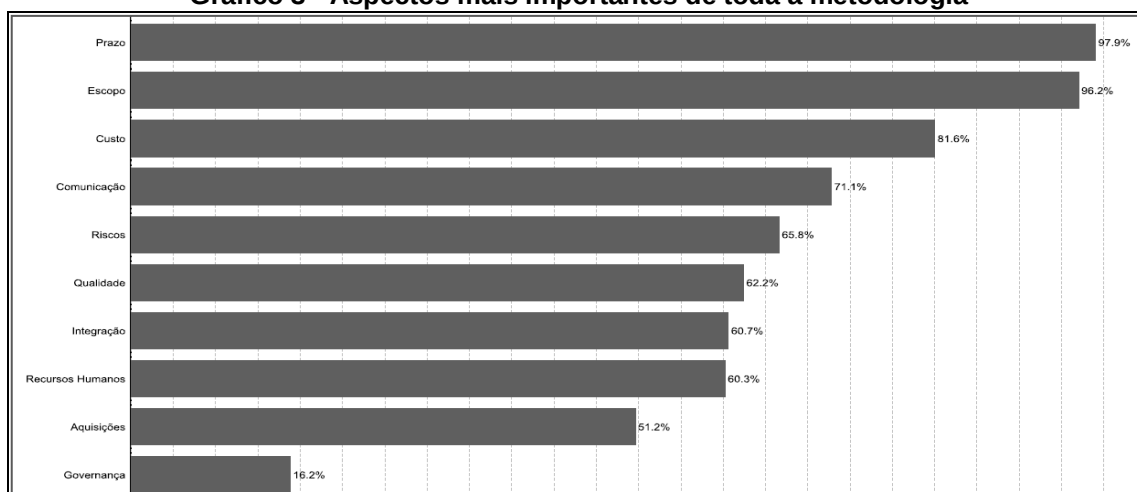
Gráfico 2 - Causas mais frequentes de problemas na condução de projetos



Fonte: PMSURVEY.ORG (2012, p. 94).

No ano de 2012, os resultados da pesquisa apontaram o amadurecimento e a conscientização das organizações em busca de melhores estratégias e métodos para otimização dos prazos, já que o não cumprimento dos prazos é apontado como a segunda causa mais frequente de problemas na condução de projetos, representando 66,2% das organizações entrevistadas. O Gráfico 2 apresenta esse destaque.

A mesma pesquisa ainda destaca que 97,9% das empresas que utilizaram as práticas de gerenciamento de projetos consideraram o processo de gestão dos prazos o aspecto mais importante de toda a metodologia, de acordo com o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Aspectos mais importantes de toda a metodologia

Fonte: PMSURVEY.ORG (2012, p. 62).

Essa afirmação reforça a percepção das empresas em relação a essa variável, pois uma boa administração dos tempos e o cumprimento dos prazos acordados geram novas oportunidades de trabalho e até mesmo a conquista de outros mercados.

Em contrapartida, esse mesmo relatório informa que 60,2% das organizações pesquisadas consideram o não cumprimento dos prazos o problema que ocorre com maior frequência em seus projetos. Por isso, as organizações buscam novas técnicas e ferramentas que levem a um maior acerto no planejamento e um consequente cumprimento dos prazos, mesmo que, para isso, as empresas tenham que fazer vários investimentos e ainda quebrar paradigmas e propor mudanças agressivas em suas bases de dados e na forma de planejar suas entregas.

Apesar de o gerenciamento do tempo se relacionar com todas as demais áreas e processos, o conhecimento profundo e detalhado do escopo é fundamental para um bom planejamento do tempo, que se fortalece por meio da clara definição das atividades propostas para o cronograma. Segundo o PMBOK (2008), esse processo de gestão dos tempos deve seguir uma sequência de eventos que se inicia na definição das atividades, continuando com o sequenciamento das atividades, a atribuição dos recursos, a estimativa da duração das atividades e finalizando com o desenvolvimento e controle do cronograma.

2.3.1 Processos de Gerenciamento de Tempo

De acordo com o PMBOK (2008), os processos de gerenciamento do tempo de projeto interagem entre si e com as outras áreas de conhecimento do gerenciamento de projetos e cada um desses seis processos, que são apresentados a seguir, pode ocorrer pelo menos uma vez em todo o projeto, de acordo com sua atribuição. Cleland (2002) reforça essa necessidade de planejamento quando diz que quanto maior for o tempo consumido na fase de planejamento maior será a chance de o projeto alcançar o sucesso.

- **Definição das Atividades** - É o processo que busca identificar quais atividades farão parte do cronograma, quais as atividades que quando executadas cumprirão as entregas definidas na Estrutura Analítica do Projeto (EAP) e em todo o projeto.
- **Sequências das Atividades** - Neste processo, é possível se identificar o relacionamento coeso entre as atividades, que se dá pelas relações de precedências com suas atividades predecessoras e sucessoras. O produto deste sequenciamento de atividades é um diagrama de rede embasado e que contribui para uma boa elaboração do cronograma do projeto.
- **Estimativa de Recursos das Atividades** – Neste processo se avalia as necessidades, quantidades e disponibilidade de recursos materiais, humanos, ferramentais ou de suprimentos para que todas as atividades possam ser realizadas.
- **Estimativa das Durações das Atividades** - Nesse processo se busca a definição de quantos períodos de trabalho serão necessários para que as atividades sejam concluídas com os recursos destinados a elas.
- **Desenvolvimento do Cronograma do Projeto** - É neste processo que, de fato, nasce o cronograma. De certa forma, ele une os processos anteriores para sua composição. Barcaui *et al.* (2010) dizem que desenvolver um cronograma é uma combinação de Arte e Ciência, à medida que não o consideram uma etapa simples do processo, pois é nesse momento que se analisa desde o sequenciamento das atividades já definidas, com suas respectivas durações e com os recursos e restrições do cronograma, e que

se produz um planejamento com datas de início e fim das atividades e os marcos do projeto.

- **Controle do Cronograma do Projeto** - É o processo de acompanhamento e monitoramento do desenvolvimento do projeto que busca determinar a atualização do progresso do projeto e gerir as mudanças realizadas na linha de base do projeto. Ele determina a situação atual do projeto por um método de controle que busca- através do estabelecimento de referências, que são as linhas de base- acompanhar, medir e, se necessário, corrigir ou ajustar os prazos para o cumprimento das atividades.

Na fase de Desenvolvimento do Cronograma do Projeto, diversas técnicas de elaboração da programação de atividades podem ser utilizadas, entre elas se destacam o Gráfico de Gantt, o Diagrama de Marcos, o *Critical Path Method* (CPM) e o *Program Evalution & Review Technique* (PERT). Apesar de a técnica de Gantt ser uma das mais antigas, de meados de 1917, e o Diagrama de Marcos ser de boa utilização para prestar contas aos *Stackholders*, uma atenção especial deve ser dedicada às técnicas de programação de rede PERT e CPM. As duas apresentam inúmeras semelhanças e podem até ser confundidas, mas suas diferenças se evidenciam na forma como elas analisam e tratam as estimativas de tempo.

2.3.2 PERT/CPM

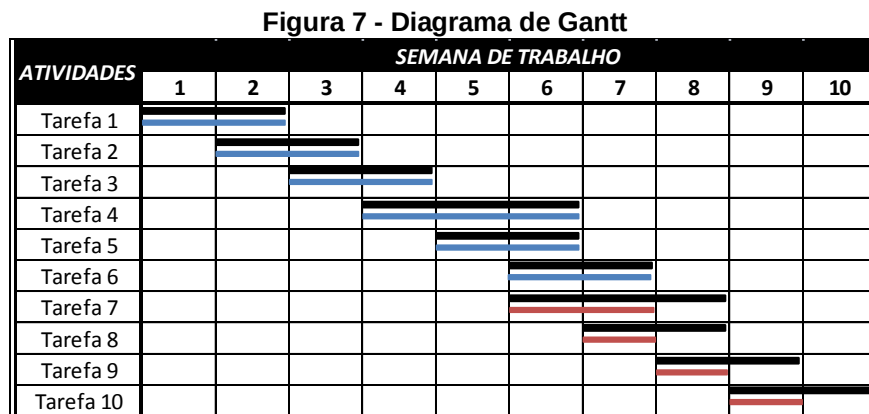
Para que se possa entender o conceito da técnica PERT/CPM, é necessário inicialmente determinar o conceito de Diagramas ou Gráficos de Gantt, pois esta íntima relação é ainda hoje um dos instrumentos mais usados no auxílio ao planejamento de tempos de atividades.

Foi a partir do empenho de Henry L. Gantt (1861-1919), engenheiro e especialista em técnicas de planejamento e controle, em estudar minuciosamente a ordem das operações e do entrelaçamento eficaz das atividades que em 1914 o gerenciamento de projetos teve uma de suas importantes premissas, a diagramação de tarefas em barras e marcos que planejavam a sequência e a duração de todas as tarefas em um processo, chamado de Gráfico de Gantt.

O Gráfico de Gantt foi inicialmente aplicado na construção de navios durante a I Guerra Mundial e em vários outros projetos do exército e da marinha dos Estados Unidos. O sucesso do projeto planejado com o auxílio do gráfico de Gantt foi comprovado, pois foi facilmente perceptível uma ordenação e eficiência no controle dos projetos e, a partir de 1918, se tornou bastante popular e amplamente utilizado.

Segundo Prado (1998), mesmo em ocasiões onde é utilizado junto ao planejamento por PERT/CPM, o gráfico de Gantt surge como um subproduto deste e algumas de suas variações são utilizadas na indústria como gráficos de trabalho de operários e máquinas.

O Gráfico de Gantt se apresenta em barras horizontais e paralelas, associadas a tarefas desempenhadas numa escala de tempo, que indicam se aquela atividade foi executada ou quanto falta para sua conclusão. Este gráfico se dispõe em série numa escala de tempo horizontal ou umas sobre as outras conforme a Figura 7, indicando a simultaneidade dos prazos.



Fonte: Elaboração própria.

Uma vantagem da utilização isolada dos gráficos de Gantt é a facilidade de acompanhamento das tarefas, mas a falta de interdependência entre elas torna difícil a reprogramação de atividades e por isso não funciona em grandes projetos.

Já por volta dos anos 1950, duas novas técnicas de auxílio ao planejamento foram desenvolvidas para que houvesse um melhor controle no acompanhamento dos projetos. Essas foram denominadas PERT e CPM.

No ano de 1956, a Companhia *Du Pont de Nemours* iniciou a busca por novas técnicas de administração no setor de engenharia, pois enfrentava problemas no cumprimento de prazos, o que comprometia sua credibilidade e o lançamento de

novos produtos. Foi então que, segundo Boiteux (1985), uma equipe de engenheiros desenvolveu o método CPM (*Critical Path Method* ou Método do Caminho Crítico).

A técnica CPM, provavelmente, é a mais conhecida e utilizada, popularizada como o Método do Caminho Crítico. Ela adota apenas uma estimativa de tempo para cada uma das atividades, que geralmente é baseada na experiência de especialistas e nas lições aprendidas em outros projetos já realizados.

Carvalho (2009) enfatiza que fazer estimativas é uma tarefa árdua, que tem elevado grau de incerteza, inclusive para os mais experientes especialistas. Então, estimar atividades de um projeto se torna uma ação extremamente complexa e que necessita de atenção redobrada nos detalhes, levando em conta tanto as vinculações de precedência quanto a disponibilidade real dos recursos, com até mesmo a utilização de novas formas ou modelos para se estimar melhor essas durações.

Na elaboração da rede do projeto utilizando a técnica CPM, é possível identificar folgas, início e término mais cedo e mais tarde para as atividades e principalmente o caminho crítico, que é a o caminho de atividades interligadas com menor folga entre suas durações e que não admite atrasos ou reprogramações sem comprometer os prazos finais de entrega e término do projeto.

O caminho crítico é o caminho em que o gestor deve concentrar toda a sua atenção, visto que suas tarefas não possuem uma flexibilidade para alteração e mudança de datas, pois se elas sofrerem algum atraso, certamente o projeto não será concluído dentro de um prazo determinado. Em adição estão as atividades que não estão no caminho crítico, pois estas possuem folga e podem ser alteradas e não comprometer o cronograma do projeto.

Considerando que as atividades do caminho crítico não podem atrasar, a equipe de gerenciamento do projeto deve despende um tempo maior no planejamento e no controle destas atividades, refinando essa sequência com bases de tempo exequíveis e com estimativas realistas, mas não superestimadas. No caminho crítico, muitas restrições podem surgir e impedir o avanço das atividades, por isso o cuidado e o tratamento das restrições minimizam o atraso de todo o projeto.

Moreira (1996) enfatiza que o CPM é mais aplicado a projetos cujos tempos de operação podem ser considerados como determinísticos, enquanto o PERT é

usado caracteristicamente em projetos cujas estimativas de tempo não podem ser previstas com certeza, o que leva ao uso de conceitos estatísticos.

Segundo Prado (1998), o método PERT (*Program Evaluation and Review Technique* ou Técnica de Avaliação e Revisão de Programa) surgiu no ano de 1958 quando a Marinha dos Estados Unidos iniciou o programa Polaris, que tinha a finalidade de planejar e controlar a construção de submarinos atômicos. O mesmo autor ainda cita que, juntamente com as equipes da Marinha, trabalharam nesse empreendimento equipes das empresas Lockheed e Booz, Allen & Hamilton.

Para que esse programa tivesse êxito, foi solicitado aos participantes a apresentação de três estimativas de tempo para lançamento do foguete, a previsão na condição ótima, na condição péssima e na mais provável condição. De acordo com Billon (1964), a função tempo foi considerado essencial e prioritária na execução do plano Polaris, evitando na ocasião os estudos para a função Custo.

Só em 1962 que o sistema PERT/Custo, na própria Marinha norte americana, foi implementado e as necessidades de recursos de um projeto foram associadas às atividades contidas no PERT/Tempo (PRADO, 1998).

De forma sintetizada, o método PERT se baseia na resultante de um calculo probabilístico chamado Beta da resultante de três estimativas de tempo para as atividades do projeto, que são: A mais provável, a Otimista e a Pessimista. Dessa forma, se pode até mapear riscos inerentes ao processo e agir de forma antecipada com a solução.

Quando se decide planejar uma obra, Billon (1964) sugere observar as 5 etapas descritas a seguir para aplicação do método PERT.

1. Relacionamento dos "eventos" ou pacotes de trabalho, onde se divide o período total de duração do projeto em etapas lógicas e distintas, que somadas resultam no projeto 100% executado;
2. Priorização na realização dos eventos, estabelecendo as relações entre os tais e a ordem de execução;
3. Estimativa do tempo necessário para a realização dos eventos baseada na tríade de proposições básicas, otimista, pessimista e mais provável;
4. Estimativa do custo associado a cada trabalho ou tarefa;
5. Conceber, de forma distinta a cada organização, um sistema de informações, um banco de dados para que o desenvolvimento e os

resultados do planejamento sejam disponibilizados para acompanhamento dos responsáveis pelo projeto.

Nas estimativas probabilísticas do PERT, a previsão otimista se apresenta como a que tem o menor período para realização de um dado evento, em condições ideais de execução. A previsão pessimista é a que tem maior tempo para realização do evento. Nesse caso, leva-se em consideração a probabilidade de todos ou a maioria dos riscos mapeados ocorrerem. A estimativa mais provável é a considerada como ideal, fundamentada na hipótese de que tudo ocorrerá dentro do esperado e em condições normais.

Atualmente o que se vê nas organizações é um desalinho entre o que se estima e o que realmente ocorre na gerência dos tempos de execução, tanto dos eventos quanto de projetos inteiros, resultando em empreendimentos concluídos fora do prazo e do custo e muitas vezes também fora dos padrões de qualidade.

As técnicas PERT e CPM se desenvolveram separadamente uma da outra, mas a grande semelhança entre elas fez o termo PERT/CPM ser extremamente conhecido e, frequentemente, é utilizado como uma única técnica.

Essas técnicas foram rapidamente difundidas e seus resultados a tornaram uma ferramenta muito valiosa no suporte ao planejamento e controle dos tempos nos projetos, sendo atualmente uma das mais conhecida e aplicada no planejamento e controle de projetos.

O planejamento por PERT/CPM é realizado através da elaboração de uma rede onde as atividades são listadas em um sequenciamento lógico, onde cada uma destas tarefas tem uma duração estabelecida e recebe a atribuição de um recurso, seja humano, seja financeiro, ou ambos e a interdependência entre as operações é definida.

Tanto o PERT quanto o CPM precisam de uma diagramação de rede para ser visualizado como um conjunto de operações. Neste caso, as operações descritas em um projeto são denominadas atividades e consomem tempo e recursos.

No diagrama de rede essas atividades são listadas e ordenadas, cada uma com início e fim definidos como pontos no tempo, que, conforme Moreira (1998), esses pontos no tempo são conhecidos como eventos.

Graficamente o evento é o marco que determina o início ou o fim de uma atividade e são representados por círculos numerados, crescentemente, indicando a progressão do projeto. Já uma atividade é representada por uma seta que liga os eventos, sem que haja a necessidade de relação com a duração da atividade.

Para a determinação do caminho crítico, é necessário que se tenha conhecimento de todas as atividades e de todos os caminhos, identificando qual caminho possui folga igual a zero. No entanto, essa identificação torna-se bastante difícil se for um projeto com muitas atividades, demandando o uso de um software para auxiliar essa determinação.

Ainda de acordo com Moreira (1998), para a determinação do caminho crítico (exceto para Diagramas de rede muito simples) quatro regras fundamentais podem auxiliar neste cálculo, quais sejam:

- DATA MAIS CEDO DE INICIO (DCI): É a data mais próxima que a atividade pode ser iniciada, considerando que as atividades predecessoras tenham seu início o mais cedo possível;
- DATA MAIS CEDO DE TÉRMINO (DCT): É a data mais próxima em que uma atividade pode ser concluída;
- DATA MAIS TARDE DE INICIO (DTI): É a data mais tarde em que uma atividade pode iniciar sem que comprometa o projeto; e
- DATA MAIS TARDE DE TÉRMINO (DTT): É a data mais tarde em que a atividade pode ser concluída, sem que atrase o projeto.

Conhecendo de todos esses conceitos, pode-se elaborar uma rede PERT/CPM, segundo Hirschfeld (1978), se for observado todos os princípios seguintes:

- 1) Preparar o programa com a determinação das atividades do projeto, assinalando as interligações de sequência e de dependência;
- 2) Analisar cada atividade e verificar se algumas delas podem ser executadas em paralelo, diminuindo o dispêndio de tempo;
- 3) Atribuir às atividades tempo e/ou recursos, já que os eventos não consomem nem tempo nem recursos;
- 4) Saber se o evento alcançado é o que tem concluído todas as atividades associadas a ele;

- 5) Não esquecer que uma atividade somente pode ser executada desde que o evento inicial tenha sido efetuado;
- 6) Considerar que entre dois eventos sucessivos existe somente uma atividade;
- 7) Lembrar que tudo em um planejamento que pode ter algum atraso e pode ser previsto é considerado uma atividade que não pode ser desprezada;
- 8) Investigar a interligação das atividades na rede para certificar-se de que não há interligação em circuito, evitando a falha de programação em que uma atividade poderia dar origem a si mesma.

Segundo Slack (1999), a lógica associada ao digrama de rede pode ser alterada em função das limitações dos recursos. No caso de duas atividades inicialmente independentes, que podem programadas paralelamente, se precisarem de um numero muito elevado de recursos, precisaram ser sequenciadas para não comprometer suas conclusões.

2.4 TEORIA DAS RESTRIÇÕES - TOC

Idealizada e desenvolvida pelo físico israelense Eliyahu M. Goldratt, a Teoria das Restrições efetuou seus primeiros passos na década de 1970, quando o jovem Eli Goldratt precisou ajudar um amigo que enfrentava problemas em sua fábrica de gaiolas. Diante da necessidade de melhorar o planejamento da produção desta fábrica, ele se empenhou em desenvolver uma fórmula matemática para otimizar os resultados da produção da fábrica, que foi a base para a composição do *software Optimized Production Technology* - OPT, o que, segundo Rocha e Vallin (2006), o levou a um maior envolvimento com a logística de produção, pois com a aplicação dessa fórmula de planejamento houve um grande aumento na produção de galinheiros completos sem aumentar as despesas operacionais.

Após essa aplicação bem sucedida, ele continuou com seus estudos, pois percebeu que, mesmo atingindo o objetivo de melhorar o planejamento da produção da fábrica de gaiolas, os benefícios obtidos chagavam a um limite. Por sua vez, Akkari (2009) afirma que o desempenho do sistema só poderá realmente ser melhorado se o desempenho do recurso com restrição for reparado. Nesse caso,

Goldratt percebeu que era necessária uma primeira percepção mais aprofundada da forma de trabalhar nos pontos fracos do processo, considerando a existência de restrições e levando em consideração a capacidade finita de produção.

Foi então que, por volta dos anos 1979, Goldratt juntamente com seu irmão e dois outros profissionais se uniram para fundar, segundo Guerreiro (2006), a *Creative Output INC.*, empresa que almejava o objetivo de introduzir esse *software* no mercado e que gerenciava a Tecnologia de Produção Otimizada ou *Optimized Production Technology* – OPT-, a qual Sipper e Bulfin(1997) referem como o método que dá origem à Teoria das Restrições (*Theory of Constraints* - TOC).

A OPT é destinada à administração da produção e se fundamenta na gestão dos gargalos e da capacidade produtiva que pode enriquecer a forma pela qual se controla as atividades e deve estimular a empresa a evitar estoques elevados. Ela organiza e planeja o processo para evitar desperdícios de tempo, insumos e das instalações. A OPT foi inicialmente oferecida como um *software* e só depois se tornou um método de controle de toda a produção, que pode ser utilizado não só pelas fábricas, mas também por outras empresas até mesmo sem necessitar literalmente do *software*, utilizando-se apenas de seus princípios.

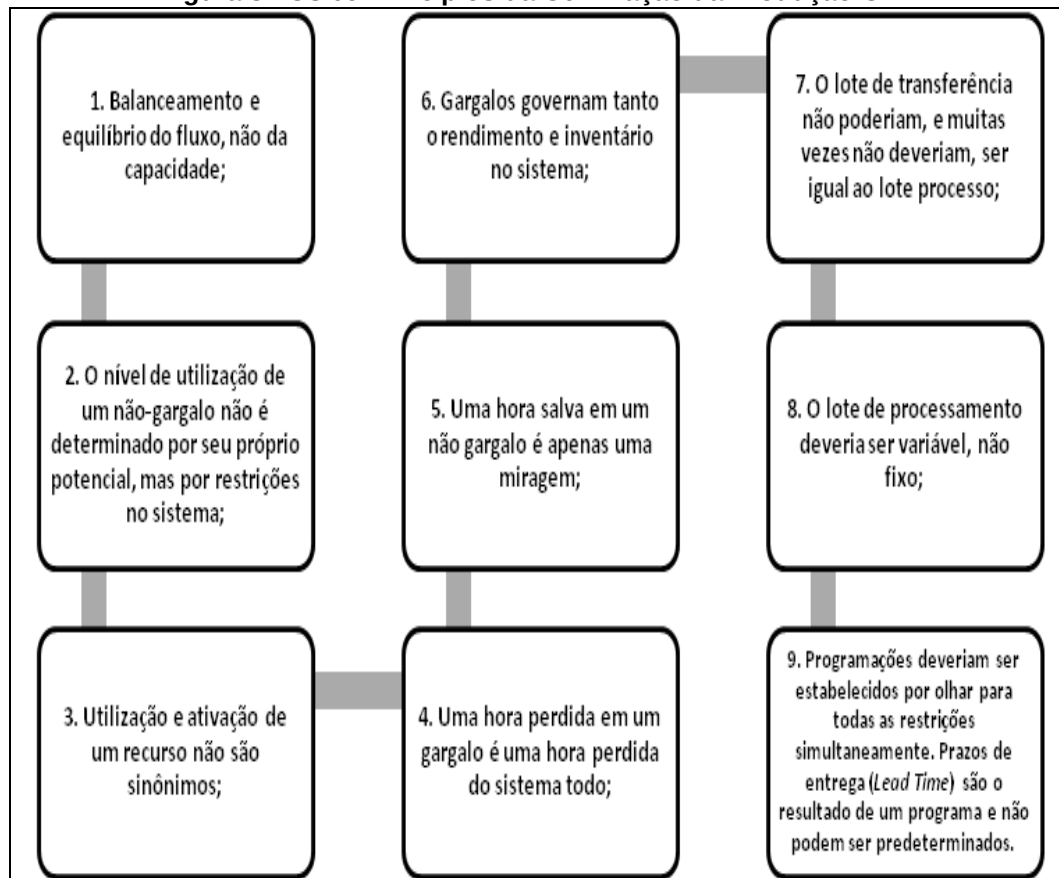
Akkari (2009) afirma que a OPT deve ser considerada como um método de planejamento e controle da produção que se baseia na TOC para maximizar a utilização dos gargalos de um processo produtivo específico.

Cabe também citar que existe uma diferença entre gargalo e recurso com restrição de capacidade (*CCR-Capacity Constrained Resources*), onde, ainda segundo a mesma autora, um gargalo se aplica a uma etapa ou fase do sistema que não consegue processar com a celeridade suficiente para prevenir atrasos e atender a demanda.

Já o recurso com restrição de capacidade (CCR) se caracteriza por ser um bem ou serviço imprescindível para a criação de um produto final que se esgota antes de sua entrega.

Os princípios da OPT estão relacionados à proposição de que a soma dos ótimos locais não é igual ao ótimo total e correspondem a 09 regras gerais de produtividade que são mencionadas em diversas publicações tais como as de Yenradee (1994) e Guerreiro (2006), conforme a Figura 08:

Figura 8 - Os 09 Princípios da Otimização da Produção OPT



Fonte: Baseado em Guerreiro (2006, p. 130-131).

De uma forma ampla, a TOC se fundamenta na premissa de que uma restrição consiste em qualquer coisa que impeça um sistema de atingir um desempenho maior em relação a sua meta, e que todas as organizações se comportam como sistemas onde seus elementos se relacionam e são dependentes um do outro, como elos de uma corrente (GOLDRATT; COX, 2002).

Para Herroellen *et al.* (2002), a Teoria das Restrições é um conjunto de pressupostos, regras e princípios apropriados para orientar um processo de gerenciamento empresarial e que supera a OPT enquanto metodologia de programação da produção, pois a OPT se limita à disposição do software, enquanto a TOC possui ampla diversidade de aplicações em diversas áreas de negócios.

No ano de 1984, Goldratt publicou seu primeiro e mais importante livro chamado A META, que surgiu em função do aprofundamento do estudo do controle das restrições na produção. Foi por intermédio desse livro que a Teoria das Restrições foi apresentada como um modelo para o aprimoramento contínuo que quando aplicado produz ganhos em todos os processos, de financeiros a entregas.

Guerreiro (2006) conceitua a teoria de Goldratt como uma teoria para viabilizar o atingimento das metas de uma empresa, onde no processo de alcançar sua meta sempre surgem uma ou mais restrições, e, se isso não ocorresse, a empresa teria lucro infinito e isso não acontece.

A TOC usa essa analogia de uma corrente para exemplificar seu preceito, onde em uma corrente existem elos fortes e fracos para representar as restrições de uma organização. Para Noreen, Smith e Mackey (1996), a abordagem da TOC é o complemento perfeito para aquela do Gerenciamento da Qualidade Total (TQM), que associadas podem apontar precisamente os pontos onde se pode produzir mais efeitos, se identificados e tratados até mesmo com o *Just In Time* (JIT), pois o JIT também se preocupa em evitar desperdícios e produzir apenas o necessário.

Igualmente a todo sistema que possui um objetivo, a finalidade de uma corrente é resistir à tração sem se romper. E é justamente nesse processo onde ocorre uma tração que o elo mais fraco pode provocar o rompimento da corrente, de tal maneira que, analogicamente, esse elo mais fraco seja a restrição.

Para Goldratt (1997), uma restrição é qualquer coisa que possa limitar um dado sistema produtivo em atingir maior desempenho em relação a sua meta ou objetivo, onde essa restrição deve ser apontada e tratada de modo que o processo produtivo não seja interrompido ou diminuído e tenha realmente ganhos.

Noreen, Smith e Mackey (1996) afirmam que, ou o indivíduo controla as restrições em seus processos, ou elas o controlarão, enfatizando a necessidade de se fortalecer o elo mais fraco da corrente ou todo o processo estará comprometido.

Para Goldratt (1997), as restrições podem se apresentar em dois diferentes tipos: as restrições físicas e não físicas, onde as físicas podem ter relação com a inabilidade da mão de obra, máquinas e equipamentos obsoletos e número de empregados insuficiente. As restrições não físicas são as relacionadas à política, à cultura e ao comportamento da empresa.

Já para Guerreiro (2006), as restrições se apresentam como físicas e políticas, de tal maneira que as restrições físicas são as que envolvem o mercado, fornecedores, equipamentos, materiais, o projeto e as pessoas envolvidas na produção; e as restrições políticas são aquelas restrições relacionadas a normas, procedimentos e práticas de utilização que limitam a empresa em sua capacidade de aumentar seus ganhos.

Por sua vez, Cogan (2007) classifica as restrições como sendo internas e externas, onde as internas são relativas a qualquer recurso interno da empresa, e as externas se caracterizam pelo fato de o mercado ser a restrição, provocando uma limitação em matéria de capacidade da empresa. Do mesmo modo, trata-se de restrição externa quando houver restrição de fornecimento de materiais limitando a plena disposição da produção.

2.4.1 Processo de Decisão da TOC

Toda organização enfrenta momentos em que seu processo produtivo apresenta dificuldades para alcançar suas metas e resultados. Consideram-se esses impedimentos como restrições. Goldratt (1997) apresenta uma sequência de eventos que devem ser analisados e que juntos formam um modelo que auxilia as decisões empresariais, os quais são destacados na Figura 09:

Figura 9 - Os cinco passos da TOC



Fonte: Baseado em Guerreiro (2006, p. 99-100).

Para Cogan (2007), uma das premissas principais da teoria das restrições é a de que toda linha de produção possui gargalos e sempre haverá, em um dado momento, aquele de maior poder restritivo. Goldratt (1998) diz que o gargalo é um recurso cuja capacidade não é suficiente para produzir as quantidades que o mercado demanda, gerando um obstáculo ao crescimento de uma empresa, tornando-se um ponto restritivo. Nesse contexto, surge um modelo de decisão,

conhecido como os cinco passos da TOC, que se apresenta com a finalidade de provocar nos gerentes uma atenção maior nestes pontos restritos, que são elementos de limitação do crescimento de todo o processo produtivo.

No **1º passo**, procura-se a identificação da restrição, na medida em que se considera que todo sistema terá pelo menos uma restrição a ser identificada. Se essa restrição puder ser eliminada, não há necessidade de avanço nos demais passos.

Já no **2º passo**, o ato de explorar a restrição faz menção à opção de aproveitar essa limitação e maximizar seu resultado. Trata-se, segundo Guerreiro (2006), de obter o melhor resultado possível dentro dessa condição. Nesse passo, inclusive, se define o tratamento da restrição.

O **3º passo** é onde se define a subordinação das demais atividades, as atividades não restritivas. É o que fazer com as demais atividades sem restrições. Geralmente essas atividades são organizadas em função da restrição. Csillag e Corbett (1998) indicam que os outros demais recursos devem trabalhar no ritmo da restrição, e não mais rápido e nem mais devagar.

No **4º passo**, a etapa é a de elevar as restrições do sistema, e onde, segundo Noreen, Smith e Mackey (1996), se deve “aumentar” a produção da restrição. Se a restrição for uma máquina, outra pode ser adquirida, caso se precise analisar alternativas para investir mais na restrição, como por exemplo: mais turnos, mais um equipamento, entre outras.

Para concluir, o **5º passo** requer uma especial atenção, pois se em um passo anterior uma restrição for quebrada, é necessário voltar ao 1º passo, e não deixar que a inércia cause uma restrição no sistema, pois em função da integração dos sistemas, uma alteração aparecerá após o acréscimo da capacidade do recurso com restrição, possibilitando, assim, o aparecimento de uma nova restrição. Sempre que uma restrição for eliminada, outra aparecerá no sistema. Csillag e Corbett (1998) dizem que é preciso renovar o ciclo de melhoria para elevar a inércia do sistema. Se a restrição dos passos anteriores foi quebrada, é preciso começar de novo o ciclo decisório.

Esses cinco passos que baseiam o processo decisório da TOC devem ser adotados por toda organização que deseje entrar no método de melhoramento contínuo descrito por Goldratt, onde os principais elementos (os impactantes) devem

ser melhorados. Esses passos são bastante significativos e eficazes quando se tratam de restrições físicas, como recursos, fornecedores e negócios. Já as restrições não físicas devem ser analisadas e tratadas pelo Processo de Raciocínio da TOC.

2.4.2 Processo de raciocínio da TOC

Muitas referências apontam a TOC como uma ferramenta gerencial voltada ao lucro, à área financeira e contábil, proporcionando a melhoria nos ganhos financeiros de uma empresa. Vallin (2009) diz que a TOC define o mundo dos custos, o ambiente onde decisões são tomadas com base nos critérios de rateio, o método de custeio por absorção que considera como custo do produto a matéria-prima, a mão de obra e os custos indiretos de fabricação que são levados aos produtos, utilizando uma determinada base de rateio escolhida e de certa forma arbitrária. Mas a TOC pode e deve ser aplicada a qualquer processo produtivo que tenha uma saída, podendo ser, entre outras coisas, um serviço.

O processo de raciocínio (PCR) da TOC é, segundo Cogan (2007), um método estruturado para análise e desempenho de um sistema projetado para responder a três perguntas: O que mudar? Para o que mudar? Como fazer para mudar? Pode-se definir esse processo de raciocínio de forma sucinta como uma engrenagem tripla, de acordo com Figura 10, um conjunto de ferramentas lógicas, fundamentadas nas leis de causa e efeito da física, foram indicadas para ajudar a determinar o melhor caminho na solução de problemas.

Figura 10 - Três perguntas que fundamentam o processo de raciocínio da TOC



Fonte: Baseado em Noreen, Smith e Mackey (1996, p.152).

De uma forma geral, a aplicação da TOC com sua fundamentação, processos de raciocínio e lógica de melhoramento chegam às organizações inicialmente no chão de fábrica, e só depois aos processos, identificando os gargalos e provocando melhorias. Nessa contínua aplicação se chega ao valor dos processos de raciocínio, onde Corbett Neto (1992) afirma que o alicerce dos processos de raciocínio está na máxima de que, em qualquer sistema, existem poucas causas que explicam os seus muitos sintomas.

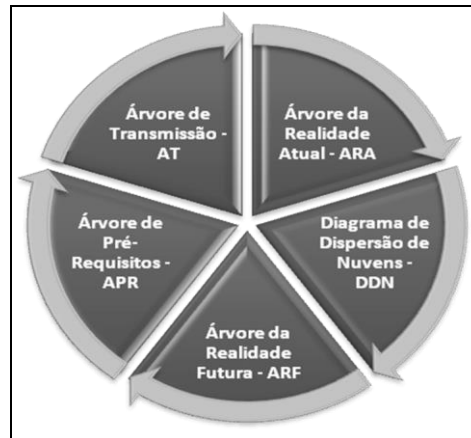
Mesmo com a melhoria do processo produtivo e a eliminação de gargalos, Noreen, Smith e Mackey (1996) lembram que, pelo constante aperfeiçoamento da área de produção, a capacidade produtiva quase sempre aumenta mas sem gerar ou aumentar o lucro da fábrica, o que preocupa, pois nesse momento a restrição muda para fora da fábrica, passando a não ser física e sim política, restrição que pode estar impedindo a empresa de aumentar seus lucros.

Quando tudo se é observado, verifica-se que o exato problema está em alguma política externa ao chão de fábrica como, por exemplo, as oportunidades do mercado, a demanda externa. Com isso percebe-se que o processo de raciocínio da TOC pode ser usado para resolver ambas as restrições, físicas e políticas, mas é nas restrições políticas que ele ganha maior importância.

A seguir apresentam-se os 5 processos de raciocínio da TOC que são representados graficamente pela Figura 11:

- Árvore da Realidade Atual - ARA;
- Diagrama de Dispersão de Nuvens - DDN;
- Árvore da Realidade Futura - ARF;
- Árvore de Pré-Requisitos - APR e
- Árvore de Transmissão - AT.

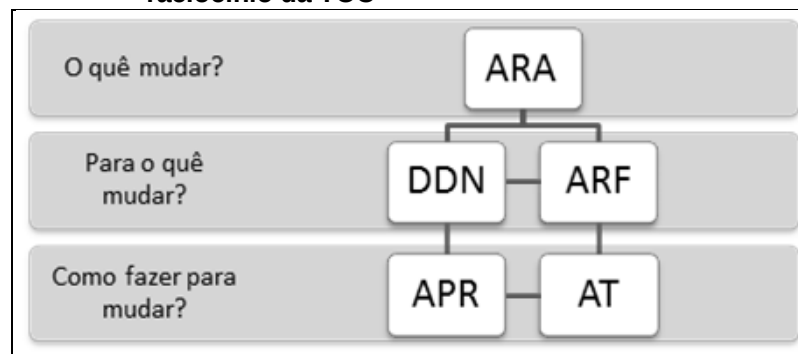
Figura 11 - Cinco Processos de Raciocínio da TOC



Fonte: Baseado em Goldratt (1998)

Quando se busca utilizar essas ferramentas integradas aos processos de raciocínio, se encontra uma matriz onde cada um dos passos se associa aos demais de acordo com a Figura 12, onde inicialmente se utiliza a ferramenta Árvore da Realidade atual - ARA para saber O QUÊ MUDAR; seguidamente, para se identificar PARA O QUÊ MUDAR, se utilizam o Diagrama de Dispersão de Nuvens - DDN e a Arvore da Realidade Futura – ARF; e, por fim, para definir-se COMO FAZER PARA MUDAR, são utilizadas as ferramentas Árvore de Pré-Requisitos - APR e a Árvore de Transmissão - AT.

Figura 12 - Associação das três perguntas com os processos de raciocínio da TOC



Fonte: Baseado em Goldratt (1998).

Na busca de se solucionar um problema, essas cinco ferramentas podem ser todas usadas tanto pontualmente numa mesma ocasião, quanto seletivamente com pequenas associações de acordo com a necessidade.

Para realizar uma análise completa, Noreen, Smith e Mackey (1996) sugerem começar com uma relação de efeitos Indesejáveis (EIS), também conhecidos por

conjunto de problemas, que são geralmente sintomas ou efeitos de uma causa e que devem ser eliminados do processo.

A ARA é usada para identificar uma causa ou problemas-cerne que podem ser a razão desses EIS. A finalidade inicial, ou o primeiro passo, para a solução é o oposto do problema-cerne. Se o objetivo parecer impossível, um DDN ou uma ARF é usado para acabar com todos os efeitos negativos sucessivos aos procedimentos imperfeitos, sem gerar outros efeitos indesejáveis.

Para estimular uma organização a mudar e responder à terceira pergunta, a APR e a AT são utilizadas para provocar ou até mesmo organizar a mudança, onde a APR procura identificar as dificuldades e soluções desejadas sem as quais a meta da organização não pode ser atingida e a AT busca combinar ações específicas com a realidade existente para produzir novos efeitos esperados.

2.5 CORRENTE CRÍTICA

A Corrente Crítica é a TOC aplicada ao ambiente de projetos, que surgiu em meados da década de 90 como uma nova metodologia desenvolvida por Eliyahu M. Goldratt. Esta é uma abordagem dedicada ao Gerenciamento de Projetos que oferece métodos de estimativas de tempo, de enfoque das atividades, de monitoração de atividades e com diagramação de rede de precedência para condução de projetos, que leva o projeto a uma significativa melhora na sua performance pelo tratamento de seus conflitos.

Essa nova vertente do gerenciamento de projetos tem recebido maior atenção na literatura dessa área. Posteriormente à publicação do livro de Goldratt *Corrente Crítica*, em 1997, outros livros (NEWBOLD, 1998; LEACH, 2005) e artigos (CABANIS-BREWIN, 1999; GLOBERSON, 2000; HERROELEN; LEUS, 2000; LEACH, 1999; MAYLOR, 2000; PATRICK, 1999; RAND, 2000; UMBLE; UMBLE, 2000) foram escritos para esclarecer e discutir essa teoria. Muitos exemplos de aplicações bem sucedidas da Corrente Crítica têm sido citados na literatura (LEACH, 1999; 2005).

Lechler, Ronen, e Stohr (2005) cita que alguns autores afirmam que a Corrente Crítica é um dos mais importantes avanço para o gerenciamento de projetos desde a introdução do conceito do Caminho Crítico. Estudiosos têm

discutido os conceitos da Corrente Crítica e suas diferenças em relação ao planejamento baseado nas redes PERT/CPM a um nível conceitual (GLOBERSON, 2000). As implicações desta discussão são bastante profundas, pois o método de Corrente Crítica resulta em um cronograma mais agressivo e uma linha de base organizada para proteger a programação contra as incertezas e garantir o sucesso do projeto.

De acordo com Akkari (2009), o conceito de Corrente Crítica não é novo, pois Wiest (1964) há quase 50 anos introduziu o conceito de sequência crítica, utilizado por muitos pesquisadores na programação de projeto, procurando otimizar os prazos de execução de um projeto. Rand (2000) afirma que o planejamento de atividades pelo método da Corrente Crítica pode ser explicado pela existência de problemas crônicos nos métodos e abordagens existentes.

2.5.1 O Método CCPM

A Corrente Crítica apoia-se nas premissas e conceitos da Teoria das Restrições e, de acordo com Silva (2010), ela mostra-se como uma alternativa à utilização do Caminho Crítico. Para entender melhor a Corrente Crítica é necessário considerá-la como um conjunto de tarefas que determinam a duração total de um projeto, levando em conta tanto as dependências e estimativas da duração de atividades quanto à utilização de recursos.

O CCPM (*Critical Chain Project Management*) consiste no processo de análise da rede do cronograma de um projeto, seguido de modificação de seu planejamento inicial em função da limitação dos recursos envolvidos e da estimação das durações das atividades. Este método sugere uma redução audaciosa relativa ao nível em que a probabilidade de conclusão seja de 50%, e não de 90% a 95% por conta de estimativas efetuadas com grandes margens de segurança.

Esse ajuste deve ser feito em plenas condições de aceitação e envolvimento da equipe. Não de forma utópica, antes esta redução deve ser ajustada conforme a realidade, pois esta diminuição da margem de segurança de cada tarefa deixa o projeto mais frágil e suscetível a possíveis atrasos e incertezas. Segundo Cohen, Madelbaum e Shtub (2004), uma variável que pode provocar a falta de cumprimento

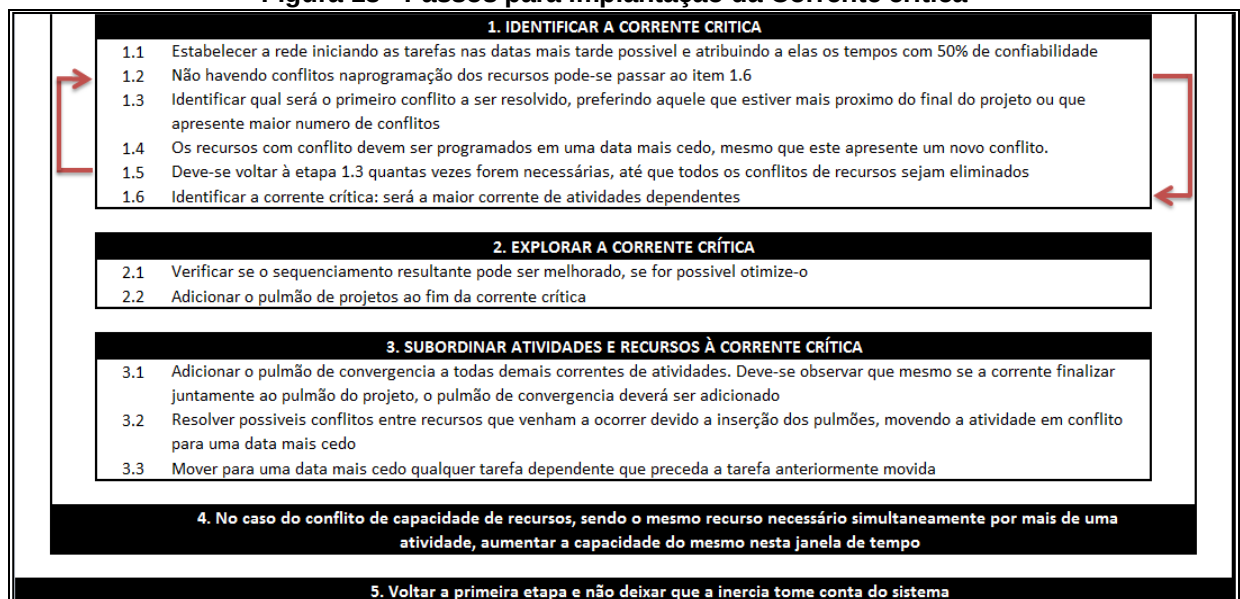
com os prazos estabelecidos para o projeto é o acúmulo de atrasos e o consequente desperdício das antecipações.

Para representar o método, o PMBOK (2008) sugere que deva ser considerada uma sequência de eventos onde inicialmente se deve:

- Construir diagrama de rede e estimar a duração da atividade com probabilidade de 50%;
- Calcular o caminho crítico;
- Inserir a disponibilidade de recursos e determinar uma programação com limitação de recursos;
- Recalcular o caminho crítico, pois, em função das variáveis de recursos, o cronograma resultante frequentemente tem um caminho crítico diferente;
- Identificar a Corrente Crítica;
- Determinar e inserir os pulmões do projeto (*buffers*);
- Determinar a programação considerando as datas mais tarde possíveis de início e término;
- Controlar e gerenciar as durações dos pulmões e os recursos indicados às atividades.

Uma opção para implantação da corrente crítica é descrita por Leach (2005) na Figura 13, quando se aplicam os 5 passos da TOC ao ambiente de projetos, chegando a uma sequência de eventos referentes à corrente crítica.

Figura 13 - Passos para implantação da Corrente crítica

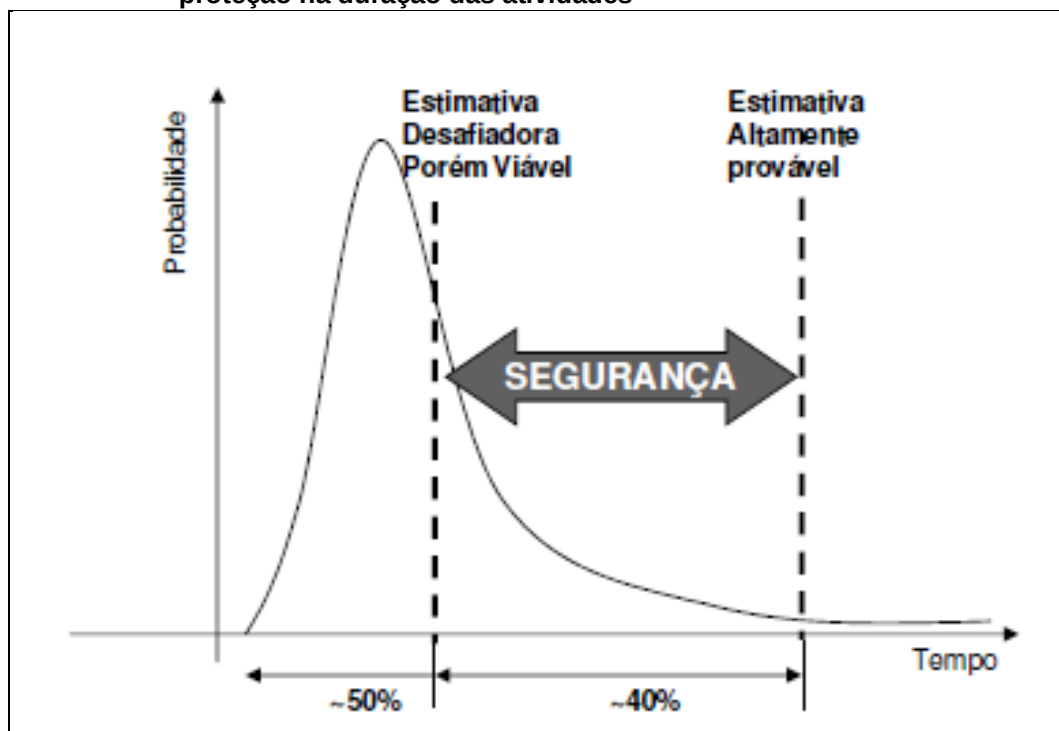


Fonte: Baseado em Leach (2005, p. 53).

Desse modo, o método da Corrente Crítica foca no gerenciamento de atividades com tempos enxutos, porém totalmente exequíveis, onde o controle está nas durações dos *buffers*, e não exclusivamente nas atividades. Esse método organiza o planejamento de um projeto buscando cumprir uma atividade em seu tempo mais viável (50%), porém com estimativa desafiadora.

No entanto, o que se identifica muito comumente é o planejamento com atividades inchadas de margem de segurança, levando a estimativas altamente prováveis. A Figura 14 mostra a probabilidade de cumprimento das atividades do projeto em função das estimativas de duração das atividades com a inserção da margem de segurança, com indicação da Estimativa Desafiadora (Corrente Crítica) e Estimativa altamente provável (Caminho Crítico) e a indicação gráfica da proteção embutida nas atividades.

Figura 14 - Estimativas das atividades do projeto com inserção da margem de proteção na duração das atividades



Fonte: Finocchio (2009, p. 51).

2.5.2 Mecanismos de Segurança

Com o desenvolvimento desse método, foi reforçado o tratamento das incertezas e dos tempos estimados para cada etapa de um projeto, que geralmente

são muito maiores que o valor médio esperado. Segundo Goldratt (1998), há três mecanismos diferentes que são usados para se embutir proteção nas estimativas de tempo de quase toda a etapa do projeto:

- As estimativas de tempo são fundamentadas em experiências pessimistas;
- Quanto mais níveis gerenciais estiverem envolvidos nesse projeto, maior será o tempo total das estimativas, porque cada nível adiciona sua própria segurança, de acordo com sua própria percepção;
- Cada pessoa que estima seus tempos também protege suas estimativas de cortes, embutindo sua respectiva margem de segurança.

Quando todas essas opções se somam, o tempo previsto para execução do projeto será bem superior ao necessário. Assim, essas estimativas oferecem uma falsa sensação de segurança relativa a futuras cobranças. Goldratt (1998) indica que mesmo que o planejamento seja baseado nessas proteções, isso não garante que ele termine dentro do prazo. O contrário parece ser de fato o que deve ocorrer, pois o que se comprova é que, mesmo embutindo o tempo de proteção nos projetos, ainda assim eles atrasam.

Goldratt (1998) afirma ainda que em muitas empresas não existe uma recompensa por atividade concluída antecipadamente, mas certamente uma penalidade para as que tiverem atrasos. Logo o mesmo autor explica que um atraso numa atividade é repassado por completo para a etapa seguinte, enquanto um adiantamento feito numa atividade é, geralmente, desperdiçado.

Esses atrasos existem em função de mais três fenômenos que merecem muita atenção, pois eles desperdiçam essa proteção e também são chamados de mecanismos de desperdícios.

2.5.3 Mecanismos de Desperdício

Apesar de todas estas proteções de tempo incluídas nas estimativas das durações das atividades, ainda assim acontecem atrasos na entrega de projetos. De fato, Goldratt (1998) revela algumas causas que permitem este desperdício de tempo e consequentemente o atraso no prazo final do projeto:

2.5.3.1 Lei de Parkinson

Publicada inicialmente por Cyril Northcote Parkinson, em um artigo da revista *The Economist* em 1955, e posteriormente reimpresso junto com outros artigos no livro *Parkinson's Law: The Pursuit of Progress*, (Londres, John Murray, 1958), onde suas colocações são baseadas na extensa experiência no Serviço Civil Britânico. Essa lei tornou-se muito perceptível nas atividades construtivas pois ela expande o trabalho para preencher todo o tempo disponível. Ou seja, mesmo que uma tarefa seja completada antes do tempo, o recurso gasta todo o tempo que resta para terminar de completá-la.

Pode-se exemplificar tal fato da seguinte forma: Se você tem 01 dia para concluir uma atividade, você a concluirá em 01 dia, mas se você tem 10 dias para concluir a mesma atividade, essa atividade vai se estender até o fim dos 10 dias. Esta inclusive é uma das razões principais da metodologia da Corrente Crítica: a eliminação dos marcos da entrega. O que passa realmente a importar é a data final do projeto, e não as datas dos pacotes de trabalho.

Goldratt (1998) cita este mecanismo como a falta de estímulo dos envolvidos na execução das atividades em informar a seus superiores da conclusão antecipada de atividades. O temor é que, com a informação da antecipação das atividades, haja uma maior cobrança dos superiores por menores tempos para concluir as tarefas. Sem contar o fato de que todo planejamento de atividades tem ligações onde uma atividade depende da outra e em muitos casos os recursos envolvidos ainda não estarão disponíveis.

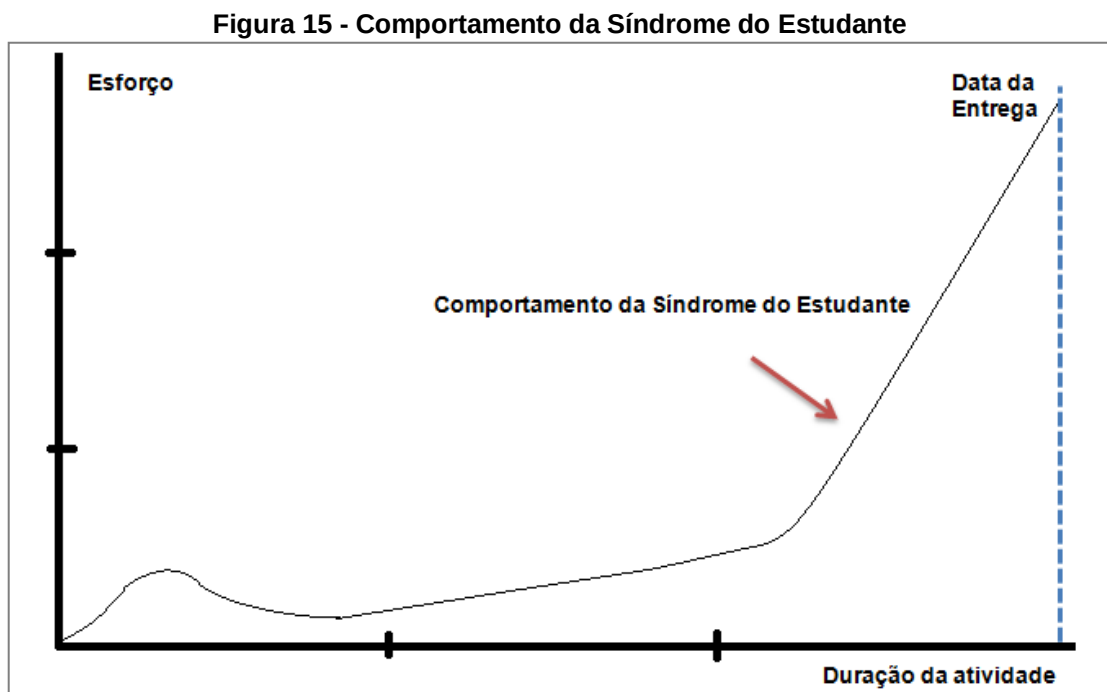
Por sua vez, Umble e Umble (2000) destacam que, quando uma atividade termina antes da data planejada, dificilmente a atividade seguinte iniciará mais cedo que a data programada. E quando uma atividade termina atrasada, esse tempo é repassado para a atividade seguinte e assim as disponibilidades de recursos precisarão ser reprogramadas.

2.5.3.2 Síndrome do Estudante

É peculiar de a natureza humana esperar até que uma tarefa fique realmente urgente para iniciar sua realização, ou seja, deixando tudo para a última hora. Ela se

apresenta como um sutil comportamento humano, um mecanismo de defesa natural, que leva o indivíduo a adiar o trabalho até o último momento possível. Segundo Csillag (2002), logo que a tarefa é definida e apresentada, geralmente o estudante briga muito para obter mais tempo.

Quando o prazo é conseguido, se costuma deixar a tarefa para o último momento, pois se tem tempo, para que se apressar? Isso se torna um grande problema, pois só quando se inicia um trabalho é que começam a surgir os problemas. Assim, agindo dessa forma o atraso na conclusão da tarefa fica praticamente garantido.



Fonte: Leach (2005, p. 71).

Leach (2005) descreve na curva da Figura 15 o comportamento da síndrome do estudante sobre as atividades do projeto. Ele diz que tipicamente se faz menos de um terço ($1/3$) da tarefa em dois terços ($2/3$) do tempo previsto. Quando se tem apenas um terço ($1/3$) do tempo restante, se inicia os dois terços ($2/3$) da tarefa esperada, e nesse momento não há tempo para solucionar alguns problemas ou reverter possíveis inconsistências sem atrasar a atividade. Ele ainda afirma que com essa distribuição tão desigual não é de se admirar que projetos raramente sejam concluídos dentro do previsto.

Esse mecanismo desorganiza a rede de precedência das atividades, pois, quando se inicia a execução do projeto e surgem os primeiros imprevistos, muitas atividades não críticas passam a ser críticas pelo retardo ou pela procrastinação das tarefas.

2.5.3.3 Multitarefa

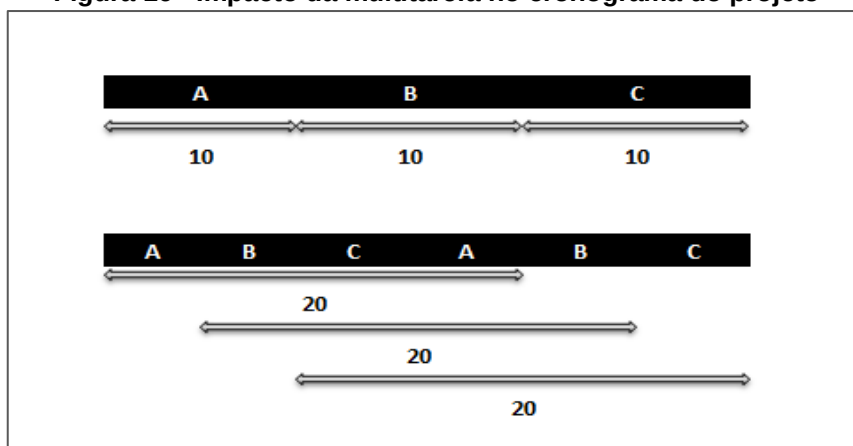
A multitarefa ocorre na maioria dos projetos existentes, principalmente em ambientes multiprojetos. Tanto para Goldratt (1998) quanto para Leach (2005), o fenômeno da multitarefa é o maior responsável pelo aumento da duração do projeto.

Também é o mecanismo de desperdício dos tempos de proteção mais potente de todos e ocorre devido ao atendimento simultâneo de vários projetos por um mesmo indivíduo executor com prazos em paralelo. O indivíduo dessa forma tem que atender às necessidades de vários projetos e, para atender a um deles, ele deixa outro para segundo plano, assim como todos os demais projetos nos quais ele é recurso.

A existência de multitarefa pode ser prejudicial ao projeto, caso não haja uma definição clara das prioridades de execução de cada atividade. Ela tende a duplicar ou triplicar instantaneamente os tempos para cada atividade.

Goldratt (1998) sugere um exemplo para ilustrar o impacto da multitarefa no cronograma do projeto. Observa-se esse exemplo na Figura 16, onde uma pessoa precisa realizar três atividades de um projeto, no qual as atividades A, B e C têm duração de 10 dias de trabalho cada uma. Desse modo, o *lead time* ou tempo de ciclo de cada atividade será de 10 dias.

Figura 16 - Impacto da multitarefa no cronograma do projeto

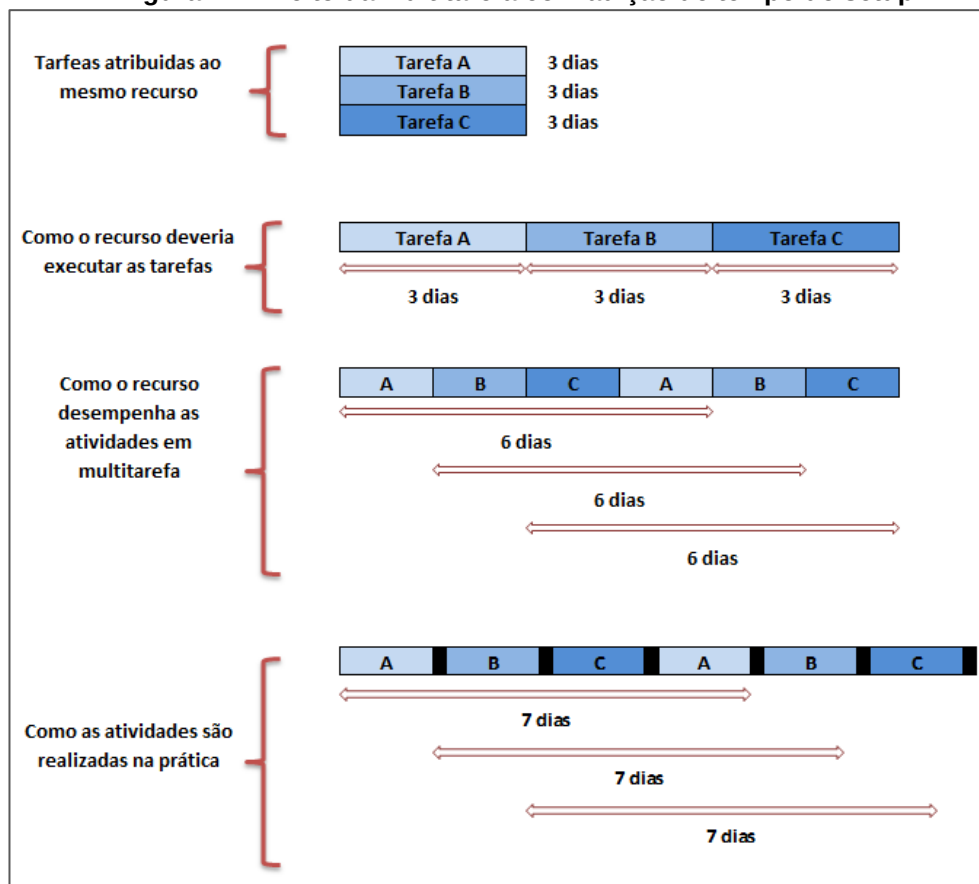


Fonte: Goldratt (1998, p.133).

O que acontece com frequência é que, quando se trabalha em ambiente de múltiplos projetos ou diversas atividades destinadas a um único recurso, não há uma priorização do trabalho. Muitas vezes a pessoa que executa as tarefas tem que apresentar algum progresso aos seus diversos gerentes de projetos, o que o leva a executar apenas parte da tarefa designada, pulando de uma tarefa para outra quando um cliente pressiona mais. Isso reduz o foco e baixa a eficiência.

Dessa forma, o que deveria levar 10 dias para ser concluído leva na verdade 20 dias, o dobro do tempo, pois sem foco de priorização o recurso executa 5 dias da atividade A, depois 5 dias da atividade B, 5 dias da atividade C e fica alternando entre as atividades até montar uma sequência de atividades como A, B, C, A, B, C, onde o *lead time* delas dobram chegando a 20 dias de duração.

Figura 17 - Efeito da Multitarefa com adição de tempo de setup



Fonte: Barcaui e Quelhas (2004, p. 08).

Ainda relacionado ao efeito multitarefa, Barcaui e Quelhas (2004) fazem uma exemplificação bastante curiosa na Figura 17, pois além de apresentarem as atividades com *lead time* maior do que o planejado, ainda se pode perceber a

presença de um novo componente entre as atividades, isto é, o tempo de transferência ou tempo de *setup*, onde as atividades planejadas para conclusão em 3 dias não mais se retardariam para 6 dias e sim 7 dias de duração, ao se considerar mais esse elemento.

Para Umble e Umble (2000), os atrasos e perda de foco na multitarefa consomem todo o tempo de segurança. Já Goldratt (1998) enfatiza que, embora pareçam simples e óbvios, todos os mecanismos de proteção usados para aumentar o tempo das atividades acabam sendo completamente desperdiçados.

Ainda de acordo com Umble e Umble (2000), a meta para o método da Corrente Crítica é garantir que a conclusão de um projeto seja rápida e bem sucedida, onde o controle e a administração da execução do projeto sejam feitos através do gerenciamento de pulmões de tempo e não das atividades inflacionadas de proteção de segurança.

2.5.4 Pulmões - Definição e Utilização

Para controlar melhor os possíveis desvios sem perder o prazo do projeto, Goldratt (1998) propôs uma nova forma de controlar o tempo nos projetos sem que haja desperdício de tempo dentro do cronograma. Ele sugere a inclusão de pulmões (*buffers*) de tempo em pontos estratégicos do cronograma para absorver os impactos dos imprevistos no ciclo de vida do projeto, eliminando os *milestones*, ou marcos de entrega, buscando controlar a data final do projeto e não as entregas individuais das atividades.

Para Barcaui e Quelhas (2004), a inserção dos pulmões é um processo de proteção à corrente crítica e, para que essa proteção de tempo das atividades não seja desperdiçada, se sugere retirar essa segurança das próprias atividades, e incluí-las em pulmões ao final das cadeias limitadas pelos recursos.

Hagemann (2001) também diz que os pulmões não são uma maneira de colocar proteção no cronograma: eles simplesmente agem como amortecedores que evitam oscilação da data final do projeto quando algumas atividades da corrente crítica não são realizadas nos prazos estabelecidos.

Por sua vez, Goldratt (1998) afirma que o monitoramento do projeto através dos pulmões mantém o foco e dá suporte às decisões dos gerentes de projetos, pois através do acompanhamento do consumo dos pulmões se verifica a real situação do

projeto como um todo, apontando o acontecimento de problemas a serem tratados para a conclusão do projeto.

Apesar das diminuições das margens de segurança das tarefas serem agressivas, cerca de 50%, uma diminuição da margem de segurança deve ser o mais próximo possível da realidade, nunca utópica, pois esta redução admite que o projeto se torne mais vulnerável a possíveis atrasos.

2.5.4.1 Pulmão do Projeto

O pulmão do projeto ou *Project Buffer* (PB) é considerado o mais importante de toda a cadeia e está localizado no final da rede de atividades de um projeto.

Uma característica desse pulmão é ele se comporta como um amortecedor de todo o cronograma e sinaliza ao gerente de projeto o status real do comprometimento dos prazos de um projeto, mesmo porque a variação entre os cumprimentos das atividades são absorvidas por esse pulmão.

Umble e Umble (2000) são objetivos quando dizem que o PB é o tempo adicionado ao final da Corrente Crítica para proteger a data de conclusão do projeto.

2.5.4.2 Pulmão de Convergência

Os pulmões de convergência ou *Feeding Buffers* (FB) apresentam a característica específica de absorver os atrasos das atividades dos caminhos não críticos e evitar que esses atrasos sejam repassados e impactem as atividades do caminho crítico e assim provocar o atraso geral do projeto. Para Umble e Umble (2000), a localização desses pulmões fica na junção das atividades, logo após a última atividade de um caminho não crítico e antes da Corrente Crítica. Sendo assim, os FB também têm a função de proteção das datas de término do projeto, mesmo que indiretamente.

2.5.4.3 Pulmão de Recursos

Os pulmões de recursos ou *Resources Buffers* (RB) têm o papel de assegurar que o recurso estará disponível para ser utilizado quando solicitado dentro da

Corrente Crítica. Ele se comporta como uma espécie de despertador, alertando periodicamente quando o recurso deverá estar disponível para utilização e garantir sua disponibilidade.

Os RB podem ser implementados de duas formas. A primeira, de acordo com Pignatari *et al.* (2005), somente como um sinal de alerta, onde o recurso predecessor irá avisar ao recurso sucessor quando este deverá estar iniciando suas atividades. Dessa forma, os recursos sempre estariam preparados para início imediato de suas atividades.

A segunda forma é destacada por Umble e Umble (2000), onde seria designado um tempo inativo para o recurso, uma espécie de tempo ocioso, uma capacidade protetora, e buscaria garantir sua disponibilidade na data programada.

2.5.4.4 Pulmão de Capacidade

Os Pulmões de Capacidade ou *Capacity Constraint Buffer* (CCB) ou “*Bottleneck Buffer*” são mais empregados em ambiente de múltiplos projetos, onde recursos considerados estratégicos são utilizados em vários projetos, quando um profissional tem uma habilidade específica e se torna necessário em diversos processos. Por isso, o cuidado deve ser reforçado, pois um desperdício dessa capacidade pode implicar em atraso de todo o projeto.

2.5.5 Métodos de Dimensionamento dos Pulmões

Quando se dimensionam *Buffers* ou Pulmões, é necessário dar uma atenção especial ao fator Risco, pois atrasos ou contratempos na execução das atividades podem levar o projeto todo ao insucesso e esses pulmões bem dimensionados servem de contingente para o atingimento da meta estabelecida.

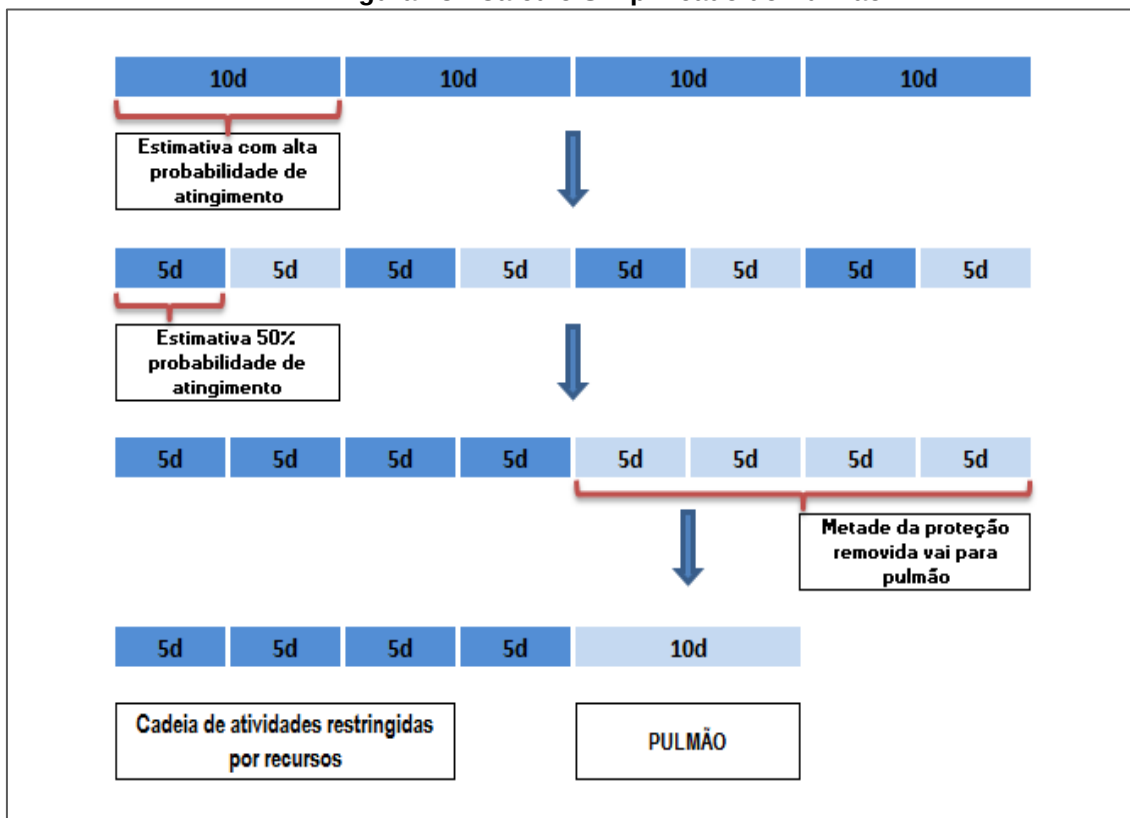
Newbold (1998) recomenda procurar os métodos mais simples para o cálculo dos pulmões, pois não vale a pena fazer cálculos sofisticados para dimensioná-los. O mais efetivo é que se procure simplicidade e praticidade nos cálculos dos pulmões. A maioria dos pulmões é calculada da mesma forma. Alguns métodos são simples e efetivos e outros mais elaborados. Aqui, porém, apresentam-se apenas dois tipos, a seguir.

2.5.5.1 Método dos 50%

É o método mais simples e mais utilizado para dimensionamento do *Buffer* do Projeto, que consiste em retirar 50% das durações de cada atividade, inclusive da corrente crítica, recalcular essas seguranças e incluí-las ao final da cadeia de atividades. Porém a soma das seguranças retiradas são somadas e também são deduzidas em 50%, chegando a uma atividade com tempo enxuto de amortecimento para controlar o prazo final do projeto. Assim, dessa forma, surge o *Project Buffer*.

A Figura 18, baseada nas explicações de Newbold (1998), mostra um exemplo do cálculo simplificado e da sequência de atividades com a aplicação do Método dos 50%. O *buffer* é resultante da metade da soma de todas as contingências cortadas na estimativa das durações das atividades.

Figura 18 - Cálculo Simplificado do Pulmão



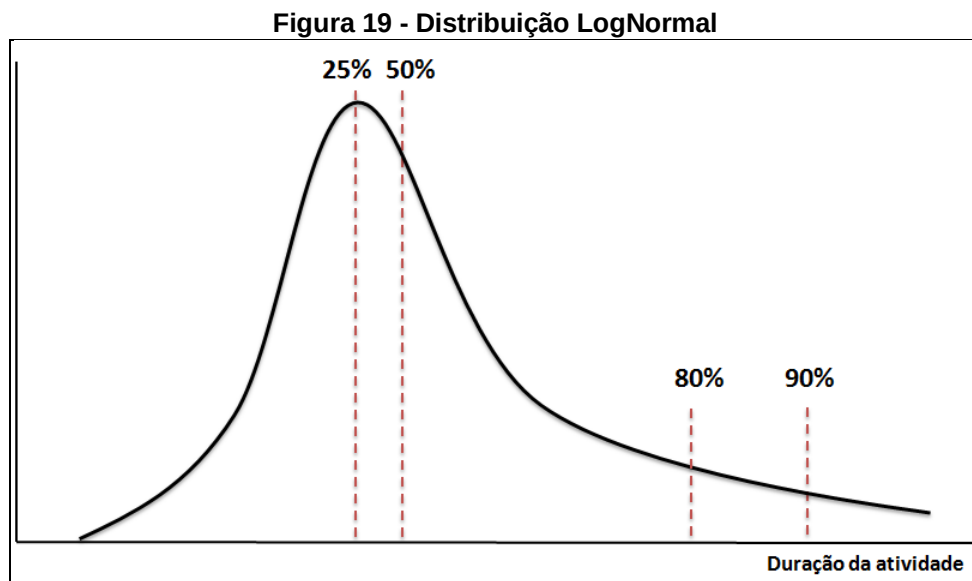
Fonte: Newbold (1998, p. 93).

2.5.5.2 Método da Soma dos Quadrados

Outro método de dimensionamento de pulmões ou *Buffers* é conhecido por Método da Soma dos Quadrados (SSQ) ou da Raiz Quadrada do Erro. Este é um

método mais robusto e possui embasamento estatístico, além de ser mais efetivo quando existe a probabilidade de uma diferença muito acentuada na conclusão das diferentes tarefas de um único projeto.

Sua diagramação assume a forma da distribuição Lognormal para a probabilidade de finalização das tarefas, como mostra a Figura 19 apresentada por Newbold (1998).



Fonte: Baseado em Newbold (1998, p. 11).

Para que o *Buffer* seja dimensionado através desse método, é necessária a adoção de duas estimativas de duração de tarefas: a primeira estimativa é considerada pessimista (P_i), por ser uma previsão de cumprimento com estimativa de 95%, também apontada como de baixo risco, pelo volume de segurança inserida na previsão; a segunda estimativa é apontada como otimista ou mais provável (T_i), na proporção de 50%, também conhecida como "tempo seco" com inserção de segurança realista ou até mesmo sem nenhum tipo de proteção, o que leva a equipe a se esforçar ao máximo para cumprir a atividade no tempo determinado.

Segundo Newbold (1998), o cálculo da incerteza das atividades deriva da diferença das estimativas ($P_i - T_i$), e equivale a dois desvios padrão, podendo ser obtido através da seguinte fórmula:

$$\text{Buffer} = 2 \times \sigma = 2 \times \sqrt{\left(\frac{(P_1 - T_1)}{2}\right)^2 + \left(\frac{(P_2 - T_2)}{2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{(P_n - T_n)}{2}\right)^2}$$

onde:

P_i = Previsão Pessimista

T_i = Previsão otimista ou mais provável

Além desses dois métodos apresentados, existem outros métodos de dimensionamento de *buffers* na bibliografia. No entanto, Fernández (2008) afirma que tais métodos ainda não são aceitos formalmente pela metodologia e cita o artigo de Tukul *et al.* (2006), informando que outras abordagens aplicam a teoria das filas e algumas ferramentas de simulação.

2.5.6 Gerenciamento dos Pulmões

O Pulmão do projeto é inserido na sequência de atividades e é costumeiramente o último de toda a cadeia para sinalizar ao gestor do projeto o grau de comprometimento daquela tarefa ou da cadeia de atividades com relação ao tempo disponível para término. Dessa forma, ele é dividido em três níveis conforme exemplificado na Figura 20, onde cada um dos terços representa um nível de atenção com relação ao cumprimento do prazo.

De acordo com Barcaui & Quelhas (2004), os pulmões existentes na corrente crítica, em especial o pulmão de projeto, que dá a folga final do projeto, servem de base de sustentação para gerenciar e ajustar a evolução do projeto em relação à data de término esperada.

Figura 20 - Exemplo Clássico de Gerenciamento de Pulmões por níveis

BUFFER OU PULMÃO		
OK	Observar e Planejar	Agir com Urgência
Pulmão do Projeto Consumido 1/3	2/3	3/3
Pulmão Contingencia Consumido 1/3	2/3	3/3

Fonte: Baseado em Barcaui e Quelhas (2004, p. 12).

Cabe ao gestor do projeto acompanhar a evolução do consumo dos *buffers*, porquanto é esperado que ele seja consumido, uma vez que ele foi planejado e alocado a partir da segurança das estimativas das atividades do projeto. Entretanto, se o avanço da atividade permanecer na primeira coluna ou no primeiro 1/3 do consumo, nenhuma ação é necessária.

Se a atividade não for concluída e se fizer necessário o avanço ao segundo terço, cabe ao gerente do projeto observar a potencialidade desse avanço e planejar um plano de recuperação para minimizar o impacto e evitar a perda do prazo. Nesse momento ainda cabe um estudo e um planejamento, podendo ser necessário um incremento na equipe do projeto ou a liberação de horas extras, ou alternativas diferentes.

Uma vez que o consumo do pulmão continue a avançar e chegar ao terceiro terço do pulmão, uma ação imediata e precisa deve ser adotada pelo gerente do projeto, buscando evitar o comprometimento ou até mesmo a perda do prazo final do projeto.

Ao se observar analogicamente o acompanhamento dos pulmões do projeto, constata-se que se assemelham a semáforos, uma vez que, ao sinal verde, há uma permissão de continuidade. Da mesma forma, ao sinal amarelo, é necessário se conservar em estado de alerta, pronto para agir imediatamente se for necessário. Finalmente, ao sinal vermelho, se espera uma parada extrema na passividade para empreender ações corretivas efetivas.

2.6 SOFTWARES UTILIZADOS NA PESQUISA

2.6.1 Software Microsoft Office Project

O *Microsoft Office Project* é um programa destinado ao gerenciamento de projetos, desenvolvido pela *MICROSOFT CORPORATION*, com muitos recursos e de fácil compreensão. É uma ferramenta muito importante e acessível, que possibilita ao Gerente de Projetos operacionalizar a criação e modificação do planejamento das informações de um projeto a fim de atingir os objetivos esperados pela organização. Com ele se pode planejar, programar e representar graficamente as tarefas necessárias ao projeto.

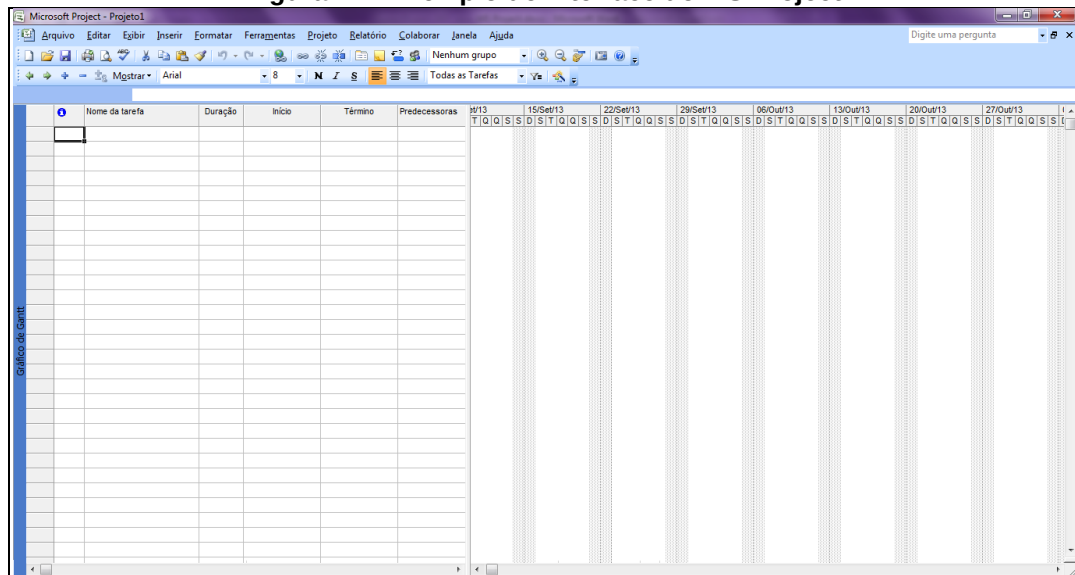
Sua primeira versão surgiu no ano de 1985 ainda no ambiente MS-DOS com a intenção de ajudar ao GP 'manter tudo sob controle', através de uma interface gráfica, afável que permite desde a elaboração de um plano inicial de projeto a modificações do projeto estando ele em andamento, com a possibilidade de recalcular os cronogramas e perceber como estas modificações podem influir no andamento e no relacionamento das demais tarefas do projeto.

A primeira versão no ambiente Windows foi efetuada no ano de 1990, mas só em 1995 ele foi denominado como Microsoft Office Project, muitas vezes desassociada dos pacotes Office lançados pela Microsoft. Sua evolução é constante, pois o mercado assim necessita de novos incrementos. Por isso as versões 98, 2000, 2002, 2003, 2007 e 2010 foram se desenvolvendo sequencialmente uma em relação a outra e apresentando melhorias, na interface, nos recursos de programação dinâmica, no sequenciamento de atividades, em comando básicos de repetir e desfazer e também de salvar como, com possibilidade de uso das extensões MPP e MTP, para projetos e para modelos de projetos, respectivamente.

Atualmente é possível encontrar a versão 2013, que traz melhorias maiores ainda na interface, agrupamentos de comando nas guias, novas funcionalidades como caminho de tarefa, painéis de tarefas futuras, visão geral de custos e visão geral do projeto, relatório e visão geral dos recurso e valor agregado. Essas funcionalidades tem chamado a atenção dos GP's para a utilização desta versão, já que ela esta muito próxima das versões 2007 e 2010.

O programa pode ser confundido com o MS Excel por sua característica de utilização de tabela, como se pode perceber pela figura 21 que demonstra a interface do *MS Project*. Porém esses programas apresentam alguns aspectos diferentes. Um desses aspectos acontece em relação à coluna, porquanto se deve ter cuidado ao preencher uma coluna do MS Project, pois o nome dado àquela coluna será o mesmo em todas as planilhas do MS Project, tanto em Escopo, Prazo, Custo, etc., diversamente do que ocorre no Excel, em que as planilhas são diferentes e independentes.

Figura 21 - Exemplo de interface do MS Project



Fonte: elaboração própria.

O *MS Project* oferece muitos recursos no que se refere ao planejamento e controle de projetos. Não é apenas um 'fazedor de cronogramas', é um suporte eficaz na condução de projetos e é a ferramenta usada no gerenciamento de projetos da concessionária de energia elétrica estudada nesta pesquisa.

Dessa forma, a utilização do *MS Project* torna viável o planejamento de:

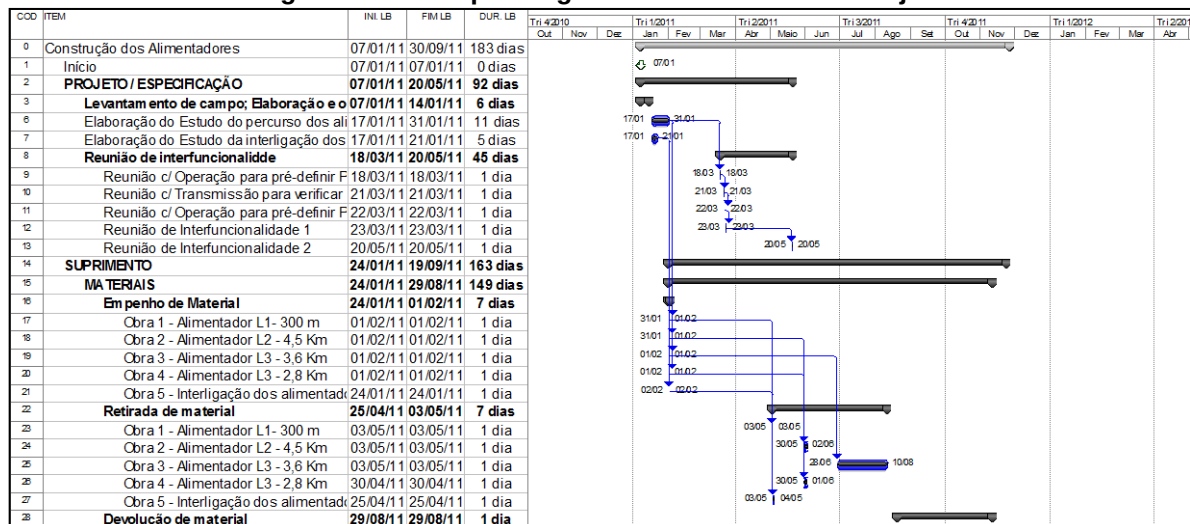
- Explicitação das atividades;
- Sequenciamento das atividades;
- Estimativa da duração das atividades;
- Alocação dos recursos e custos evitando sobrealocação;
- Desenvolvimento do Cronograma;
- Controle do Cronograma;
- Planejar a utilização do orçamento;
- Identificação do caminho crítico do projeto;
- Acompanhar e preparar relatórios explicativos;
- Prestar contas para os clientes, gerentes, trabalhadores e fornecedores.

De maneira especial deve-se tomar conhecimento de que o software possui funcionalidades de planejamento muito relevantes, tais como: definição e previsão de requisitos, cronograma, recursos, esforço e custos; organograma e alocação de equipes; infraestrutura; estrutura de comunicação; análise de riscos e de monitoramento; permite também acompanhar, avaliar e representar o progresso das

atividades e do projeto e avaliar riscos e custos. Mas o software por si só não toma decisões, estas devem ser tomadas pelo gerente de projeto, conhecedor de toda a metodologia de gerenciamento de projetos, ou seja, a determinação do que fazer cabe ao GP.

O *Software* trabalha com o modelo denominado Diagrama de Rede ou diagrama de precedências e aceita relações de precedências entre tarefas tipo Início-Início, Início-Fim, Fim-Início e Fim-Fim, como demonstrado na figura 22, fato que permite realizar tarefas recorrentes e utilizar tabelas no processo de entrada de dados, podendo gerar automaticamente um Gráfico de Gantt, facilitando o processo de entrada de dados.

Figura 22 - Exemplo de gráfico de Gantt do MS Project



Fonte: Elaboração própria.

É possível utilizar um modelo probabilístico para planejamento das atividades, bem como a definição de um calendário específico que determinará a “semana de trabalho”, expediente de trabalho e feriados, viabilizando a alocação, nivelamento e redistribuição dos recursos de forma manual ou automática. Além disso, os custos são ligados diretamente às tarefas no formato de custos fixos ou de custos dos recursos alocados.

2.6.2 Software PS8 Sciforma

O PS8 é uma ferramenta de software voltada ao gerenciamento de projetos e foi desenvolvido e distribuído pela *Sciforma Corporation* (www.sciforma.com), que é

responsável pela construção do primeiro *software* de *Project Management* que possibilita implementar integralmente a Teoria das Restrições e a Corrente Crítica.

Sediada nos EUA, a Sciforma Corporation fornece à mais de 30 anos projetos avançados e portfólio de soluções de gerenciamento de projetos em todas as áreas da indústria, governo, incluindo manufatura, ciências da informação, construção, telecomunicações e pesquisa e desenvolvimento para clientes de todo o mundo.

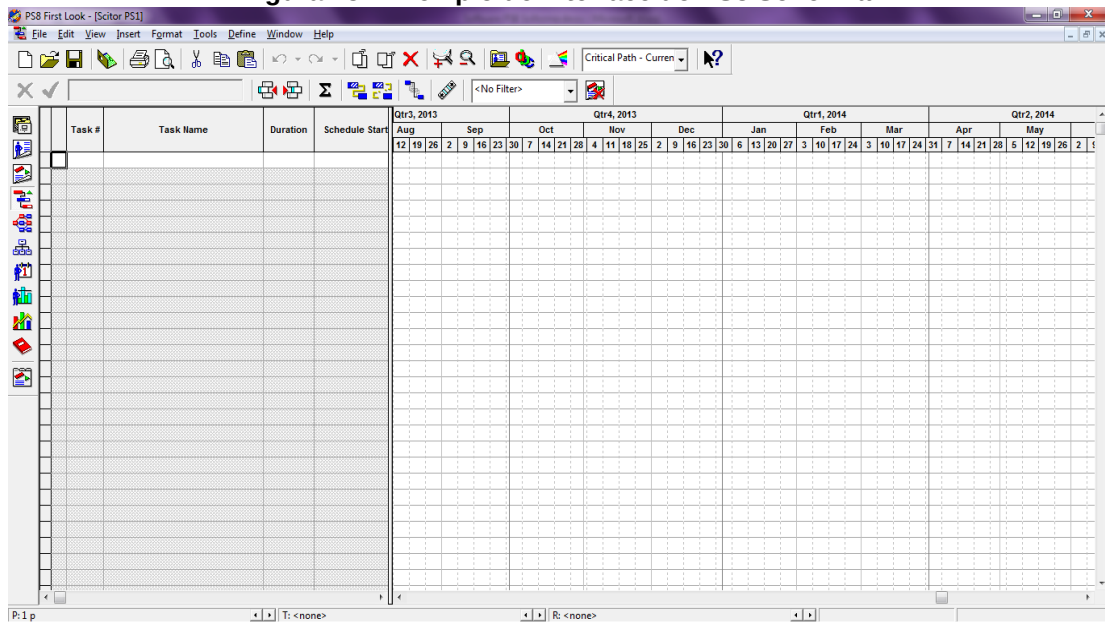
O PS8 atualmente é utilizado por 250 mil usuários no mundo, e tem escritórios espalhados pelos Estados Unidos, França, Alemanha, Japão, Reino Unido e uma rede de parceiros que disseminam sua solução e oferecem suporte para clientes em todo o mundo.

De acordo com a Unibrafrance (2011), o nome *Sciforma* surgiu da junção da palavra inglesa '*science*' e da palavra latina 'forma', que em inglês é '*plan*' (planejar), formando a marca de seu projeto empresarial onde a *Sciforma* se apresenta como "a ciência do planejamento".

O PS8 oferece suporte ao gerenciamento de projetos únicos ou múltiplos, de diversos tamanho e abrangência, ajudando o gestor a otimizar seu planejamento e análise de desempenho. Este software oferece ainda recursos que permitem personalizar o programa de acordo com as necessidades da organização ou, ao contrário, estabelecer padrões que podem ser aplicados de forma geral.

Apesar de ainda não possuir uma versão em português, a interface do PS8 é simples e de fácil compreensão. Conforme a ilustração da Figura 23, seus recursos são diversificados e podem ser utilizados para acompanhar custos e controle de recursos.

Figura 23 - Exemplo de Interface do PS8 Sciforma



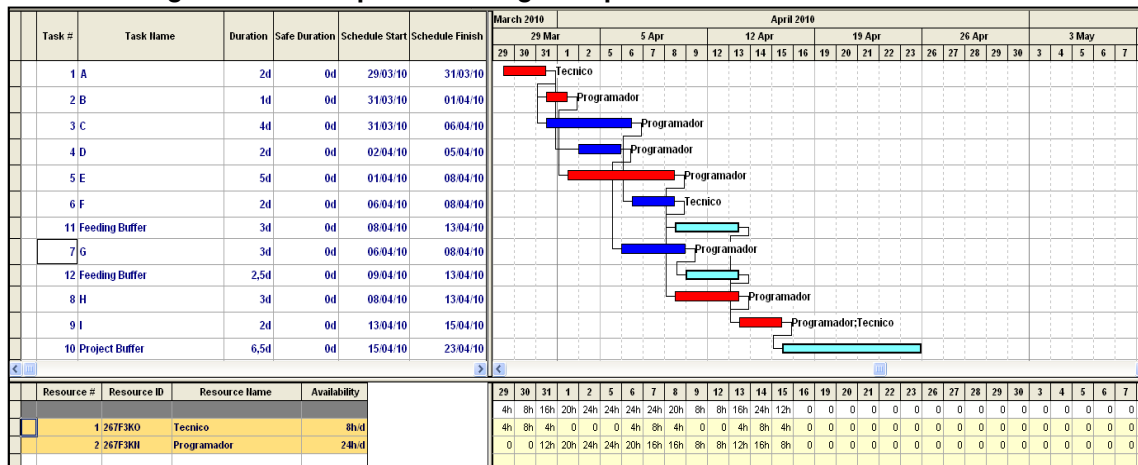
Fonte: Elaboração própria.

O PS8 é um instrumento de suporte ao planejamento de atividades e cronogramas, bem como um gerenciador de recursos e uma eficaz ferramenta de monitoramento. Com ele se pode realizar:

- Planejamento de atividades;
- Previsão e controle de custos;
- Gestão de Recursos e Acompanhamento;
- Análise e relatórios de recursos;
- Análise de Desempenho.
- Capacidade de tratamento de ambientes de multiprojetos;
- Comercial informações via internet (*web*) e
- Customização de relatórios.

A Figura 24 apresenta um exemplo de cronograma com a aplicação do Método de Corrente Crítica, onde os *Buffers* são representados pela cor azul mais clara, ao final da cadeia de tarefas.

Figura 24 - Exemplo de cronograma pelo Método de Corrente Crítica



Fonte: Elaboração própria.

Algumas características do Software PS8 são apresentados a seguir:

- A arquitetura do PS8 suporta o planejamento de vários projetos usando um *pool* de recursos comuns;
- O PS8 permite gerenciar projetos como planos independentes ou para formar um projeto mestre que contém vários projetos com dependências entre outros projetos;
- Bloquear as informações do projeto e impedir o acesso não autorizado;
- Mantém seus *stakeholders* informados com a configuração e utilização de Web site;
- Oferece visualizador de Gantt fundamentado em Java para fornecer acesso imediato aos cronogramas de projetos sem a necessidade de que seus usuários tenham conhecimento em operar o PS8;
- O PS8 fornece um gerador de relatórios integrado. Usando o *Report Writer*, se pode definir uma biblioteca de relatórios personalizados que podem ser de forma livre, tabular, ou tempo distribuído em formato;
- O PS8 proporciona a implementação do gerenciamento de projetos por Corrente Crítica como um recurso integrado em um único produto;
- O nivelamento de recursos do PS8 promove a manutenção de seus planos de tarefa viável, dadas as restrições de recursos;
- O algoritmo de nivelamento do PS8 suporta o nivelamento multi-projeto usando perfis de disponibilidade de recursos divididos em fases;

- O PS8 fornece recursos abrangentes de gerenciamento de custos, fornecendo até seis diferentes tabelas de custos divididos em fases para cada recurso.

Mesmo com todas suas funcionalidades, facilidade de compreensão e manuseio, cabe lembrar que, igualmente ao *MS Project*, o *PS8 Sciforma* é uma ferramenta de suporte ao gerenciamento de projetos, e o usuário é o tomador de decisão e por isso deve entender principalmente as técnicas, conceitos e melhores práticas de gerenciamento de projetos, para gerir de maneira mais eficaz e obter melhores resultados com esses softwares.

2.7 SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO E LINHAS DE SUBTRANSMISSÃO

O Setor Elétrico Brasileiro – SEB, opera sob concessão, autorização ou permissão do Estado, fornecendo serviços públicos de eletricidade à população. Presentemente é o serviço público na área de infraestrutura com maior extensão de atendimento, superior a 98% da população, inclusive com políticas publicas voltadas à total universalização de atendimento nos próximos anos.

Segundo a CCEE (2010), até o ano de 1995, o Setor Elétrico Brasileiro tinha uma formação verticalizada, essencialmente formada por empresas estatais, que retinham as atividades de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica e utilizavam recursos públicos para custear as melhorias do sistema, como a construção de usinas e linhas de transmissão e sistemas de distribuição. Dessa forma, toda atividade ligada à energia elétrica era considerada um monopólio, sem margem para a competição, uma vez que todos os consumidores eram cativos e o mercado era completamente regulado, incluindo as tarifas para todos os segmentos.

A energia elétrica configura-se como um bem de primeira necessidade e exige uma infraestrutura institucional e regulamentação detalhada para ordenar sua comercialização com forte participação do Estado na regulação e planejamento.

A estruturação do setor elétrico abrange os sistemas de: geração, transmissão ou subtransmissão, distribuição e comercialização. Onde a geração é a transformação de uma fonte primária de energia em eletricidade a partir de usinas geradoras de energia elétrica. Englobam as empresas públicas e privadas dedicadas

à produção de energia elétrica a partir de diferentes fontes (hidráulica, térmica, nuclear, solar, ou eólica), de produtores independentes e da importação de energia elétrica produzida em países vizinhos, com os quais existem interconexões de linhas de transmissão.

A Transmissão e a Subtransmissão são as responsáveis pelo transporte da energia elétrica, em níveis altíssimos, a partir de usinas geradoras e através de circuitos elétricos que podem ser aéreos ou subterrâneos, permitindo que a energia seja transportada a partir de longas distâncias, interligando a geração aos centros de carga. O que difere Transmissão e a Subtransmissão é a classe de tensão em que cada uma opera. Para a ABNT (2006), aqui no Brasil as linhas operam em diversas classes de tensão, sendo tensões típicas as de 69 kV, 138 kV, 230 kV, 345 kV, 440 kV, 500 kV e 765 kV, que são classificadas como:

- Linhas de Transmissão: classe de tensão igual ou maior que 230 kV.
- Linhas de Subtransmissão: classe de tensão abaixo de 230 kV.

A distribuição recebe energia das linhas de Subtransmissão e distribui energia elétrica em média e baixa tensão aos consumidores finais. Essa fronteira entre o sistema de Subtransmissão e distribuição se dá geralmente nas subestações da transmissora, quando a tensão elétrica é rebaixada até níveis abaixo de 69kV, e destas saem linhas de distribuição que se conectam às subestações das distribuidoras. Ao chegar às subestações das distribuidoras, a tensão é rebaixada através do transformador de força e, por meio de um sistema composto por fios, postes e transformadores, chega ao consumidor final em 127, 220 ou 380V.

A comercialização, por sua vez, é o segmento constituído de empresas distribuidoras que atuam de modo competitivo na intermediação de contratos de compra e venda de energia elétrica entre os demais agentes do setor.

Na comercialização de energia, as empresas distribuidoras funcionam como elo entre o setor de energia elétrica e a sociedade, visto que suas instalações recebem das companhias de subtransmissão todo o suprimento destinado ao abastecimento no país e, por intermédio delas, a energia elétrica chega ao consumidor final.

CAPITULO 3 - METODOLOGIA

Este capítulo tem a finalidade de apresentar os procedimentos metodológicos que foram utilizados para a elaboração deste trabalho científico. Para Seabra (2009) a Metodologia é o caminho do pensamento e a prática exercida no processo de apreensão da realidade.

A metodologia abrange a escolha de um método de pesquisa que seja coeso com as finalidades do projeto, buscando expor as etapas para a realização da pesquisa. Ainda para Seabra (2009), o método de pesquisa científica pode ser caracterizado de forma genérica como a escolha de procedimentos sistemáticos para descrição e explicação dos fenômenos.

Para Thiollent (1987), a metodologia consistir em habilidades e conhecimentos necessários para poder dar orientação aos pesquisadores em alguns caminhos, como no processo de investigação, seleção de conceitos, técnicas e tomadas de decisão.

Dessa forma, no contexto do conteúdo da metodologia do trabalho científico, são mostradas a natureza e a classificação da pesquisa, a área de atuação da empresa a ser pesquisada, a técnica de coleta de dados aplicada e como são coletados e tratados os dados. São apresentados ainda os demais elementos que podem auxiliar a compreensão do estudo proposto.

De acordo com a compreensão sobre as limitações do trabalho e dos objetivos a serem alcançados, pode-se pesquisar e analisar o planejamento e a gestão de projetos de execução de obras de construção de linhas de subtransmissão a um nível de tensão de 69.000 volts, de uma empresa distribuidora de energia elétrica, por meio de um estudo de caso como forma de gerar novos conhecimentos e de uma simulação para comprovar a efetividade de um novo método de planejamento proposto neste documento.

3.1 NATUREZA E ABORDAGEM DA PESQUISA

Diversas são as formas de classificar as pesquisas. Quanto à natureza a pesquisa pode ser básica ou aplicada.

A pesquisa de natureza básica consiste em uma abordagem que busca gerar conhecimentos novos e úteis para o avanço da ciência sem previsão de aplicação

na prática, que abrange verdades e interesses universais, que é realizada simplesmente para acrescentar o conhecimento sobre algum assunto, ou seja, onde se aplica o conhecimento pelo conhecimento.

A pesquisa aplicada busca gerar conhecimentos para aplicação prática voltada à solução de problemas ou objetivos específicos. É realizada vislumbrando a possibilidade de sua aplicação a curto ou médio prazo, pois é considerada uma investigação original idealizada pelo interesse em adquirir novos conhecimentos.

A pesquisa aplicada busca gerar conhecimento que envolve verdades e interesses visando a utilidade sócio-econômica e serve de apropriação do "*know how*".

Esta pesquisa pode ser classificada como sendo Aplicada, pois ela provém do desejo de buscar conhecimento e fazer algo de maneira mais eficiente e eficaz, e também de buscar e apresentar resultados objetivos. Esse tipo de pesquisa gera conhecimentos para aplicação prática, envolvendo verdades e interesses específicos (SILVA, 2001).

Quanto à abordagem do problema, a pesquisa pode ser classificada como Pesquisa Quantitativa ou Qualitativa.

A Pesquisa Quantitativa considera que tudo que pode ser mensurável e medido pode ser quantificado. É o tipo de pesquisa que requer o uso de ferramentas estatísticas na busca de demonstrar em números o conhecimento, opiniões ou informações.

Segundo Bryman (1989), as principais preocupações da abordagem quantitativa são:

- Mensurabilidade;
- Causalidade;
- Generalização e
- Replicação.

De acordo com Cauchick Miguel *et al.* (2010), a mensurabilidade é uma das principais preocupações da abordagem quantitativa, por cumprir um papel central no processo de realização da pesquisa. A Causalidade procura explicar como as coisas são sob o ponto de vista do relacionamento entre variáveis. A Generalização vê a possibilidade dos resultados da pesquisa transcenderem e serem utilizados de forma

generalizada. E, finalmente, a Replicação enxerga a possibilidade de um pesquisador repetir a mesma pesquisa e encontrar os mesmos resultados.

A Pesquisa Qualitativa durante muito tempo foi considerada um complemento da Pesquisa Quantitativa, fato que explicava justamente seus limites, onde a diferença entre elas era a ausência de quantificação, o que Bryman (1989) julga ser um erro de interpretação.

Assim, o processo e seu significado são os focos principais da abordagem qualitativa, que analisa a relação entre o mundo real e o sujeito, que muitas vezes não pode ser demonstrada sob a forma de números.

Segundo Flick (2009), os aspectos principais da pesquisa qualitativa consistem na escolha de métodos e teorias convenientes; no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas; nas reflexões dos pesquisadores a respeito de sua pesquisa como parte do processo de produção do conhecimento e na variedade de abordagens e métodos.

A pesquisa qualitativa se baseia basicamente na análise de dados e fenômenos. Diferentemente da pesquisa quantitativa, ela não precisa do uso de métodos ou técnicas estatísticas.

Especificamente, esta pesquisa ela se apresenta como sendo Qualitativa, uma vez que ela tem foco nos processos como objetivo do estudo, pois Cauchick Miguel *et al.* (2010) enfatizam que a abordagem qualitativa não tem foco na estrutura das organizações e sim no processo, não nos resultados, mas como se chega a eles. Isso leva a explicar o 'como' e não apenas o 'que'.

Além disso, esta pesquisa procurou desenvolver uma simulação do planejamento de tempo para projetos de construção de linhas de distribuição de energia elétrica sob as premissas do Método de Corrente Crítica, uma vez que sua aplicação prática se tornaria inviável dentro do prazo total disponível em um programa de mestrado. Esse trabalho, portanto, consistiu em comparar o processo de planejamento do procedimento construtivo adotado pela empresa pesquisada com um planejamento baseado em uma metodologia de programação diferente e audaciosa.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Uma pesquisa pode ser classificada, da percepção dos seus objetivos ou quanto à sua finalidade, como descritiva, explicativa ou exploratória. Estes tipos de pesquisa podem muito frequentemente surgir em uma única pesquisa, de forma combinada, abrangendo duas ou até as três características acima.

Segundo Gil (2002), a Pesquisa Exploratória busca maior familiaridade com o problema, para o evidenciar ou para a construção de hipóteses. Abrange levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas envolvidas com o problema da pesquisa, análise de exemplos que promovam o entendimento e muito frequentemente se apresentam nas formas de Pesquisa Bibliográfica e de Estudo de Caso.

Para Lakatos e Marconi (1992), a pesquisa exploratória busca acrescentar a familiaridade do pesquisador com o problema ou o ambiente, organizar pesquisas futuras para alcançar objetivos mais precisos, bem como construir hipóteses sobre o tema.

Em relação à Pesquisa Descritiva, o mesmo autor afirma que esta busca delinear as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Frequentemente é alcançada por meio de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como questionário e observação sistemática.

Ainda para Gil (2002), a Pesquisa Explicativa é aquela que busca identificar os fatores que determinam ou contribuem para o acontecimento dos fenômenos. Ele o considera o tipo mais complexo e delicado pois este tipo de pesquisa aprofunda o conhecimento da realidade explicando a razão, o “porquê” das coisas e proporcionalmente aumenta o risco de cometer erros. De forma geral se apresentam como Pesquisa Experimental e Pesquisa *Expost-facto*.

O mesmo autor continua dizendo que o conhecimento científico se assenta em resultados obtidos de estudos explicativos, o que não significa que as pesquisas exploratórias e descritivas sejam desconsideradas ou tenham menos valor, porque quase sempre compõem uma etapa prévia imprescindível para o alcance de explicações científicas.

Com respeito a esta pesquisa, ela pode ser, portanto, considerada como sendo exploratória, mas ela pode igualmente ser classificada como descritiva, pois, segundo Cervo, Bervian e Silva (2007), a abordagem descritiva tem o caráter progressivo de observar, registrar, analisar e correlacionar os acontecimentos ou fenômenos, ou seja, sua relação com os dados alcançados. Dessa forma se busca conhecer as situações ligadas ao comportamento humano.

3.3 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DE COLETA DE DADOS

Fonseca (2002) diz que a pesquisa permite uma aproximação e um entendimento da realidade a investigar, como um processo permanentemente inacabado. Ela se processa através de aproximações sucessivas da realidade, fornecendo subsídios para uma intervenção no real.

E para classificar uma pesquisa com base nos procedimentos técnicos, é necessário traçar o esboço do caminho a percorrer em busca dos resultados de uma pesquisa. Para Lakatos e Marconi (1992), os procedimentos técnicos de uma pesquisa constituem as etapas mais concretas da investigação, com a intenção direcionada à explicação dos fenômenos.

Dessa forma, o procedimento técnico adotado para a coleta de dados se torna o ponto mais relevante para o alcance dos resultados mais alinhados e realistas. Nesse sentido, Gil (2002) descreve alguns desses procedimentos, tais como:

- **Pesquisa Bibliográfica:** Se caracteriza quando é realizada a partir de material já publicado, principalmente de livros, de artigos contidos em periódicos e de material disponibilizado na Internet;
- **Pesquisa Documental:** É a técnica que coleta informações a partir de materiais que não receberam tratamento analítico;
- **Pesquisa Experimental:** É a pesquisa que se utiliza de experimentos sob as condições estabelecidas pelo pesquisador, para observar o comportamento ou o resultado dos fatos ou dos fenômenos naturais, ou seja, busca saber se um fenômeno é a causa do outro quando se determina um objeto de estudo.

- **Levantamento ou Survey:** É a técnica de pesquisa que envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer, geralmente é realizada através de questionários e/ou entrevistas;
- **Estudo de caso:** É a técnica de investigação utilizada quando se procura compreender, explorar ou descrever eventos ou fatos. Ele é aplicado quando abrange o estudo intenso e exaustivo de um ou poucos objetos resultando em um extenso e detalhado conhecimento.
- **Pesquisa Expost-Facto:** Essencialmente é a técnica realizada quando o “experimento” se concretiza depois dos fatos. Ela é bem parecida com a Pesquisa Experimental, pois busca igualmente verificar relação entre variáveis, porém nessa técnica o pesquisador não tem controle sobre a variável independente.
- **Pesquisa-Ação:** é aquela que se desenvolve a partir da influência mútua dos pesquisadores e membros das situações investigadas. Ela é idealizada e concretizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo.
- **Pesquisa Participante:** se caracteriza como a pesquisa que se desenvolve a partir da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas, muitas vezes o cenário da pesquisa é seu ambiente de trabalho ou estudo.

Ainda no caso desta pesquisa, foi necessária a adoção de dois procedimentos de pesquisa: O Estudo de Caso e a Pesquisa Experimental, devido ao fato de que este estudo apresentou o modo como uma empresa distribuidora de energia elétrica planeja e executa as atividades construtivas de uma linha de distribuição de 69.000volts e simulou um modelo baseado nas premissas da teoria da Corrente Crítica de Eli Goldratt.

O Estudo de Caso e a Pesquisa Experimental foram realizados da seguinte forma:

- Para o **Estudo de Caso**, a ferramenta de investigação consistiu de uma Análise de Registros, através de Roteiro de Observação para os relatórios e toda parte documental e dados pertinentes ao planejamento e execução das obras de construção de linhas de subtransmissão na tensão

especificada nos últimos anos pela empresa analisada, para mapear inclusive seus pontos mais problemáticos que incidem sobre os resultados de seus projetos.

- Para a **Pesquisa Experimental**, foi realizada uma simulação com a aplicação baseada nas premissas de planejamento do método de Corrente Crítica, através do uso do software *PS8 Sciforma*, e de seu comportamento quando se admite sofrer os mesmos problemas de execução do projeto analisado. O PS8 é um *software* de gerenciamento de projetos desenvolvido e distribuído pela *Sciforma Corporation* (www.sciforma.com), empresa sediada nos EUA, que possui uma plataforma construída a partir dos conceitos preconizados pela TOC, para aplicação em particular da Corrente Crítica.

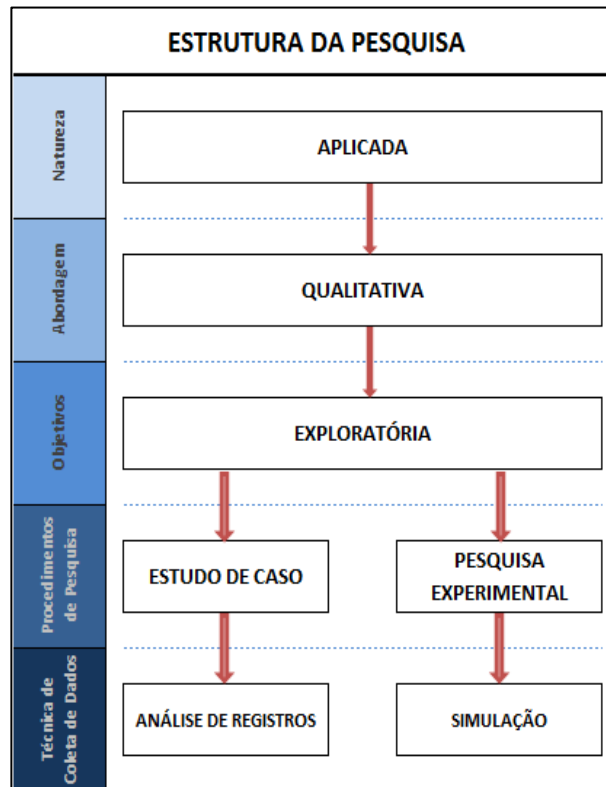
Para Yin (2001), o Estudo de Caso representa a estratégia preferida pelos pesquisadores quando se colocam questões do tipo "como" e "por que", pelo fato de esta estratégia permitir que seu conhecimento seja extenso e detalhado.

Gil (2002) faz apelo à Pesquisa Experimental, destacando que ela privilegia a observação dos fatos ou dos fenômenos naturais, de acordo com parâmetros estabelecidos pelo pesquisador.

Já para Berends e Romme (1999), a pesquisa experimental é empregada quando o objetivo do pesquisador é desenvolver e avaliar modelos. Esse procedimento pode ser aplicado em pesquisas das ciências sociais e os modelos podem apresentar algumas características dos domínios da Matemática e da Estatística.

Finalizando, a Figura 25 apresenta o esquema estrutural da metodologia que foi aplicada nesta pesquisa.

Figura 25 - Desenho do Esquema Estrutural da Metodologia



Fonte: Elaboração Própria.

CAPITULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas linhas que se seguem são apresentados o cenário da pesquisa, a linha de subtransmissão escolhida, o desenvolvimento do projeto por PERT/CPM, os desvios expostos por tal tipo de planejamento, a simulação do projeto e a discussão dos resultados obtidos.

4.1 CENÁRIO DA PESQUISA

A seguir é apresentada a pesquisa documental sobre a empresa objeto de estudo deste trabalho.

4.1.1 A Empresa e a área examinada

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram estudados os hábitos construtivos de uma concessionária de distribuição de energia elétrica do setor elétrico brasileiro, que foi fundada no final do ano de 1964 como empresa estatal, a qual fora privatizada no final do ano de 2000, no ciclo das privatizações que aconteceram no Brasil nesse período.

Esta empresa ao ser privatizada passou a integrar um grupo de empresas distribuidoras de energia que atuam em quatro estados do país e faz investimentos progressivos em programas de combate a perdas técnicas e comerciais, qualidade e continuidade do fornecimento, expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, Programa Luz para Todos, automação do sistema de distribuição e eficiência energética e, igualmente, desenvolve programas sociais e de apoio a pessoas, instituições e projetos nas áreas de cultura, esporte, saúde e educação.

Em paralelo, ela vem realizando forte reformulação em seus processos operacionais, com excelentes resultados em seus principais indicadores de desempenho, em função do desenvolvimento de um plano interno de gestão estratégica que busca oferecer uma prestação de serviços com alto nível de qualidade e com menores custos.

Atualmente realiza serviços de distribuição e a comercialização de energia elétrica, produtos e serviços, em cerca de 220 municípios, em uma área de

concessão de 54.595 km², atendendo a uma população de 3.284 milhões, com um universo de aproximadamente 1.100 mil consumidores, dos quais a classe residencial representa em torno de 36% do total da energia vendida, seguida da classe industrial que consome cerca de 20%, além da classe comercial com um consumo de 18,0% do conglomerado de energia elétrica vendida, sendo os últimos 26% referentes à classe rural, aos serviços públicos e a outros serviços.

Esta empresa concentra cerca de 2500 funcionários próprios e terceirizados que se distribuem em serviços administrativos e técnicos, para conduzir um sistema elétrico composto de quase 70 subestações e mais de 2.000 km de linhas de distribuição de alta tensão e 69.000 km de rede urbana e rural de distribuição de média e baixa tensão.

A empresa alvo desta pesquisa dispõe de um departamento específico para a construção de linhas aéreas de alta tensão no nível de 69.000 volts, sendo denominado Departamento de Engenharia e Construção da Transmissão, subordinado a uma diretoria corporativa de construção.

Este departamento é responsável pelos investimentos em alta tensão de toda empresa, tanto em construção de novas linhas de subtransmissão em 69.000 Volts quanto em obras de melhorias em linhas existentes. Ele é também responsável por reformas e construções de novas subestações em 69.000/13.800 Volts.

Os recursos humanos diretos são um gerente, três engenheiros eletricitas, seis técnicos em eletrotécnica e um técnico de planejamento e contratação e um estagiário. Os engenheiros eletricitas têm a atribuição de Gerentes de Projetos e os técnicos em eletrotécnica a atribuição de fiscais de obra.

Os investimentos destinados para ampliação de sua malha de LTs de alta tensão, entre anos de 2008 e 2012, foram cerca de R\$ 47.650.000,00 (Quarenta e sete milhões seiscentos e cinquenta mil reais), para a construção de aproximadamente 390 km de novas linhas de subtransmissão no estado em que ela atua. Estas obras compunham um plano de melhoria na qualidade e continuidade no fornecimento de energia e redução de perdas técnicas do sistema de transmissão e estão associadas ao plano de negócios e ao planejamento estratégico da empresa.

Para limitar os objetivos desta pesquisa, o estudo analisou apenas a construção de linhas de subtransmissão de 69.000 volts. A preferência por esta área

se dá em função dos altos investimentos empregados nesse tipo de atividade e por agregar maior valor ao negócio das distribuidoras de energia elétrica.

4.1.2 O Escritório de Projetos na empresa examinada

Apesar de a empresa estudada nesta pesquisa ter sido fundada no ano de 1964 e privatizada no ano de 2000, foi apenas em março de 2007 que se iniciou o processo de implantação de um Escritório de Projetos. A organização sentiu a necessidade de promover, dentro de seu ambiente organizacional, as metodologias e técnicas de gerenciamento de projetos de modo durável e consistente que ajudassem a alcançar maiores índices de sucesso em seus projetos.

O Escritório de Projetos é mais conhecido como PMO (*Project Management Office*). Segundo o PMBOK (2008), tal escritório consiste num corpo ou entidade organizacional à qual são atribuídas várias responsabilidades relacionadas ao gerenciamento centralizado e coordenado dos projetos sob seu domínio.

Ainda para o PMBOK (2008), a principal função de um PMO é dar suporte aos gerentes de projetos de diversas maneiras, que incluem as ações seguintes, mas que a elas não se limitam:

- Gerenciamento de recursos compartilhados entre todos os projetos administrados pelo PMO;
- Identificação e desenvolvimento de metodologia, melhores práticas e padrões de gerenciamento de projetos;
- Orientação, aconselhamento, treinamento e supervisão;
- Monitoramento da conformidade com as políticas, procedimentos e modelos padrões de gerenciamento de projetos por meio de auditorias do projeto;
- Desenvolvimento e gerenciamento de políticas, procedimentos, formulários e outras documentações compartilhadas do projeto (ativos de processos organizacionais) e
- Coordenação das comunicações entre projetos.

Kerzner (2006) apresenta um desenvolvimento crescente desde os anos 1950 dos PMOs dentro das organizações, especialmente nos últimos 10 anos, onde ele demonstra que a implantação de um escritório de projetos traz muitas vantagens

para os processos das organizações, mas principalmente para a alta direção, que ganha muito com esses benefícios, dentre os quais se destacam:

- A padronização das operações;
- Decisões baseadas na corporação e não em experiências individuais;
- Otimização da capacidade de planejamento na alocação de recursos;
- Melhor e mais rápido acesso a informações precisas e de qualidade;
- Eliminação ou redução de redutos individuais na empresa;
- Operações mais efetivas;
- Menos necessidade de reestruturação;
- Menos reuniões que consomem um tempo precioso dos executivos;
- Priorização mais realista do trabalho;
- Desenvolvimento de futuros gerentes gerais (KERZNER, 2006).

Na empresa estudada o papel do PMO é bem definido e disseminado entre os colaboradores, apesar de inicialmente ter havido alguma resistência a sua implantação e permanência. Atualmente a cultura organizacional já absorveu sua existência e seus benefícios, ajudando o melhoramento obtido na maturidade e nos resultados estratégicos, cujas principais atribuições são:

- Definição e suporte à metodologia e à ferramenta de Gerenciamento de Projetos;
- Apoio às áreas funcionais no planejamento e controle dos projetos;
- Treinamento em Gerenciamento de Projetos;
- Acompanhamento de indicadores de desempenho;
- Apoio à seleção, priorização e monitoramento do portfólio de Projetos;
- Gerir, Manter e Propagar o conhecimento relativo ao Gerenciamento de Projetos.

O PMO acompanha o projeto desde seu *input* na iniciação e concepção do objetivo do projeto até seu encerramento e adição aos ativos da empresa, opinando, sugerindo, mediando, equacionando e viabilizando soluções para o pleno andamento e cumprimento das metas estabelecidas para o projeto.

Ele utiliza o *software Microsoft Office Project 2010* para elaboração e controle de seus cronogramas e adota a Solução *Microsoft Office Enterprise Project*

Management (EPM) para obter visibilidade, percepção e controle de todo o trabalho realizado e, juntamente, avaliar e aumentar sua eficiência operacional.

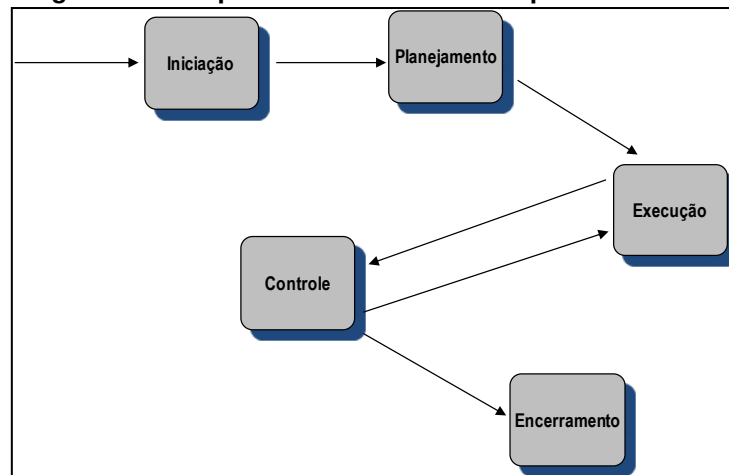
4.1.3 Sistemática de Planejamento e Controle de Projetos na empresa examinada

O Planejamento e Controle adotados na empresa alvo desta pesquisa segue uma ordenação gradativa que envolve o gerenciamento das rotinas e dos processos associados ao projeto, o que cadencia a evolução e permite intervenções e correção de problemas durante todo o projeto.

Toda a sistemática adotada na condução destes projetos segue a definição de processos de trabalho, onde são empregadas técnicas e ferramentas para realizar procedimentos que geram um resultado.

Os grupos de processos de trabalhos adotados nesta organização são os adotados pela metodologia e estão descritos e ilustrados na Figura 26.

Figura 26 - Grupos de Processos na empresa estudada



Fonte: Elaboração própria.

Para que se definam quais serão os projetos aprovados para o ano, inicialmente os gerentes elaboram as propostas de projetos para o ciclo de investimento, realizam os cálculos de viabilidade econômica e financeira e as apresentam ao Diretor da área, que, por sua vez, analisa e aprova quais os projetos que comporão a carteira de investimentos para o período.

Posteriormente às análises e à aprovação efetuadas pelo Diretor, os projetos de investimentos selecionados são cadastrados em um Sistema de Gestão de Capital e Controle de Orçamento, visando à priorização para a aprovação orçamentária.

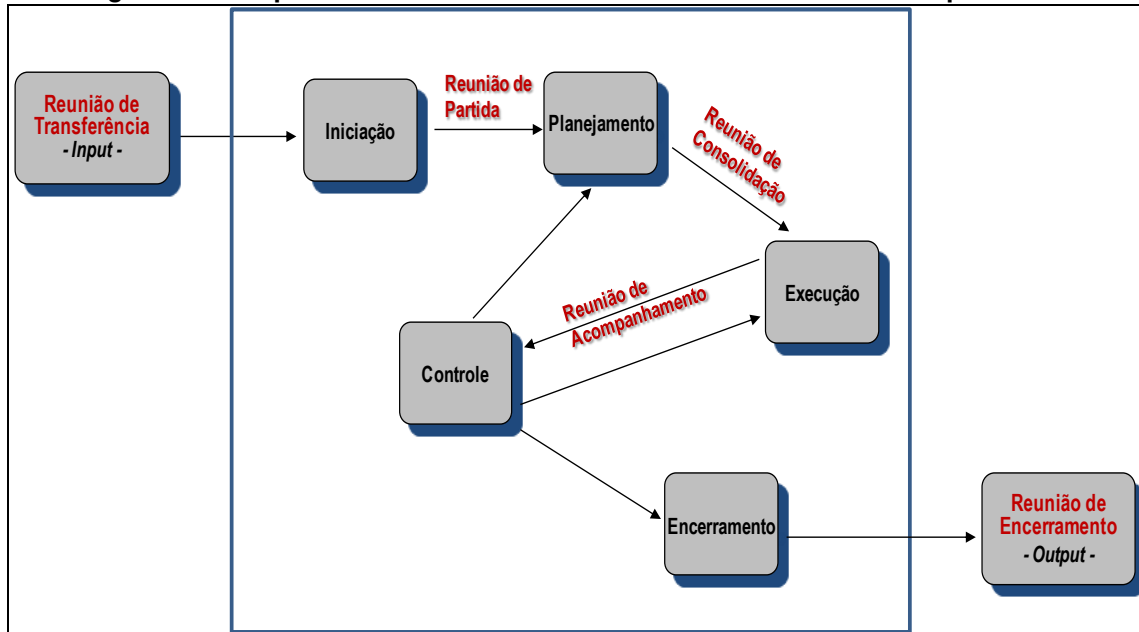
A partir desse ponto, com o orçamento anual estabelecido e aprovado, todos os projetos passam a seguir o mesmo caminho, onde através de eventos de controle se gerenciam as ações dos projetos, que são descritas a seguir:

- Reunião de Transferência (*Transfer Meeting - TM*)
- Reunião de Partida (*Kick Off Meeting - KOM*)
- Reunião de Consolidação do Planejamento (*Project Review Meeting – PRM*)
- Reunião de Acompanhamento (*Follow Up Meeting - FUM*)
- Reunião de Encerramento (*Closed Meeting - CM*)

Todos estes eventos de controle são acompanhados e integrados ao escritório de projetos da empresa, que auxilia fortemente na composição das reuniões, com formatação de *templates*, gráficos e tabelas que melhor apresentem a situação de cada projeto e mostrem uniformemente os resultados, e no estabelecimento das ações preventivas e corretivas, mapeando riscos e posicionando-se como facilitador dos processos entre todas as partes interessadas que estejam ali envolvidas.

O fluxo descrito na Figura 27 caracteriza a interligação dos grupos de processos com os eventos de controle, evidenciando a relação entre uma entrada (*input*) de insumos, a realização de uma transformação agregando valor e uma saída (*output*). Esse processo transforma uma proposta de empreendimento (*inputs*), posteriormente aprovada e liberada por uma diretoria, em resultados concretos (*outputs*) com o uso dos recursos da organização.

Figura 27 - Grupos de Processos com os eventos de controle na empresa estudada



Fonte: Elaboração própria.

4.1.3.1 Reunião de Transferência (Transfer Meeting - TM)

Depois da aprovação do orçamento, os projetos prioritários são entregues pelos Diretores aos departamentos para iniciação do processo de planejamento, que por sua vez determinam os Gerentes de Projetos (GPs) que serão responsáveis pela condução de cada projeto e para que sejam inseridos na metodologia de Gerenciamento de Projetos.

4.1.3.2 Reunião de Partida (Kick Off Meeting - KOM)

Neste momento o gerente de projeto (GP) apresenta ao seu Diretor e ao PMO o planejamento inicial do projeto para análise, apreciação e aprovação da estruturação do trabalho a ser desenvolvido, com a apresentação da EAP (Estrutura Analítica do Projeto) ou WBS (*Work Breakdown Structure*), juntamente com a proposta de cronograma macro, orçamento inicial, identificação dos principais riscos e padrões de qualidades que serão atendidos.

4.1.3.3 Reunião de Consolidação do Planejamento (*Project Review Meeting –PRM*)

Definidos os marcos e com o cronograma pré-estabelecido, o GP elabora o Planejamento Básico ou Linha de Base do projeto que é o cronograma do projeto, inserindo os eventuais modificações sugeridas pela diretoria na Reunião de Transferência.

É apresentado nessa reunião o planejamento não apenas do cronograma macro, mas também as interações deste com o Escopo, Prazo, Custo, Risco, Qualidade, definições dos recursos, as premissas a serem consideradas e as restrições que limitam o projeto. Neste momento, o Diretor com a participação do PMO, analisa e aprova todo o planejamento contido na linha de base do projeto para que esse possa ser liberado para execução.

4.1.3.4 Reunião de Acompanhamento (*Follow Up Meeting - FUM*)

Uma vez que o projeto seja liberado para a execução, o GP organiza a execução e o controle do projeto, tomando sempre como referência o que foi determinado e acordado no planejamento básico aprovado na Reunião de Consolidação do Planejamento.

As Reuniões de Acompanhamento são eventos que seguem uma periodicidade frequente de um mês, onde são apresentados ao Diretor e ao PMO o andamento e o desenvolvimento do Projeto. Nesse momento é possível corrigir ou viabilizar ações corretivas que necessitem da anuência da alta direção para corrigir eventuais desvios em relação à Linha de Base.

Muito embora, durante todo tempo de execução do projeto, o GP pode realizar ações de replanejamento e adequação do projeto para evitar possíveis desvios.

4.1.3.5 Reunião de Encerramento (*Closed Meeting - CM*)

Este é o ultimo evento de controle associado ao projeto, sempre realizado após a conclusão física e contábil do projeto. Nesse momento, é realizada a Reunião de Encerramento onde os resultados finais do projeto são apresentados ao Diretor e ao PMO.

4.1.4 Dificuldades encontradas na condução dos projetos

Por intermédio da análise de diversos documentos de acompanhamento e controle de projetos de construção de linhas de subtransmissão desta empresa, é possível identificar alguns pontos problemáticos e recorrentes que trazem prejuízo ao andamento de quase todos os projetos analisados, cujas dificuldades são apresentadas a seguir:

- Dificuldades na obtenção de licenças junto aos órgãos públicos (DNIT, DER, Prefeituras, etc.), referentes ao prazo de entrega das tais licenças;
- Liberação da faixa de servidão, com identificação e autorização de todos os proprietários e todas as glebas;
- Inconsistências entre informações e dados do projeto executivo com os encontrados *in loco* no momento da execução da obra, ocasionando mudanças no projeto, inclusive na aplicação de materiais;
- Atraso na fabricação e entrega dos materiais. Não conformidades identificadas no ato da entrega e recebimento de material sem inspeção;
- Comprometimento dos recursos humanos em diversos projetos do mesmo departamento;
- Dificuldade de cumprimento do cronograma de execução por parte da empresa executora que fora contratada.

Para essas dificuldades apresentadas, a empresa vem promovendo ações em busca de soluções para minimizar os impactos dessas deficiências, com a contratação de empresa especializada e dedicada à identificação, contato e liberação da faixa de servidão, com a antecipação das diretrizes do projeto básico para antecipar o início dos pedidos de obtenção de licenças, por meio de avaliação e mudança dos fornecedores de materiais e pelo estabelecimento de cláusulas contratuais mais rígidas e passíveis de multas por atraso na execução do projeto. Mas mesmo assim, não foi possível eliminar esses problemas e, ainda hoje, novos projetos sofrem com esses limitadores de desempenho.

4.2 A LINHA DE SUBTRANSMISSÃO ESCOLHIDA

De acordo com o que foi apresentado anteriormente, esta empresa construiu nos últimos 5 anos aproximadamente 390 km de linhas de subtransmissão, e, para realizar esta simulação de planejamento, escolheu-se uma linha de subtransmissão de seu portfólio para verificação de nosso estudo. Visando uma efetiva comparação, foi necessária uma análise completa de seu planejamento e execução, com a descrição detalhada de suas características técnicas.

A Linha de subtransmissão objeto deste estudo é aqui denominada LT 69kV SE Norte / SE Sul, que é um nome meramente ilustrativo. Porém, seus dados são reais e verificáveis e sua execução foi iniciada em outubro de 2011 com previsão de término em agosto de 2012.

Inicia-se aqui a apresentação das características técnicas do projeto executivo da LT 69kV SE Norte / SE Sul, com extensão de aproximadamente 22,25km em circuito simples e um condutor por fase, com trechos em perímetro urbano e rural.

A LT foi projetada para operar com tensão nominal de 69 kV, tensão máxima de operação de 72,5 kV e frequência de 60Hz, que terá 1 (um) circuito trifásico, sendo 01 condutor por fase, com espaçamento médio entre fases no trecho urbano de 1.200 mm e no trecho rural de 3.200 mm, onde a disposição do circuito nos trechos urbanos é vertical e nos trechos rurais na posição triangular/horizontal, com 1 (sub) condutor(es) por fase e 1 cabo(s) de aço galvanizado tipo HS com a função de para-raios e, por fim, a temperatura máxima por condutor foi estimada em 60 ° C.

O condutor é do tipo CAA 336,4MCM (Cabos alumínio com alma de aço), denominado “LINNET”, seção nominal 198,03 mm², formação 26/7 fios, com peso de 407,3 kg/km. Os cabos para-raios são do tipo cordoalha de aço galvanizado HS, diâmetro 7,94 mm, carga de ruptura 3.630 kgf, com peso próprio de 305 kg/km, sendo utilizado 1 cabo para-raios.

A linha é composta por estruturas (suportes) de concreto totalizando 128 unidades, descritas na Tabela 1, apresentando uma média de 5,8 suportes/km. A estrutura mais comum, tipo C – AR1, tem espaçamento entre fases de 3.200 mm. O ângulo de proteção do cabo para-raios é de 28,24° em relação ao condutor superior.

Na Tabela 02 estão relacionados os 175 postes de concreto armado, seção "duplo T", utilizados na para montagem das 128 estruturas que compõem essa linha.

Tabela 1 - Relação de estruturas de concreto utilizadas na LT

ESTRUTURAS	QUANTIDADE
C-AR1(PR)	44
H-AS (PR)	13
H-AL (PR)	22
H-ALA (PR)	6
T-AL (PR)	15
Y-ARP(PR)	9
Y-AGP1(PR)	4
Y-AGP2(PR)	13
T-AGP1 (PR)	2
TOTAL	128

Fonte: Elaboração própria.

Os postes, braços e vigas de concreto foram dimensionados para atender às trações mecânicas e alturas dos cabos condutores e atendendo às recomendações normativas.

As Estruturas Padrão Rural são:

- C-AR1 (PR); H-AS (PR); H-AL (PR); H-ALA (PR); T-AL (PR).

As Estruturas Padrão Urbano são:

- Y-ARP (PR); Y-AGP1 (PR); Y-AGP2 (PR); T-AGP1 (PR).

Tabela 2 - Relação de postes de concreto destinados a montagem de estruturas da LT

TIPO DE POSTES	QUANTIDADE
Poste Concreto Armado seção duplo T 800/20	51
Poste Concreto Armado seção duplo T 800/22	26
Poste Concreto Armado seção duplo T 800/24	2
Poste Concreto Armado seção duplo T 1500/20	41
Poste Concreto Armado seção duplo T 1500/22	10
Poste Concreto Armado seção duplo T 2000/20	30
Poste Concreto Armado seção duplo T 2000/22	2
Poste Concreto Armado seção duplo T 2000/24	4
Poste Concreto Armado seção duplo T 2500/20	6
Poste Concreto Armado seção duplo T 2500/22	3
TOTAL	175

Fonte: Elaboração própria.

4.2.1 Planejamento e evolução das etapas construtivas

O planejamento original elaborado pela concessionária de energia elétrica, para a construção da linha de subtransmissão de 69kV denominada SE Norte / SE Sul, foi realizado com o auxílio do *software Microsoft Office Project 2010* e previa o início de suas atividades no dia 30 de setembro de 2011 e conclusão em 22 de agosto de 2012, sendo tal concessionária condicionada a atender padrões de qualidade no produto e nos processos.

Os processos executados na construção da linha de subtransmissão de 69kV SE Norte / SE Sul devem atender aos seguintes padrões de qualidade:

- Atendimento integral às normas ambientais vigentes;
- Atendimento da legislação trabalhista, em particular às Normas regulamentadoras NR-10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade) e NR-18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção);
- Atendimento aos procedimentos operacionais da concessionária – PROs e Instrução de Construção 001/2008 (Construção de Linhas de Transmissão 69kV – estruturas em concreto);
- Atendimento das normas técnicas brasileiras (ABNT) e das normas internas da Empresa;
- Deverá ser implantado o Diário de Obra para registro de todas as etapas e alterações da obra;
- Gerenciamento da obra com a utilização do MSProject;
- Todas as reuniões com fornecedores de bens e serviços devem ser devidamente registradas em atas específicas, definindo claramente as responsabilidades.

Dessa forma, os processos de suporte ao pleno gerenciamento e condução do projeto são organizados e sua qualidade assegurada. Igualmente é feita uma padronização nos padrões de qualidade dos produtos que precisam ser atendidos, para que o empreendimento seja qualificado positivamente. Neste caso, tanto dos produtos empregados na execução da obra, quanto a própria linha de

subtransmissão, que é o produto final acabado. Tais processos de suporte são os seguintes:

- Os principais materiais devem obedecer as especificações padronizadas nas Norma de Materiais da concessionária;
- Deve ser realizada inspeção em fábrica dos principais materiais, isoladores e ferragens de acordo com a NBR 15122 (Isoladores-Bastão compostos poliméricos para tensões acima de 1000v) e NBR – 7095 (Ferragens eletromecânicas para linhas de transmissão e subestações de alta tensão e extra alta tensão), antes do seu recebimento;
- Todos os componentes civis–placas em concreto, postes e cruzetas- devem ser ensaiados conforme Norma Interna (Especificação para cruzetas e postes de concreto armado) e NBR 5426 (Plano de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos);
- A execução da obra deverá atender às Normas Regulamentadoras NR10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade) e NR18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção) e NBR 5422 (Projeto de linhas aéreas de transmissão e subtransmissão de energia elétrica – Procedimento);
- A execução da medição do sistema de aterramento das estruturas deverá seguir a NBR 7117 (Medição da resistividade do solo pelo método dos quatro pontos - Wenner).

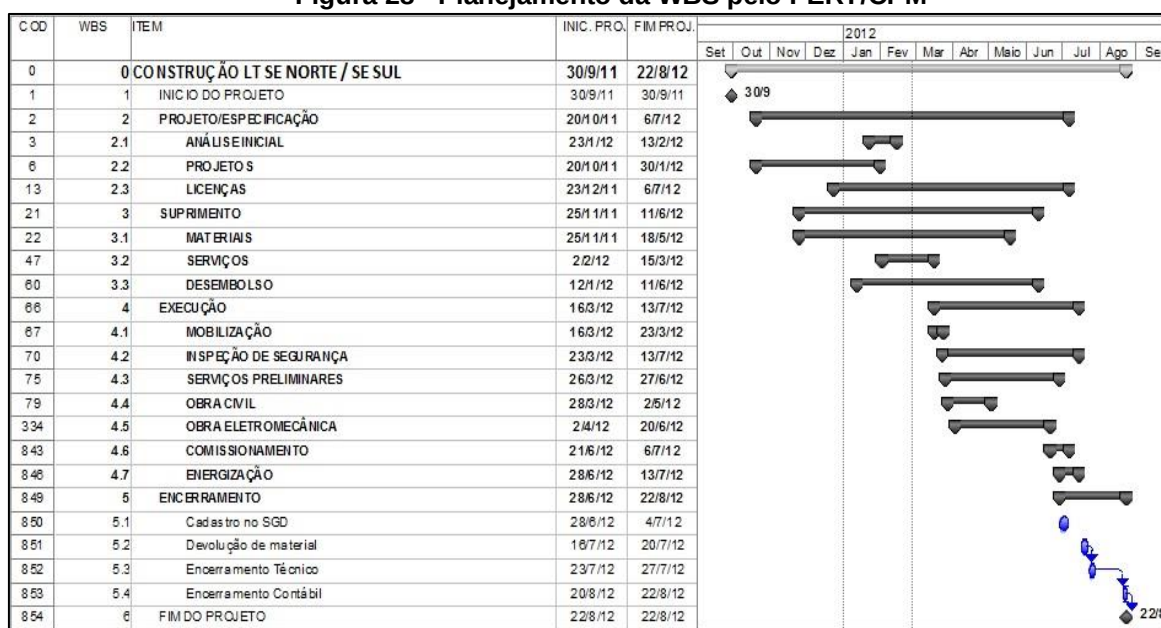
Foram estabelecidas para esse projeto algumas restrições que devem ser observadas e atendidas para que o processo construtivo não seja impactado. Dessa forma, alguns marcos da rede podem ser planejados novamente em função do não atendimento dessas restrições, que são:

- Obtenção de licenças ambientais até 06/07/12;
- Obtenção de autorização do IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional até 14/03/12;
- Constituição dos trechos da faixa de servidão administrativa até o início da fase construção até 14/03/12;
- Recebimento de todos os materiais até 01/04/12;

Com essas definições, a equipe de técnicos e engenheiros do departamento responsável pelo projeto se reuniu e iniciou a elaboração do projeto de construção na linha proposta com a definição das atividades macro que fariam parte do cronograma.

Essa equipe também elaborou o sequenciamento das atividades relacionando as atividades, ligando as relações de precedências com as atividades predecessoras e sucessoras, seguido da atribuição dos recursos necessários para cada atividade e, finalmente, foram definidas as durações de cada atividade, indicando quantos períodos de trabalho seriam necessários para a conclusão das atividades do projeto, chegando assim ao cronograma do projeto, principal produto no planejamento da execução do projeto.

Figura 28 - Planejamento da WBS pelo PERT/CPM



Fonte: Elaboração própria.

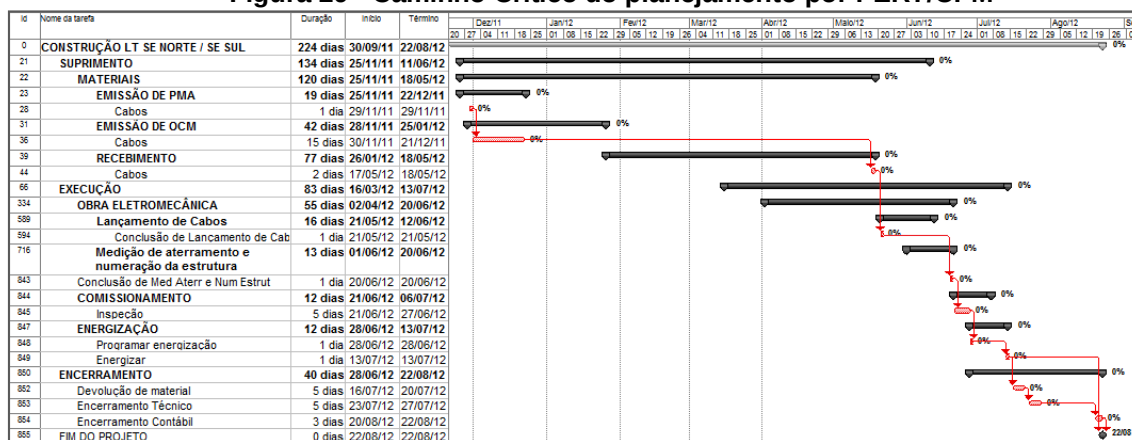
A Figura 28 descreve a WBS planejada e dividida em seis marcos principais. Estas etapas servem para cadenciar a execução e sequenciar as atividades em conjuntos com características e prazos distintos, que são:

- 1 - Início do Projeto é o evento que dá abertura à obra;
- 2 - Projeto/Especificação, onde se registram os projetos técnicos (básico e executivo) da obra e a obtenção das licenças;
- 3 - Suprimento, onde se controlam os materiais, serviços e recursos financeiros destinados à obra;

- 4 - Execução, que é a fase onde efetivamente se constrói a LT, com etapas de Mobilização das equipes de profissionais envolvidos na execução, passando pela execução civil e eletromecânica, chegando à energização da linha;
- 5 - Encerramento, que é a fase onde se conclui os processos abertos, com registro do traçado da linha na planta de georeferenciamento, devolução dos materiais restantes e encerramentos técnico e contábil para incorporação deste empreendimento nos ativos da empresa;
- 6 - Fim do projeto que conclui todo o processo de construção.

Com a WBS planejada, sequenciada e validada, busca-se a representação gráfica do caminho crítico dessa obra, o qual demonstra a sequência de atividades que não podem sofrer atrasos em sua execução. A Figura 29 apresenta esta sequência.

Figura 29 - Caminho Crítico do planejamento por PERT/CPM



Fonte: Elaboração própria.

Essa estruturação das atividades foi elaborada pelo departamento de construção com o auxílio do PMO e apresentada à Diretoria Techno- Corporativa para validação e liberação para construção em reunião de consolidação (PRM). Dessa forma, o planejamento e as diretrizes do projeto foram aprovados.

4.2.2 Atribuição de Recursos

Para que as atividades sejam realizadas e o cronograma seja cumprido, é necessária uma boa estruturação da equipe de profissionais destinada ao projeto. E

tão importante quanto à qualificação e à experiência dos recursos, a correta alocação e o nivelamento desses recursos são meios indispensáveis para que se evite algum efeito nefasto da utilização de multitarefas.

A Figura 30 apresenta a relação dos recursos disponíveis para esta obra.

Figura 30 - Recursos destinados à construção da LT

Task #	Name	Recurso
1	CONSTRUÇÃO LT SE NORTE / SE SUL	-
2	INICIO DO PROJETO	01 CHEFE DE DEPARTAMENTO; 01 FISCAL DE OBRA
3	PROJETO/ESPECIFICAÇÃO	-
4	ANÁLISE INICIAL	01 TÉCNICO AMBIENTAL
5	PROJETOS	01 GERENTE DE PROJETO
6	LICENÇAS	01 TÉCNICO DE PLANEJAMENTO E CONTRATAÇÃO
7	SUPRIMENTO	01 ANALISTA DE SUPRIMENTO
8	MATERIAIS	01 ANALISTA DE PROCESSOS
9	SERVIÇOS	01 TÉCNICO DE PLANEJAMENTO E CONTRATAÇÃO
10	DESEMBOLSO	01 SETOR FINANCEIRO
11	EXECUÇÃO	-
12	MOBILIZAÇÃO	01 GERENTE DE PROJETO
13	INSPEÇÃO DE SEGURANÇA	01 TÉCNICO DE SEGURANÇA
14	SERVIÇOS PRELIMINARES	01 EQUIPE DE AJUDANTES-01
15	OBRA CIVIL	01 EQUIPE DE AJUDANTES-02; 01 ENCARREGADO-01; 01 FISCAL DE OBRA
16	OBRA ELETROMECÂNICA	01 EQUIPE DE MONTADORES ELETRICISTA-01; 01 EQUIPE DE AJUDANTES-03; 01 ENCARREGADO-02; 01 FISCAL DE OBRA
17	COMISSIONAMENTO	01 TÉCNICO DE COMISSIONAMENTO
18	ENERGIZAÇÃO	01 EQUIPE DE ENERGIZAÇÃO
19	ENCERRAMENTO	-
20	Cadastro no SGD	01 TÉCNICO DE CADASTRO
21	Devolução de material	01 FISCAL DE OBRA
22	Encerramento Físico	01 FISCAL DE OBRA
23	Encerramento Técnico	01 GERENTE DE PROJETO
24	Encerramento Contábil	01 ANALISTA DE PATRIMONIO
25	FIM DO PROJETO	01 CHEFE DE DEPARTAMENTO

Fonte: Elaboração própria.

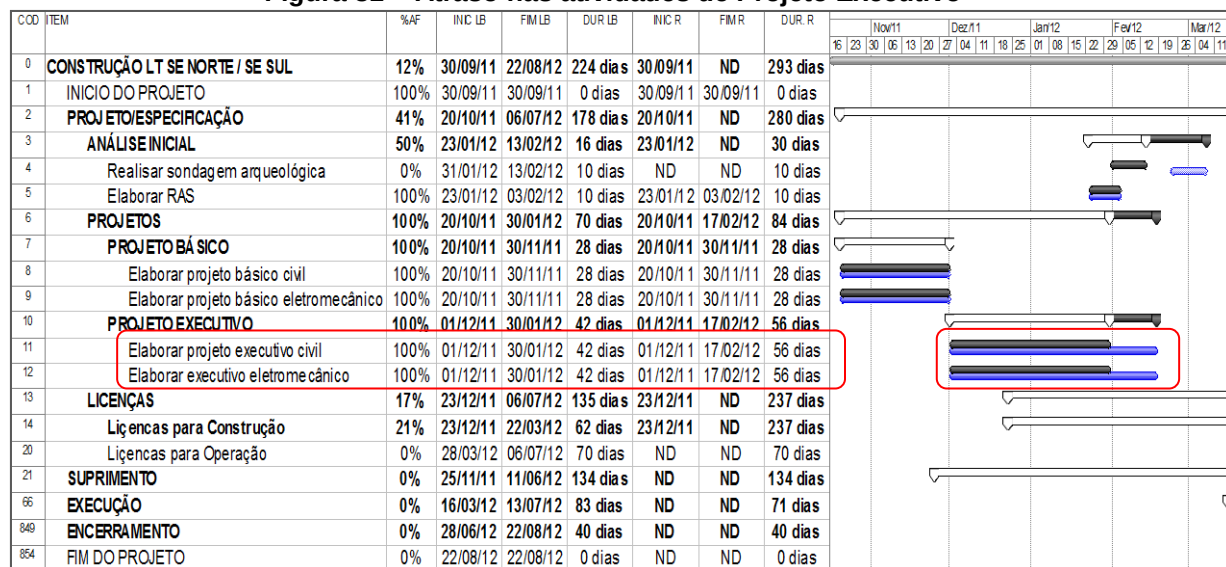
4.3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO POR PERT/CPM

A obra foi iniciada no dia 30 de setembro de 2011, conforme a data definida no cronograma e o seu andamento foi verificado conforme o estabelecido na linha de base. Verifica-se na Figura 31 que ambas as atividades Elaborar projeto básico civil e Elaborar projeto básico eletromecânico atenderam ao prazo estipulado. Já as atividades de Elaborar projeto executivo civil e de Elaborar projeto civil eletromecânico atrasaram, sendo executadas em 56 dias e não em 42 dias como previsto, o que provocou um grande problema no cumprimento de todas as atividades construtivas seguintes, pois sem o projeto executivo definitivo não é

possível dar andamento ao projeto como um todo, pois ele é a principal diretriz do processo de construção física da obra.

Admitindo esse desvio, o projeto seguiria seu curso já com um atraso de 14 dias, mas logo no início das atividades referentes a Suprimento foi constatado que, mesmo cumprindo as atividades de Emissão de PMA (Pedido de Material) e Emissão de OCM (Ordem de Compra de Material), a atividade Recebimento estaria comprometida e fatalmente atrasaria, provocando um atraso considerável, obrigando uma nova análise e um replanejamento da rede lógica, admitindo que o prazo final para recebimento dos materiais da obra seria 15/06/2012, 28 dias após a data prevista anteriormente.

Figura 31 - Atraso nas atividades de Projeto Executivo



Fonte: Elaboração própria.

Algumas atividades que tinham ligação de precedência com a atividade 'Recebimento' foram também comprometidas, modificando suas datas anteriormente previstas.

Figura 32 - Cronograma sumarizado do projeto por PERT/CPM

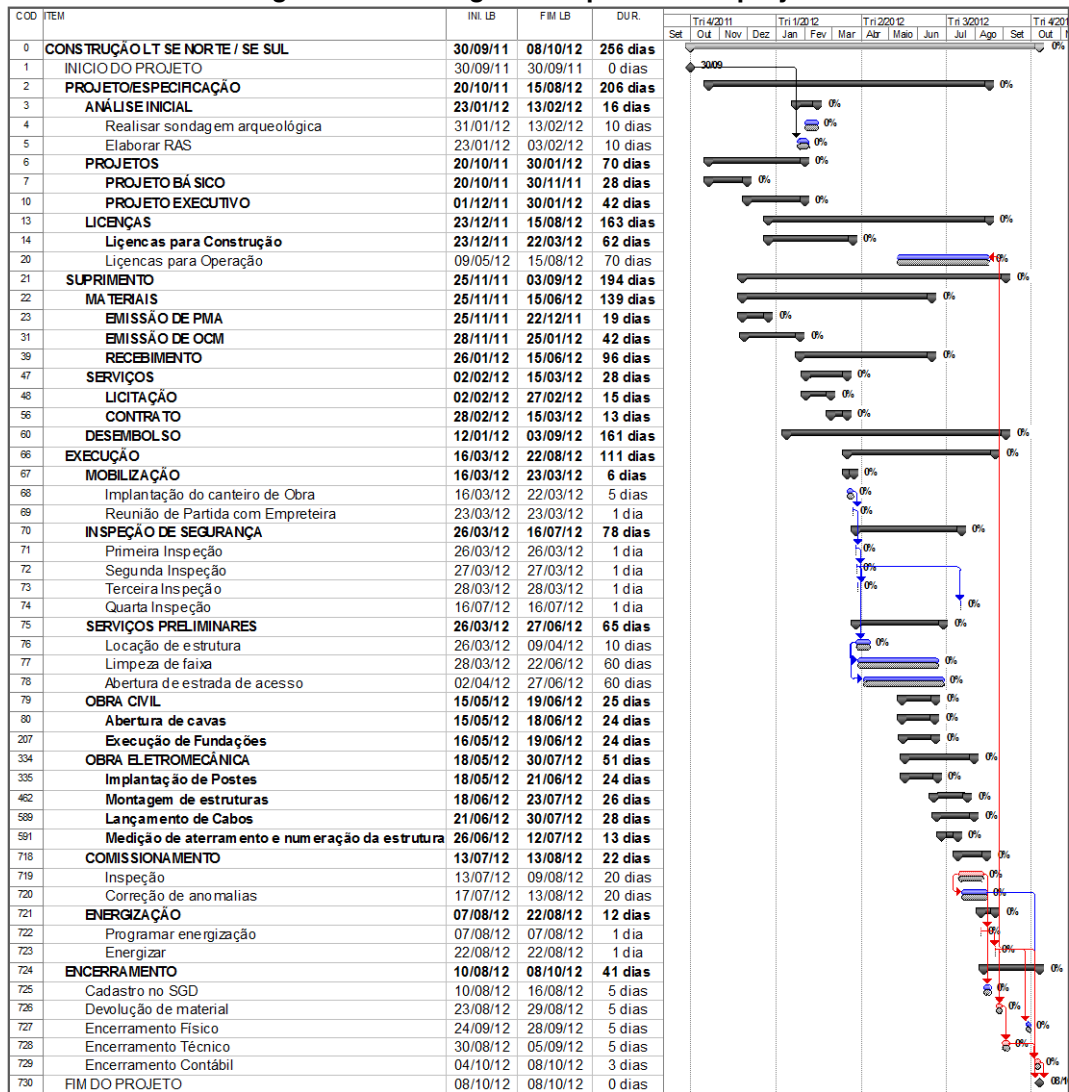
COD	ITEM	INI LB	FIM LB	DUR. LB
0	CONSTRUÇÃO LT SE NORTE / SE SUL	30/09/11	08/10/12	256 dias
1	INICIO DO PROJETO	30/09/11	30/09/11	0 dias
2	PROJETO/ESPECIFICAÇÃO	20/10/11	06/07/12	178 dias
3	ANÁLISE INICIAL	23/01/12	13/02/12	16 dias
6	PROJETOS	20/10/11	30/01/12	70 dias
13	LICENÇAS	23/12/11	06/07/12	135 dias
21	SUPRIMENTO	25/11/11	22/08/12	186 dias
22	MATERIAIS	25/11/11	15/06/12	139 dias
47	SERVIÇOS	02/02/12	15/03/12	28 dias
60	DESEMBOLSO	02/01/12	22/08/12	161 dias
73	EXECUÇÃO	16/03/12	22/08/12	111 dias
74	MOBILIZAÇÃO	16/03/12	23/03/12	6 dias
77	INSPEÇÃO DE SEGURANÇA	23/03/12	13/07/12	78 dias
82	SERVIÇOS PRELIMINARES	26/03/12	27/06/12	65 dias
86	OBRA CIVIL	26/04/12	19/06/12	36 dias
247	OBRA ELETROMECÂNICA	18/05/12	30/07/12	51 dias
656	COMISSIONAMENTO	13/07/12	13/08/12	22 dias
659	ENERGIZAÇÃO	07/08/12	22/08/12	12 dias
662	ENCERRAMENTO	10/08/12	08/10/12	41 dias
663	Cadastro no SGD	10/08/12	16/08/12	5 dias
664	Devolução de material	23/08/12	29/08/12	5 dias
665	Encerramento Físico	24/09/12	28/09/12	5 dias
666	Encerramento Técnico	30/08/12	05/09/12	5 dias
667	Encerramento Contábil	04/10/12	08/10/12	3 dias
668	FIM DO PROJETO	08/10/12	08/10/12	0 dias

Fonte: Elaboração própria.

As atividades de 'Execução' com toda a parte construtiva de obra civil e obra eletromecânica, comissionamento e energização da LT foi replanejada e a data de 22/08/2012 foi estabelecida para a conclusão da fase de execução, levando o projeto a ser totalmente concluído na data de 08/10/2012, 42 dias a mais em relação ao primeiro planejamento.

Diante desse limitador, foi realizada uma reunião do GP com o gerente geral do departamento, juntamente com o PMO e a diretoria para analisar a proposta de replanejamento e alteração na linha de base deste projeto, que logo foi revalidada, admitindo seu novo termino para 08/10/2012. Sendo assim, o cronograma válido para esse projeto passou a ser o descrito como o ilustrado nas Figuras 32 e 33.

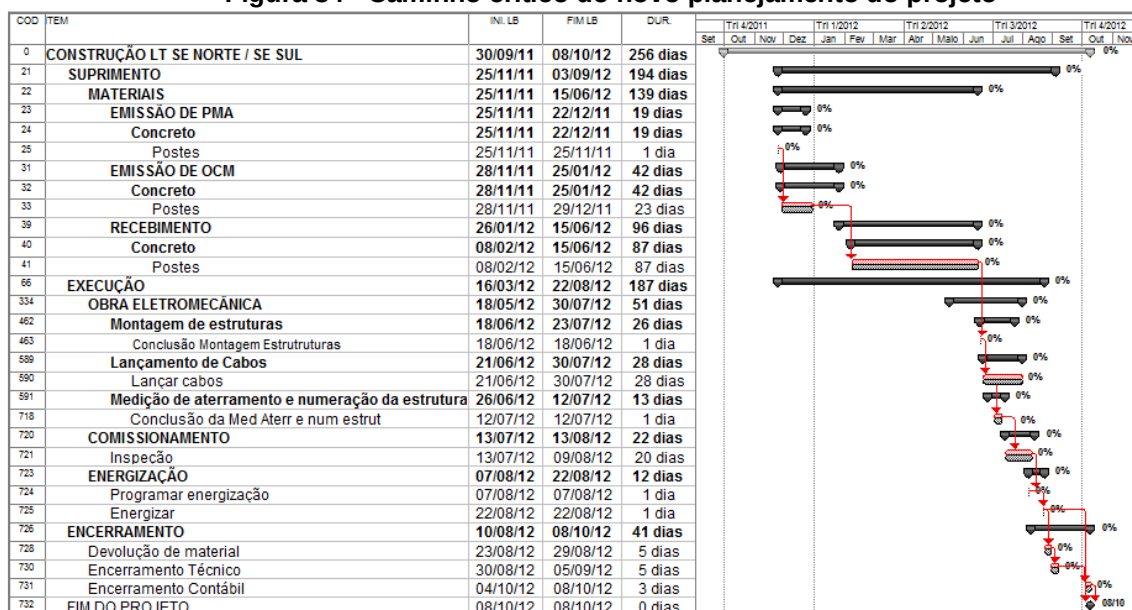
Figura 33 - Cronograma expandido do projeto



Fonte: Elaboração própria.

Com o replanejamento aprovado e o cronograma ajustado, as atividades foram se desenvolvendo com a perspectiva de cumprimento dos prazos e alcance dos objetivos. A Figura 34 apresenta o novo caminho crítico após as alterações efetuadas no projeto.

Figura 34 - Caminho crítico do novo planejamento do projeto

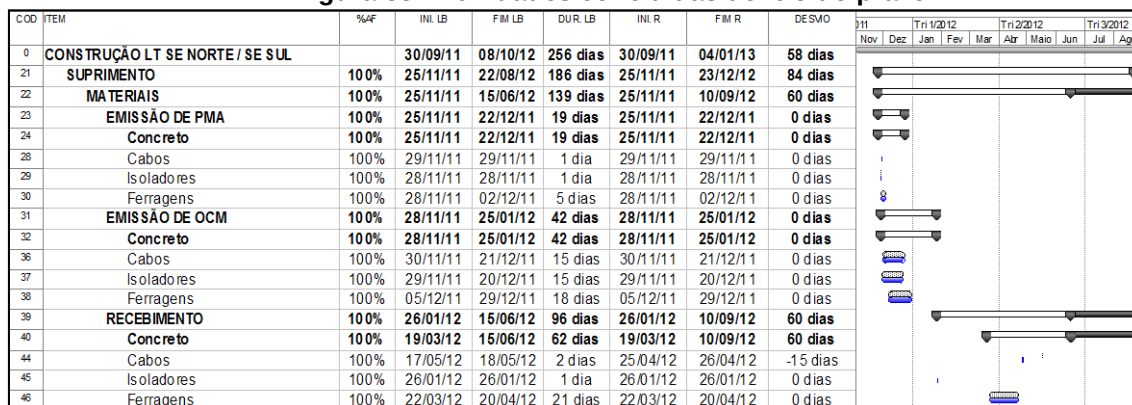


Fonte: Elaboração própria.

Nesse momento, as etapas de Análise Inicial, onde estão contidas as atividades de Sondagem arqueológica e Elaboração da RAS, já haviam sido cumpridas, da mesma maneira que o Projeto Básico civil e eletromecânico, bem como o Projeto Executivo civil e eletromecânico. Apenas as etapas de Licenças não foram totalmente cumpridas, pois algumas licenças como a de Operação só são liberadas com a comprovação da obra pronta e apta a operar.

A partir deste ponto, a etapa de SUPRIMENTO foi iniciada e as atividades de EMIÇÃO DE PMA e EMIÇÃO DE OCM foram concluídas dentro do prazo, de acordo com a Figura 35.

Figura 35 - Atividades concluídas dentro do prazo



Fonte: Elaboração própria.

Os processos de Emissão de PMA, Emissão de OCM e Recebimento são de responsabilidade do Departamento de Suprimentos, que recebe o PMA (Pedido de Material) do departamento solicitante, entra em contato com seus fornecedores, solicita seus preços e condições de entrega. Compiladas essas informações, analisa suas condições de entrega e só após determina o ganhador de cada fornecimento, viabilizando a emissão da OCM (Ordem de Compra).

Só com isso já determinado as informações dos ganhadores são repassadas para o departamento solicitante, para abrir o canal de comunicação, bem como agendar inspeções em fábrica.

Neste projeto, as etapas de Emissão de PMA e OCM foram todas cumpridas, porém as datas previstas para a entrega dos materiais não foram respeitadas, uma vez que os fornecedores de 'Concreto' atrasaram a entrega dos Postes, Cruzetas e Anéis, provocando um atraso nas fases posteriores de execução e conclusão, levando a etapa de Suprimento a um desvio acumulado de 84 dias em relação à sua linha de base, conforme aponta a Figura 36, Em contrapartida, o recebimento do material 'Cabos' foi realizado 15 dias antes do previsto.

Figura 36 - Desvio das atividades de Suprimento

Figura 66 - Desvio das atividades de suprimento																				
COD	ITEM	%AF	INI LB	FIM LB	DUR. LB	INI R	FIM R	DESMO	Tri 1/2012			Tri 2/2012			Tri 3/2012			Tri 4		
									Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out		
0	CONSTRUÇÃO LT SE NORTE / SE SUL		30/09/11	08/10/12	256 dias	30/09/11	04/01/13	58 dias												
21	SUPRIMENTO	100%	25/11/11	22/08/12	186 dias	25/11/11	23/12/12	84 dias												
22	MATERIAIS	100%	25/11/11	15/06/12	139 dias	25/11/11	10/09/12	60 dias												
23	EMIÇÃO DE PMA	100%	25/11/11	22/12/11	19 dias	25/11/11	22/12/11	0 dias												
31	EMIÇÃO DE OCM	100%	28/11/11	25/01/12	42 dias	28/11/11	25/01/12	0 dias												
39	RECEBIMENTO	100%	26/01/12	15/06/12	96 dias	26/01/12	10/09/12	60 dias												
40	Concreto	100%	19/03/12	15/06/12	62 dias	19/03/12	10/09/12	60 dias												
41	Postes	100%	19/03/12	15/06/12	62 dias	19/03/12	11/07/12	18 dias												
42	Cruzetas	100%	24/05/12	05/06/12	9 dias	06/07/12	10/09/12	67 dias												
43	Anéis	100%	24/05/12	05/06/12	9 dias	06/07/12	10/09/12	67 dias												
44	Cabos	100%	17/05/12	18/05/12	2 dias	25/04/12	26/04/12	-15 dias												
45	Isoladores	100%	26/01/12	26/01/12	1 dia	26/01/12	26/01/12	0 dias												
46	Ferragens	100%	22/03/12	20/04/12	21 dias	22/03/12	20/04/12	0 dias												

Fonte: Elaboração própria.

Com relação a 'Serviços', pacote de trabalho onde é determinada a empreiteira que será contratada para executar fisicamente a obra, nenhuma das atividades estabelecidas tiveram seus prazos cumpridos conforme previsão, sendo concluída com atraso de 14 dias na fase 'Licitação' e 11 dias para 'Contrato', de acordo com a Figura 37.

Figura 37 - Desvio das atividades de Serviços

COD	ITEM	%AF	INI LB	FM LB	DUR LB	INI R	FM R	DESMO	
0	CONSTRUÇÃO LT SE NORTE / SE SUL		30/09/11	08/10/12	256 dias	30/09/11	04/01/13	58 dias	
21	SUPRIMENTO	100%	25/11/11	22/08/12	186 dias	25/11/11	23/12/12	84 dias	
47	SERVIÇOS	100%	02/02/12	15/03/12	28 dias	09/02/12	30/03/12	11 dias	
48	LICITAÇÃO	100%	02/02/12	27/02/12	15 dias	09/02/12	16/03/12	14 dias	
49	Elaborar especificação da obra	100%	02/02/12	06/02/12	3 dias	09/02/12	05/03/12	17 dias	
50	Enviar especificação ao DGCM	100%	07/02/12	07/02/12	1 dia	06/03/12	06/03/12	17 dias	
51	Enviar carta convite	100%	08/02/12	09/02/12	2 dias	07/03/12	07/03/12	16 dias	
52	Receber propostas	100%	10/02/12	16/02/12	5 dias	08/03/12	14/03/12	16 dias	
53	Realizar análise comercial	100%	17/02/12	24/02/12	3 dias	15/03/12	15/03/12	14 dias	
54	Realizar análise técnica	100%	17/02/12	24/02/12	3 dias	13/03/12	15/03/12	14 dias	
55	Definir Empreiteira	100%	27/02/12	27/02/12	1 dia	16/03/12	16/03/12	14 dias	
56	CONTRATO	100%	28/02/12	15/03/12	13 dias	19/03/12	30/03/12	11 dias	
57	Elaborar contrato	100%	28/02/12	01/03/12	3 dias	19/03/12	21/03/12	14 dias	
58	Aprovar contrato	100%	02/03/12	08/03/12	5 dias	22/03/12	27/03/12	13 dias	
59	Assinar contrato	100%	09/03/12	15/03/12	5 dias	30/03/12	30/03/12	11 dias	

Fonte: Elaboração própria.

Nesse momento, algumas dificuldades na condução dos projetos já apresentadas nesse documento se concretizaram e causaram prejuízo ao cumprimento dos prazos.

Os primeiros passos da fase de Execução foram iniciados com a Implantação do Canteiro de Obra e Reunião de Partida com Empreiteira, para mobilização do pessoal envolvido na construção da LT. A partir dessa reunião, as atividades preliminares necessárias à construção como locação de estrutura, limpeza de faixa de servidão e abertura de estradas de acesso foram iniciadas e executadas, porém a locação de estruturas apresentou um desvio de 26 dias, que pode ser visto na Figura 38.

Figura 38 - Desvio das atividades de iniciais de Execução

COD	ITEM	%AF	INI LB	FM LB	DUR LB	INI R	FM R	DESMO	
0	CONSTRUÇÃO LT SE NORTE / SE SUL		30/09/11	08/10/12	256 dias	30/09/11	04/01/13	58 dias	
1	INÍCIO DO PROJETO	100%	30/09/11	30/09/11	0 dias	30/09/11	30/09/11	0 dias	
2	PROJETO/ESPECIFICAÇÃO	100%	20/10/11	06/07/12	178 dias	20/10/11	04/01/13	123 dias	
21	SUPRIMENTO	100%	25/11/11	22/08/12	186 dias	25/11/11	23/12/12	84 dias	
73	EXECUÇÃO	100%	16/03/12	22/08/12	111 dias	25/11/11	03/01/13	89 dias	
74	MOBILIZAÇÃO	100%	16/03/12	23/03/12	6 dias	26/03/12	25/04/12	22 dias	
75	Implantação do canteiro de Obra	100%	16/03/12	22/03/12	5 dias	26/03/12	30/03/12	6 dias	
76	Reunião de Partida com Empreiteira	100%	23/03/12	23/03/12	1 dia	25/04/12	25/04/12	22 dias	
77	INSPEÇÃO DE SEGURANÇA	100%	23/03/12	13/07/12	78 dias	25/04/12	03/01/13	117 dias	
78	Primeira Inspeção	100%	23/03/12	23/03/12	1 dia	25/04/12	25/04/12	22 dias	
79	Segunda Inspeção	100%	26/04/12	26/04/12	1 dia	09/07/12	09/07/12	50 dias	
80	Terceira Inspeção	100%	30/05/12	30/05/12	1 dia	05/11/12	05/11/12	109 dias	
81	Quarta Inspeção	100%	13/07/12	13/07/12	1 dia	02/01/13	03/01/13	117 dias	
82	SERVIÇOS PRELIMINARES	100%	26/03/12	27/06/12	65 dias	27/04/12	27/06/12	0 dias	
83	Locação de estrutura	100%	26/03/12	09/04/12	10 dias	27/04/12	16/05/12	26 dias	
84	Limpeza de faixa	100%	28/03/12	22/06/12	60 dias	14/05/12	22/06/12	0 dias	
85	Abertura de estrada de acesso	100%	02/04/12	27/06/12	60 dias	14/05/12	27/06/12	0 dias	

Fonte: Elaboração própria.

Na etapa de obra civil, as atividades de Abertura de cavas e Execução de Fundações foram planejadas para serem executadas quase totalmente em paralelo, com expectativa de duração de 24 dias. Porém essas atividades foram concluídas em períodos totalmente diferenciados e com desvios significantes, chegando a 103 dias na atividade sumariadora.

Igualmente ocorreu atraso na fase da Obra Eletromecânica, englobando Implantação de Postes, Montagem de estruturas, Lançamento de Cabos e Medição de aterramento e numeração da estruturas, com previsão de execução de 51 dias e realizada com desvio de 95 dias, como se pode constatar na Figura 39.

De acordo com os dados apresentados em reuniões de FUM mensais, para prestação de contas ao Diretor do andamento desta obra, o atraso nas atividades de Execução muito se deve a problemas na liberação de trechos da faixa de servidão, o que prejudicou o andamento da obra, mesmo porque os materiais como Cabos, Isoladores e Ferragens foram recebidos para uso no final do mês de abril de 2012 e os materiais de concreto como Postes, Cruzetas e Anéis chegaram ainda na primeira quinzena de setembro de 2012.

O que mais configura esse impacto no cronograma é o início das atividades da Obra Eletromecânica de Implantação de Postes, Montagem de estruturas, Lançamento de Cabos e Medição de aterramento e numeração da estrutura, que, conforme a Figura 39, apresentaram um desvio de 95 dias.

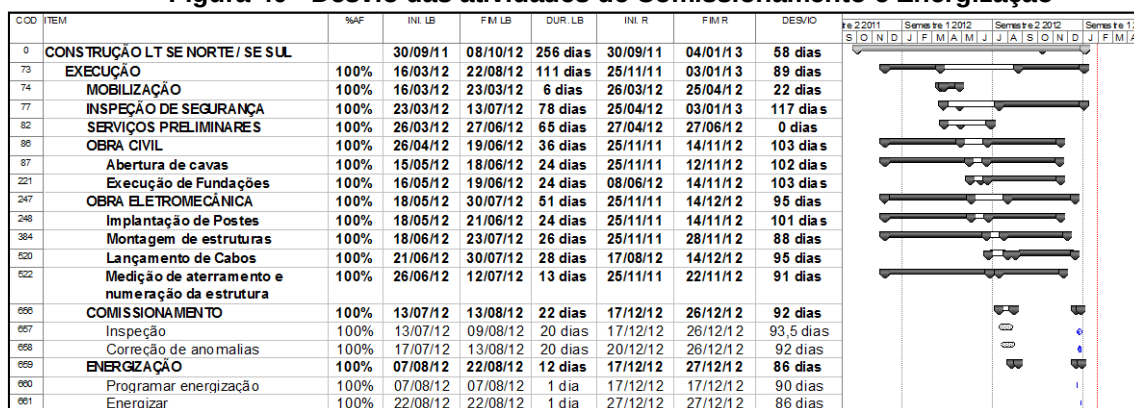
Figura 39 - Desvio das atividades de Obra eletromecânica

COD	ITEM	%AF	INI LB	FM LB	DUR LB	INI R	FM R	DESVIO														
									Tr1	Tr1	Tr1	Tr1	Tr1	Tr1	Tr1	Tr1	Tr1	Tr1	Tr1	Tr1	Tr1	Tr1
									Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
0	CONSTRUÇÃO LT SE NORTE / SE SUL		30/09/11	08/10/12	256 dias	30/09/11	04/01/13	58 dias														
73	EXECUÇÃO	100%	16/03/12	22/08/12	111 dias	25/11/11	03/01/13	89 dias														
86	OBRA CIVIL	100%	26/04/12	19/06/12	36 dias	25/11/11	14/11/12	103 dias														
87	Abertura de cavas	100%	15/05/12	18/06/12	24 dias	25/11/11	12/11/12	102 dias														
221	Execução de Fundações	100%	16/05/12	19/06/12	24 dias	08/06/12	14/11/12	103 dias														
247	OBRA ELETROMECÂNICA	100%	18/05/12	30/07/12	51 dias	25/11/11	14/12/12	95 dias														
248	Implantação de Postes	100%	18/05/12	21/06/12	24 dias	25/11/11	14/11/12	101 dias														
384	Montagem de estruturas	100%	18/06/12	23/07/12	26 dias	25/11/11	28/11/12	88 dias														
520	Lançamento de Cabos	100%	21/06/12	30/07/12	28 dias	17/08/12	14/12/12	95 dias														
522	Medição de aterramento e numeração da estrutura	100%	26/06/12	12/07/12	13 dias	25/11/11	22/11/12	91 dias														

Fonte: Elaboração própria.

Todas as atividades de Obra Civil e Eletromecânica apresentadas são realizadas por estrutura. No caso dessa LT foram necessárias montar 128 estruturas. Sendo assim preferiu-se apresentar a atividade sumariadora e apresentar seu desvio para melhorar o entendimento, até mesmo porque, devido a cadeia de precedência das atividades ser numerosa, o que é representativo é a conclusão do pacote de trabalho.

Figura 40 - Desvio das atividades de Comissionamento e Energização

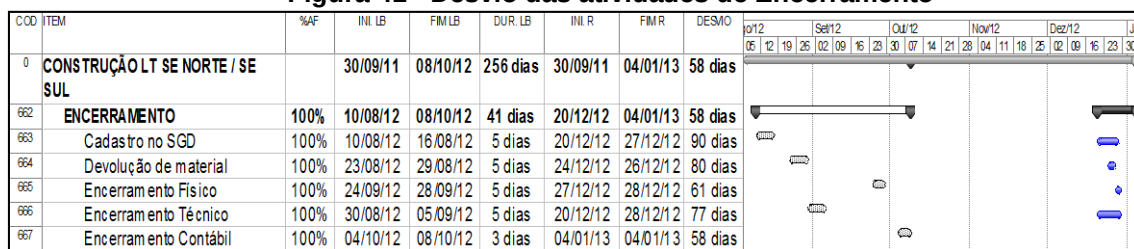


Fonte: Elaboração própria.

A Figura 40 apresenta as etapas subsequentes à fase Execução. Inicialmente se realiza o Comissionamento, onde se inspeciona cada estrutura para verificar a conformidade e, caso existam anomalias, elas possam ser corrigidas e possam liberar o ultimo passo da Execução, que é a Energização da LT, onde efetivamente é realizada a conexão do novo circuito de LT na malha existente, onde o projeto passa a ser o *output* de todo esse sistema produtivo.

Tanto a atividade de Comissionamento quanto a de Energização não cumpriram as datas previstas no cronograma, até mesmo porque as atividades que as precederam atrasaram e "empurraram" o cronograma para frente, inviabilizando seu cumprimento. Os desvios permaneceram na faixa das atividades anteriores, onde o Comissionamento atrasou 92 dias e a Energização 86 dias.

Figura 41 - Desvio das atividades de Encerramento



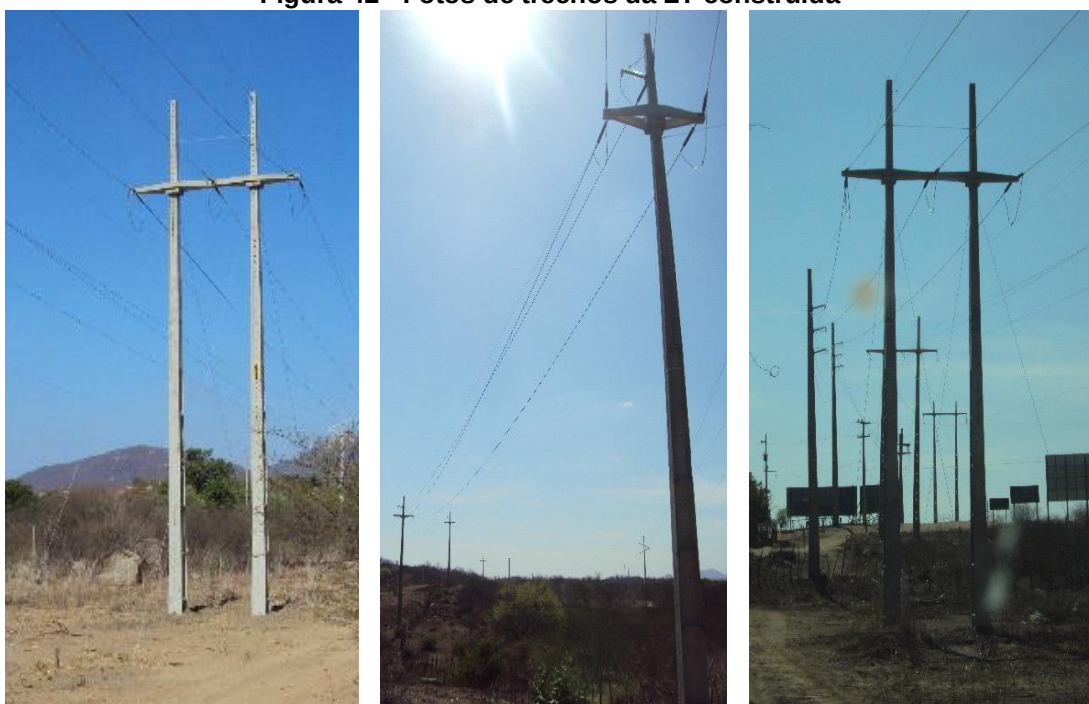
Fonte: Elaboração própria.

O ultimo passo da obra construída foi o processo de Encerramento, descrito na Figura 41, onde é providenciado que todos os materiais excedentes, sucata ou salvados bons não utilizados ou sobressalentes, sejam devolvidos ao almoxarifado do Departamento de Suprimentos.

Nessa mesma fase, é realizado o cadastro de cada estrutura instalada ao longo da LT no Sistema de Georeferenciamento Digital (SGD). O encerramento físico corresponde à desmobilização do canteiro de obra e à liberação do pessoal de campo envolvido, ao encerramento técnico, que engloba a elaboração e a emissão do Termo de Conclusão da Obra ou Retirada (TCR) e, por ultimo, ao encerramento contábil, onde se incorpora a obra aos ativos da empresa.

A seguir, a título de ilustração, são mostradas fotos de trechos da LT objeto deste estudo.

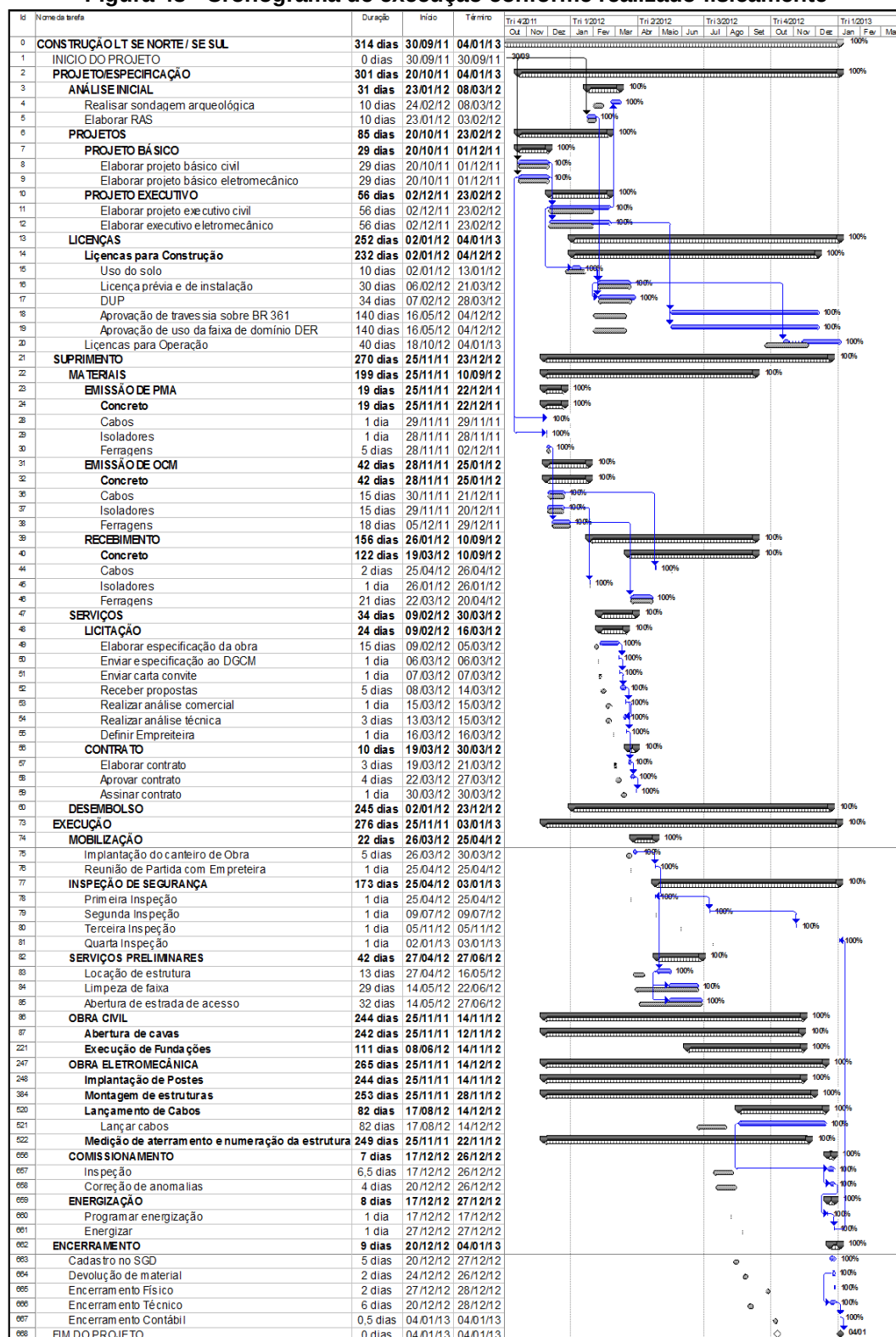
Figura 42 - Fotos de trechos da LT construída



Fonte: Elaboração própria.

Além disso, a Figura 43 mostra o cronograma de execução da LT de acordo com o realizado, com início em 30 de setembro de 2011 e término em 04 de janeiro de 2013, compreendendo a duração de 314 dias trabalhados.

Figura 43 - Cronograma de execução conforme realizado fisicamente



Fonte: Elaboração própria.

4.4 DESVIOS EXPOSTOS PELO PLANEJAMENTO POR PERT/CPM

O processo construtivo da Linha de subtransmissão, aqui chamada de LT 69kV SE Norte / SE Sul, foi analisado sob a ótica do cumprimento dos prazos, planejados com base no método PERT/CPM, estabelecidos no cronograma que previa o início das atividades no dia 30 de outubro de 2011 e término em 22 de agosto de 2012, levando 224 dias para a conclusão de todo o projeto.

O que se percebeu foi que os erros de planejamento acontecidos em outros projetos e que, historicamente, os levaram a desvios significativos em seus prazos, citados neste documento no item 4.1.4. (Dificuldades encontradas na condução dos projetos), ainda não foram solucionados.

Especificamente neste projeto, a falta de comunicação com o Departamento de Suprimentos-em busca de novos fornecedores que pudessem cumprir prazos de entrega ou uma maior rigidez nas cláusulas de ressarcimento, quando o fornecimento não fosse cumprido e ficasse comprometido-fez com que essa incapacidade provocasse mais de uma vez um desvio significativo nas fases iniciais do projeto.

Os atrasos na liberação da faixa de servidão foram, sem dúvida, os mais danosos para o pleno cumprimento do cronograma nas fases de construção física, uma vez que a faixa de servidão de linhas de transmissão é caracterizada como locais com limitações e restrições de uso e ocupação. Essa contenção busca manter a segurança dos proprietários de imóveis, não os expondo a condições de risco, nem sujeitando o sistema elétrico a intervenções e ocorrências.

O uso compartilhado destes locais em áreas rurais é mais complicado, pois os proprietários costumam entender que precisam obedecer a esses limitadores e evitar o plantio de vegetação alta, a construção de edificações e realização de queimadas, como na cultura de cana e outras diversas culturas de plantio. Dessa forma, as negociações costumam ser prolongadas e muitas vezes torna-se necessário recorrer ao órgão regulador para decretar a utilidade pública da obra, o que efetivamente aconteceu neste projeto.

A Superintendência de Concessões e Autorizações de Transmissão e Distribuição (SCT da ANEEL) votou pela aprovação de resolução autorizativa, que declarou a utilidade pública, para fins de instituição de servidão administrativa, em

favor da empresa concessionária de energia elétrica, para toda extensão das áreas de terra necessárias à passagem da linha de transmissão objeto desse estudo. Fato que aconteceu no mês de junho de 2012.

Como base deste estudo e para pontuar os marcos que foram abordados na simulação, os desvios ocorridos na construção da linha de subtransmissão SE Norte / SE Sul estão relacionados na Figura 44.

Figura 44 - Quadro comparativo do previsto x realizado da LT

	Início Previsto	Fim Previsto	Duração prevista	Início Real	Fim Real	Duração Real	Desvio
CONSTRUÇÃO LT SE NORTE / SE SUL	30/09/11	08/10/12	256 dias	30/09/11	04/01/13	314 dias	58 dias
INICIO DO PROJETO	30/09/11	30/09/11	0 dias	30/09/11	30/09/11	0 dias	0 dias
PROJETO/ESPECIFICAÇÃO	20/10/11	06/07/12	178 dias	20/10/11	04/01/13	301 dias	123 dias
SUPRIMENTO	25/11/11	22/08/12	186 dias	25/11/11	23/12/12	270 dias	84 dias
EXECUÇÃO	16/03/12	22/08/12	111 dias	25/11/11	03/01/13	276 dias	89 dias
ENCERRAMENTO	10/08/12	08/10/12	41 dias	20/12/12	04/01/13	9 dias	58 dias
FIM DO PROJETO	08/10/12	08/10/12	0 dias	04/01/13	04/01/13	0 dias	58 dias

Fonte: Elaboração própria.

4.5 SIMULAÇÃO DO PROJETO POR CCPM

Para simular o planejamento do projeto de Construção da linha de subtransmissão de 69kV denominada SE Norte / SE Sul sob as premissas do Método da Corrente Crítica (CCPM) foi utilizado o *software PS8 Sciforma Versão 8.5.1.8*, como ferramenta de planejamento.

Da mesma forma que o planejamento feito pelo Método PERT/CPM, a simulação por CCPM considera o início de suas atividades no dia 30 de setembro de 2011 para início do planejamento. Porém, em razão da programação das datas 'tão-tarde-quanto-possível', essa data pode ser alterada. Mais uma vez esse planejamento é condicionado a atender padrões de qualidade no produto e nos processos e algumas restrições que devem ser observadas e atendidas. Dessa forma, os marcos da rede CCPM podem ser apresentados na Figura 45.

Figura 45 - Cronograma sumarizado do projeto por CCPM



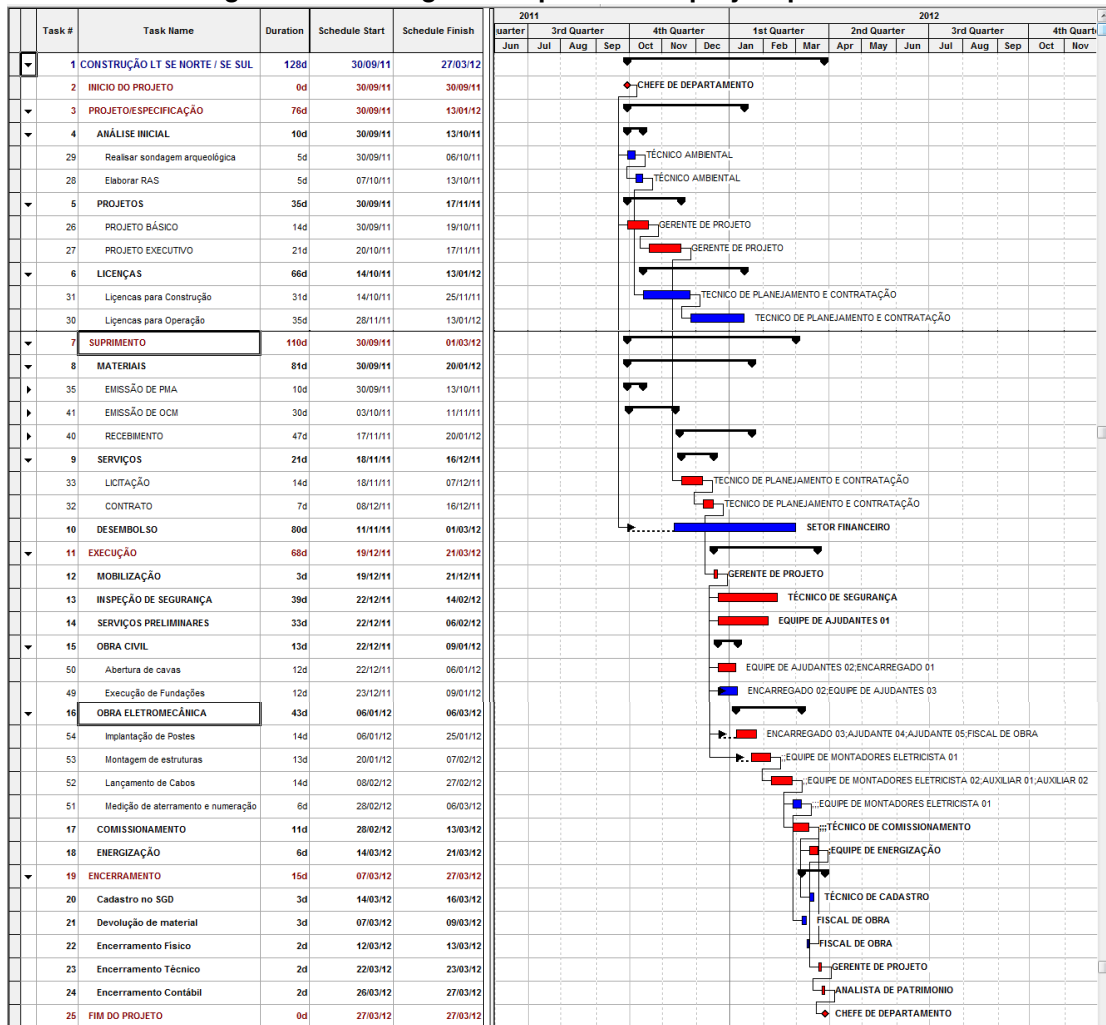
Fonte: Elaboração própria.

O experimento foi dividido em 'cenários', onde inicialmente foi realizada a simulação do planejamento utilizando o Método dos 50%, que incide na retirada de 50% das durações das atividades incluindo as da corrente crítica, seguido do Método da Soma dos Quadrados que calcula os *buffers* por procedimento estatístico, ambos recalculando a programação e adicionando blocos de tempo em pontos estratégicos do cronograma na forma de *buffers*, para absorver os impactos dos possíveis atrasos no ciclo de vida do projeto. E, finalmente, elaborar um quadro comparativo dessas duas redes de planejamento de atividades, considerando os atrasos que efetivamente ocorreram na construção deste projeto.

4.5.1 Cenário 1

Dessa forma, a rede com redução de 50% se apresenta na figura 45 com duração de 128 dias, ainda sem considerar os *Buffers* que ajudaram a controlar a evolução e a conclusão das atividades. Nesse momento também se organizaram as atividades para um agendamento 'tão-tarde-quanto-possível' e foi feita a identificação da Corrente Crítica, que é o caminho de atividades que viabilizam o cálculo do *Buffer Project* ou o pulmão do projeto. As atividades da Corrente Crítica estão destacadas em barras na cor vermelha na Figura 46.

Figura 46 - Cronograma expandido do projeto por CCPM



Fonte: Elaboração própria.

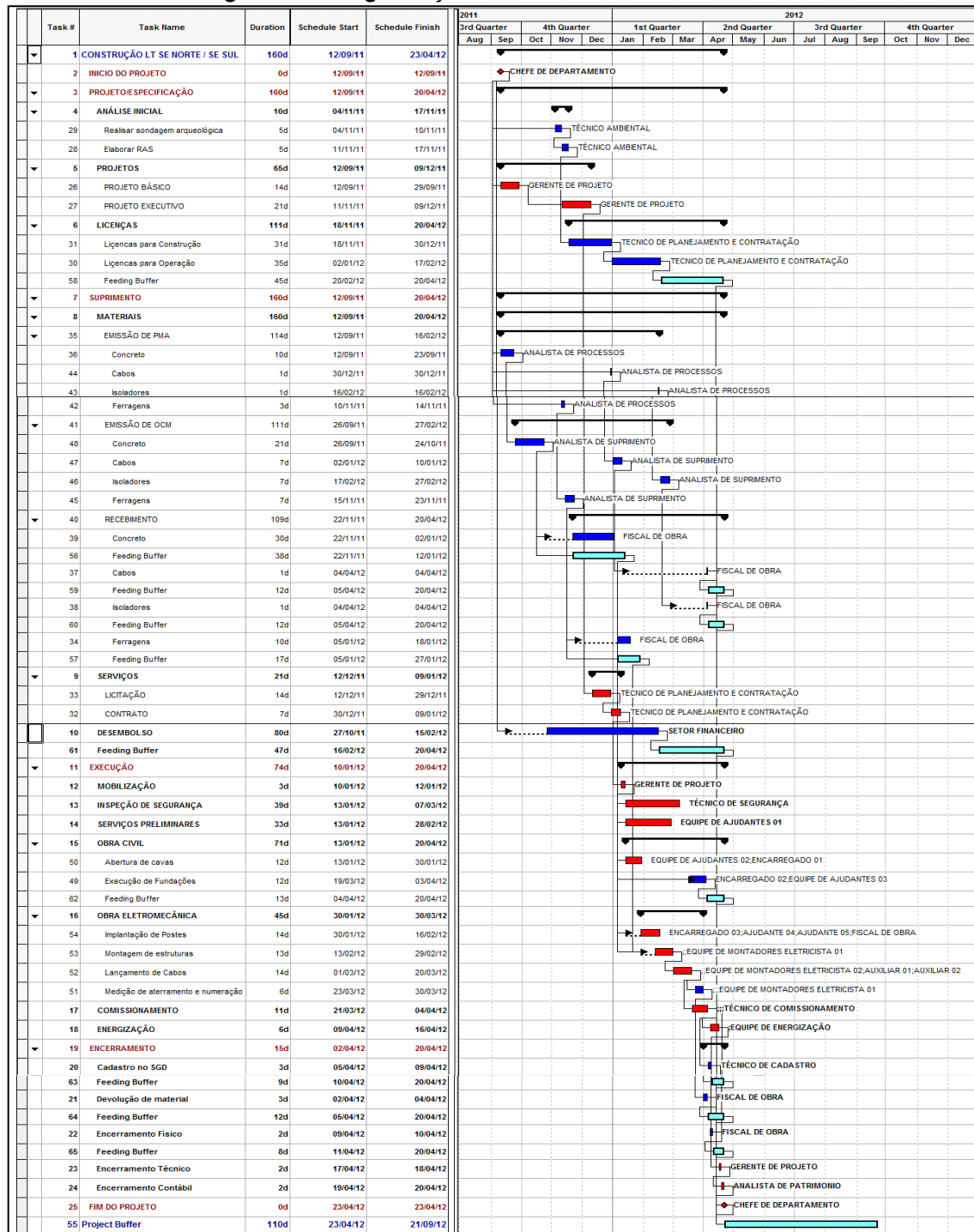
Aplicando o Método dos 50% nas estimativas das atividades, toda a segurança retirada das atividades são recolocadas em *buffers*, as atividades da cadeia não crítica são adicionadas em *buffers* de convergência. Essas são todas as cadeias que “alimentam” a cadeia crítica.

Nessa ocasião, se algum novo conflito de recursos surgir com a inserção dos *buffers* de convergência, este conflito deve ser resolvido e nivelado através de uma reorganização de tarefas.

Os cálculos das durações das atividades podem ser manipulados buscando um ajuste fino com o que se espera do projeto, através da adição de constantes de tempo, o somatório dos tempos do planejamento pode ser ajustado, modificando o resultados final do planejamento em dias e pode ser um determinador para um planejamento mais longo ou mais restrito.

A rede de atividades programadas através do Método dos 50% está descrita na Figura 47.

Figura 47 - Programação através do Método dos 50%



Fonte: Elaboração própria.

As atividades foram recalculadas e os *buffers* de convergência foram adicionados ao fim das cadeias não críticas e o *buffer* do projeto foi acrescido como

a ultima linha do cronograma com a duração de 110 dias. Ambos os pulmões são representados por barras na cor azul claro.

Observa-se que foram adicionados pelo menos 9 *buffers* de convergência ao término das cadeias não críticas, mas que se não forem bem controlados podem provocar atrasos em todo o projeto e passarem a ser componentes da corrente crítica.

Desse modo, ao se usar o método dos 50% para planejar esse cronograma, ele passaria de 256 dias de sua estimativa por PERT/CPM para 160 dias por CCPM, cujo controle encontra-se no progresso do projeto como um todo e não apenas nas atividades.

4.5.2 Cenário 2

Para este cenário é indicado a aplicação do Método da Soma dos Quadrados, uma segunda forma de agendamento de atividades, que propõe através de cálculos estatísticos a redução de suas durações, onde o cálculo da incerteza das atividades deriva da diferença das estimativas pessimista e mais provável e equivale a dois desvios-padrão.

Admitindo que os tempos e os recursos necessários para executar a obra já estavam estabelecidos, tomou-se como base o mesmo planejamento PERT/CPM de 256 dias, onde foram aplicadas mais uma vez as informações contidas no *software PS8* para realizar esta simulação.

Nesse momento se percebe que com a aplicação do método da soma dos quadrados (SSQ) a rede passa a apresentar uma duração total de 190 dias, com um *buffer* de projeto de 67 dias, o qual se difere do método dos 50% em função do uso dos cálculos estatísticos inseridos no software. Portanto, pelo método da soma dos quadrados, a rede apresenta uma estimativa menor do que a do método PERT / CPM em 25,8% dos seus 256 dias de estimativa.

A Figura 48 mostra a rede com o planejamento efetuado por SSQ, com duração de 190 dias e *buffer* de projeto de 67 dias.

Figura 48 - Programação através do Método da Soma dos Quadrados - SSQ



Fonte: Elaboração própria.

Diante da apresentação destes dois primeiros momentos que representam o planejamento pelo método da corrente crítica, é possível verificar que existem reduções de estimativas das atividades em ambos os casos, um em 37,5% e o segundo em 25,8%. Porém, para tornar essas estimativas exequíveis, é necessário

um empenho muito grande da alta direção da organização para que existam mudanças drásticas de paradigmas, com implementação dos conceitos de Corrente Crítica e a busca pela eliminação dos mecanismos de desperdício, principalmente aquele da Multitarefa. Não é possível obter sucesso no planejamento de cronogramas com redução de estimativas de tempo sem a conscientização e o comprometimento dos recursos envolvidos.

Ao mesmo tempo em que se ressalta a importância da atuação dos recursos no processo, é necessário que se considerem igualmente importantes os impactos ocorridos em função de restrições não acatadas, que ocorrem repetidas vezes na execução dos projetos.

4.5.3 Cenário 3

A apresentação desta situação é diferente das anteriores, que expunham simplesmente a projeção das atividades baseada nos métodos de redução das estimativas das atividades.

Para reforçar o conceito da utilização dos *buffers* como amortecimento e controle dos desvios, é apresentada a Figura 48, que descreve o ambiente "ótimo", que equivale ao total cumprimento das atividades planejadas na rede por CCPM com programação pelo método dos 50%.

Cabe ressaltar que, se um projeto for integralmente executado conforme planejado, com 100% de avanço e suas datas estimadas respeitadas, os *buffers* serão utilizados corretamente, amortecendo os avanços das atividades e sinalizando uma duração enxuta de 160 dias, sem demasiada alocação de segurança e com a eliminação de desperdícios de tempo.

Figura 49 - Cronograma realizado 100% conforme planejado por CCPM

Task #	Task ID	Task Name	Task Type	Duration	Safe Duration	Schedule Start	Schedule Finish	Pin Date	% Complete	Remaining Duration	% Buffer Used	On Critical Chain
1	3SSVUU8	CONSTRUÇÃO LT SE NORTE / SE SUL	ASAP	160d	0d	12/09/11	23/04/12		100%	0d	0%	
2	3SSVUU9	INICIO DO PROJETO	ASAP	0d	0d	12/09/11	12/09/11		100%	0d	0%	Yes
3	3SSVUUA	PROJETO/ESPECIFICAÇÃO	ASAP	160d	0d	12/09/11	20/04/12		100%	0d	0%	
4	3SSVUUB	ANÁLISE INICIAL	ASAP	10d	0d	04/11/11	17/11/11		100%	0d	0%	
5	3SSVUUC	PROJETOS	ASAP	65d	0d	12/09/11	09/12/11		100%	0d	0%	
6	3SSVUUD	LICENÇAS	ASAP	111d	0d	18/11/11	20/04/12		100%	0d	0%	
7	3SSVUUE	SUPRIMENTO	ASAP	135d	0d	17/10/11	20/04/12		100%	0d	0%	
8	3SSVUUF	MATERIAIS	ASAP	135d	0d	17/10/11	20/04/12		100%	0d	0%	
9	3SSVUUG	SERVIÇOS	ASAP	80d	0d	27/10/11	15/02/12		100%	0d	0%	
10	3SSVUUV	Feeding Buffer	FEEDING BUFFER	47d	0d	16/02/12	20/04/12		100%	0d	0%	No
11	3SSVUUI	EXECUÇÃO	ASAP	74d	0d	10/01/12	20/04/12		100%	0d	0%	
12	3SSVUUJ	MOBILIZAÇÃO	ASAP	3d	0d	10/01/12	12/01/12		100%	0d	0%	Yes
13	3SSVUUK	INSPEÇÃO DE SEGURANÇA	ASAP	39d	0d	13/01/12	07/03/12		100%	0d	0%	Yes
14	3SSVUUL	SERVIÇOS PRELIMINARES	ASAP	33d	0d	13/01/12	28/02/12		100%	0d	0%	Yes
15	3SSVUUM	OBRA CIVIL	ASAP	71d	0d	13/01/12	20/04/12		100%	0d	0%	
16	3SSVUUN	OBRA ELETROMECÂNICA	ASAP	45d	0d	30/01/12	30/03/12		100%	0d	0%	
17	3SSVUUO	COMISSIONAMENTO	ASAP	11d	0d	21/03/12	04/04/12		100%	0d	0%	Yes
18	3SSVUUP	ENERGIZAÇÃO	ASAP	6d	0d	09/04/12	16/04/12		100%	0d	0%	Yes
19	3SSVUIQ	ENCERRAMENTO	ASAP	15d	0d	02/04/12	20/04/12		100%	0d	0%	
20	3SSVUIR	Cadastro no SGD	ASAP	3d	0d	05/04/12	09/04/12		100%	0d	0%	No
21	3SSVUIY	Feeding Buffer	FEEDING BUFFER	9d	0d	10/04/12	20/04/12		100%	0d	0%	No
22	3SSVUUS	Devolução de material	ASAP	3d	0d	02/04/12	04/04/12		100%	0d	0%	No
23	3SSVUVZ	Feeding Buffer	FEEDING BUFFER	12d	0d	05/04/12	20/04/12		100%	0d	0%	No
24	3SSVUUT	Encerramento Físico	ASAP	2d	0d	09/04/12	10/04/12		100%	0d	0%	No
25	3SSVUVW	Feeding Buffer	FEEDING BUFFER	8d	0d	11/04/12	20/04/12		100%	0d	0%	No
26	3SSVUUU	Encerramento Técnico	ASAP	2d	0d	17/04/12	18/04/12		100%	0d	0%	Yes
27	3SSVUUV	Encerramento Contábil	ASAP	2d	0d	19/04/12	20/04/12		100%	0d	0%	Yes
28	3SSVUUW	FIM DO PROJETO	ASAP	0d	0d	23/04/12	23/04/12		100%	0d	0%	Yes
29	3SSVUVQ	Project Buffer	PROJECT BUFFER	110d	0d	23/04/12	21/09/12		100%	0d	0%	No

Fonte: Elaboração própria.

4.5.4 Cenário 4

Esta etapa do conhecimento da rede por CCPM expõe um quadro comparativo dos modos de programação já apresentados, admitindo o comportamento real da construção da linha de subtransmissão analisada.

Com base nos desvios descritos na Tabela 03, verificou-se que a duração prevista para conclusão da LT era de 256 dias, mas que foi concluída efetivamente com duração de 314 dias, apresentando um desvio de 58 dias.

Para simular a duração acumulada da CCPM, admite-se que o atraso a ser considerado é o do total do projeto. Assim foi possível projetar estes valores nas durações totais planejadas do projeto e comparar sua evolução global.

Desse modo se entende que mesmo aplicando todos os desvios das demais atividades, mesmo assim o desvio final ainda seria de 58 dias em função da semelhança do sequenciamento e da precedência das atividades. Assim sendo, o quadro comparativo da Tabela 3 anotou 58 dias como o desvio geral e significativo do projeto para análise.

Tabela 3 - Quadro comparativo do cenário 4 da simulação

Status (em dias)	PERT/CPM	CCPM	
		50%	SSQ
DURAÇÃO PLANEJADA	256	160	190
BUFFER DO PROJETO	0	110	67
DESVIO REAL DO PROJETO	58	58	58
DURAÇÃO REAL FINAL	314	218	248

Fonte: Elaboração própria.

4.6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para que a compreensão dos resultados deste trabalho seja adequada, é necessário reforçar os conceitos de sucesso e maturidade na gestão de projetos. Nos quais, para Vargas (2002), um projeto bem sucedido é aquele que é realizado conforme o planejado, e maturidade na gestão de projetos, para Kerzner (2006,) compreende o desenvolvimento de sistemas e processos repetitivos que garantam alta probabilidade de que cada um deles seja um sucesso, muito embora eles por si só não sejam garantia de sucesso, apenas aumentam a probabilidade de sucesso.

Sendo assim, é possível perceber que o planejamento e o controle por PERT / CPM de projetos de construção das linhas de subtransmissão de 69000 volts da empresa analisada é deficitário, frágil e consideravelmente incapaz de alcançar o sucesso, pois seu planejamento, apesar de ser elaborado a partir do conhecimento e do *know-how* de sua equipe, é impactada negativamente pela não consideração das restrições e premissas necessárias para a execução de tal empreendimento.

Para exemplificar essa afirmação, é possível verificar que os maiores desvios de construção da rede PERT/CPM foram os atrasos no recebimento dos MATERIAIS destinados à construção da LT e a LIBERAÇÃO DA FAIXA DE SERVIDÃO, que são condicionantes das fases construtivas e das demais fases do projeto.

É necessária a realização de uma reformulação nos processos internos do departamento para se antever às dificuldades recorrentes que levam seus projetos ao insucesso, tanto no caso dos materiais, com diversificação da carteira de fornecedores, quanto para a faixa de servidão, onde uma possibilidade de melhoria seria a elaboração de um anteprojeto que mapeasse e contatasse os moradores pertencentes à suposta faixa, de modo que seja possível rever o traçado para realizar modificações no encaminhamento da linha e, se for necessário, requerer a solicitação antecipada da decretação de utilidade pública para a construção da linha.

Essas ações certamente trariam o cumprimento dos prazos dos projetos para mais perto do sucesso, e sua maturidade em gestão de projetos seria mais evidente e efetiva.

Neste documento, na página 93, são mencionadas algumas restrições ao cumprimento das atividades, que foram observadas e retiradas do memorial

descritivo e dos documentos oficiais desse projeto, nos quais é estabelecida a necessidade de obtenção das licenças ambientais até 06/07/12, da autorização do IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) até 14/03/12, da liberação e constituição dos trechos da faixa de servidão administrativa até o início da fase de construção, que era inicialmente até 14/03/12 e do recebimento de todos os materiais até 01/04/12.

Sendo assim, é possível verificar que a execução da obra de construção da linha de subtransmissão 69kV SE Norte / SE Sul apresentou desvios em todos os seus pacotes de trabalho, execução onde era prevista sua realização em 256 dias, embora esta execução fosse concluída em 314 dias, chegando a um desvio total de 58 dias.

Admitindo essa condição, foi elaborado através do *software PS8 Sciforma* um planejamento de uma rede de atividades sob as premissas do Método de Corrente Crítica, onde foi possível verificar a aplicação do método, que inicialmente cortou a segurança emitida nas atividades em 50% e inseriu ao término das cadeias críticas e não críticas pulmões ou *buffers* que amorteceriam possíveis atrasos na fase do projeto.

Foram realizados dois métodos de dimensionamento de pulmões: o método dos 50% e o método da soma dos quadrados, que apresentaram cronogramas mais enxutos de 160 e 190 dias, respectivamente. Assim, considerando os resultados do quadro comparativo da tabela 03, pode-se entender que:

- Para que qualquer planejamento seja bem sucedido é necessário o empenho tanto dos recursos, quanto dos insumos, para que uma condição "ótima" exista e possa viabilizar a execução de projetos sem atraso, ou ao menos com desvios pouco significativos;
- Que a aplicação da Corrente Crítica é extremamente benéfica, pois o gestor do projeto controla não mais atividades isoladas e sim o projeto como um todo;
- Que ao se projetar o desvio da construção de 58 dias na rede formulada pelo método dos 50% que é de 160 dias, ela vai para 218 dias de execução, sendo concluída pelo menos 38 dias antes da programação obtida por PERT/CPM;

- Igualmente, ao se projetar o mesmo desvio da construção que é de 58 dias na rede formulada pelo método da soma dos quadrados, que é de 190 dias, esta vai para 248 dias, pelo menos 8 dias antes da programação efetuada por PERT/CPM.

E, finalmente, pode-se concluir que um experimento realizado através de simulação de cenários, apesar de ser rico e esclarecedor, não é nem de longe comparado com uma aplicação prática, pois certamente na prática os resultados seriam melhores, pois, partindo do princípio de utilização dos *buffers*, quando se inicia a utilização de um *buffer*, essa situação é imediatamente informada, sinalizando uma condição de perigo que provoca ações corretivas e ajustes para evitar os atrasos.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONCLUSÕES

Este trabalho se originou da necessidade de melhor entender a aplicação da Corrente Crítica em projetos de linha de subtransmissão de energia elétrica. Seu desenvolvimento ocorreu a partir do estudo do planejamento de atividades através do método PERT/CPM e a partir de uma simulação do comportamento de uma estrutura construtiva que fora planejada a partir do método da Corrente Crítica, no qual se pôde analisar sua aplicabilidade e vislumbrar os ganhos passíveis de serem atingidos com a sua utilização.

Uma das principais contribuições desta pesquisa consiste no apoio ao esclarecimento e discussão dessa teoria. Muitas pesquisas foram realizadas no Brasil e no mundo buscando um melhor entendimento do planejamento de atividades por Corrente Crítica. Alguns autores como Lemes (2008), Veloso (2012), Campanini (2008), Finoccio (2009), Cavalcanti (2011), Manhães (2011), Morais (2011), Fernández (2008), Nascimento (2007) e Akkari(2009) se empenharam em introduzir no meio científico, através de suas teses e dissertações, as premissas da TOC no ambiente de projetos e suas nuances, procurando um maior conhecimento da filosofia e das técnicas, para que seja possível oferecer aos empreendedores uma forma eficaz de gerenciamento de tempos de projetos com controle de desempenho e que aumentem a probabilidade de sucesso.

Estes exemplos de aplicações bem sucedidas da Corrente Crítica foram de bastante relevância para o embasamento teórico desse trabalho e para a estruturação dessa pesquisa.

Fica claro em toda a explanação da teoria que o método da corrente crítica não é um passe de mágica, onde se propõe reduzir drasticamente as durações das atividades e mesmo assim elas seriam concluídas dentro do novo prazo com os mesmos recursos. Para que a implementação da CCPM seja efetiva, é necessário um alto investimento em mudança de cultura e quebra de paradigmas dentro da organização, com tratamento de restrições e reformulação da personalidade profissional do recurso envolvido.

É preciso que a alta direção estimule o conhecimento e a adoção destas estimativas enxutas, sem imposição, mas por ciência de sua efetividade, ainda que sejam implementadas ações de ajuste da mão de obra, evitando algum efeito nefasto de utilização da multitarefa.

De certa forma, é possível que equipes que trabalhem com o planejamento de tempos por CCPM sejam consideradas equipes de alta performance, pois estas serão capacitadas e terão condições de analisar, propor soluções, agir proativamente, na medida em que os pulmões da rede seja iniciados.

Através da pesquisa realizada foi possível observar que as organizações que adotam o método de planejamento CCPM apresentam um nível alto de maturidade, onde a clara consciência de seus objetivos e a busca por melhores resultados viabilizam novas tecnologias e implementação de melhoria na produtividade. Esse é um comportamento inovador, onde o comprometimento e envolvimento de toda a equipe maximiza as vantagens do método.

Na Figura 4, algumas vantagens e desvantagens dos métodos PERT/CPM e CCPM são listados, tornando ainda mais claro que a iniciativa de adoção de um novo métodos, apesar de audacioso, certamente trariam ganhos expressivos em seus processos produtivos.

Figura 50 - Vantagens e Desvantagens dos métodos de planejamento

PERT / CPM		CCPM	
Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
Excelente para condução de projetos pequenos	Em grandes projetos, esse planejamento pode facilmente se tornar ineficaz pela proteção embutida nas estimativas	Tem excelentes resultados em todos os tipos de projetos	Para implantar o Método da Corrente Crítica é necessário uma mudança da cultura organizacional e comportamento profissional com quebra de paradigmas.
Replanejamentos podem ser realizados facilmente		Atividades enxutas, com início e término determinado, eliminando os desperdícios de tempo.	
Permite um melhor acompanhamento nas decisões gerenciais	Como as partes envolvidas no projetos são muitas, (suprimentos, jurídico, operação, etc.) sempre se transfere a responsabilidade pelo desvio às partes e não ao GP.	A segurança protege o projeto como um todo e não somente as atividades isoladamente.	Requer um comprometimento de todos os níveis gerenciais para obter sucesso.
	Problemas de comunicação são constantes	É possível agir diretamente na restrição e conhecer o que realmente prejudica o projeto.	
Por esse planejamento é possível determinar o Caminho Crítico	O Caminho Crítico é facilmente modificado se alguma atividade atrasar consideravelmente, impactando nas demais, levando a um novo Caminho Crítico e novas prioridades.	Determinando a Corrente Crítica o projeto os problemas são mais facilmente identificados e resolvidos mais rapidamente.	Todos os envolvidos no projeto tem que trabalhar de forma ajustada e coordenada, não podem haver falhas, como numa corrida de revezamento com bastões.
Este planejamento mostra de forma clara a sequência e a interdependência das atividades	É difícil a avaliação do pessoal alocado em termos de eficácia	Os conflitos de recursos são eliminados e a equipe se compromete a realizar as tarefas o mais rápido que puderem.	
	Os recursos envolvidos não são exclusivos, eles trabalham em vários projetos.	O acompanhamento e monitoramento das atividades é mais efetivo.	Como a redução das durações das atividades é audaciosa, muitos descreem na eficácia do método.
Adota apenas uma estimativa de tempo geralmente baseada na experiência de especialistas	Os atrasos no cumprimento das atividades são constantes pois a percepção dos problemas acontecem de forma tardia, em função dos desperdícios de tempo.	As incertezas são controladas através do monitoramento do consumo dos pulmões.	

Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, se pode concluir que o Método da Corrente Crítica quando implementado em organizações estruturadas, sem restrições e sustentado por processos claros e efetivos, geram melhorias significativas na gestão dos tempos dos projetos e conseqüente progresso em seus processos produtivos, com melhora no desempenho de entrega, aumento da capacidade produtiva e redução dos prazos finais de seus empreendimentos.

Através dos resultados apresentados nesta pesquisa, é possível julgar o CCPM, Método da Corrente Crítica como mais eficiente do que o PERT /CPM para o gerenciamento de tempo dos projetos, respeitando suas necessidades de implantação .

Com base no apresentado nesta dissertação, é possível afirmar que, quanto ao **objetivo geral** desta pesquisa, que procurava confrontar dois métodos de gerenciamento de projetos, o Método do Caminho Crítico (CPM – *Critical Path Method*) e o Método da Corrente Crítica (CCPM - *Crítica Chain Project Mangement*), através da comparação da aplicação destes métodos, esse objetivo foi atendido quando se apresentaram as análises, resultados e conclusões dos procedimentos no Capítulo 4.

Com relação ao **primeiro objetivo específico**, que propunha investigar o conhecimento disponível sobre gerenciamento de tempos em projetos, com destaque para o Método de Corrente Crítica, esta finalidade foi alcançada através da revisão bibliográfica e do levantamento dos conhecimentos disponíveis sobre o tema, apresentado neste documento no capítulo 2.

No que se refere ao **segundo objetivo específico**, que buscava conhecer a gestão dos projetos de construção de linhas de distribuição da empresa estudada, este foi igualmente atingido diante da vasta explanação e da análise de registros apresentados e desenvolvidas no capítulo 4.

Finalmente com relação ao **último objetivo específico**, que procurava comparar os resultados do experimento de simulação da aplicação do método da Corrente Crítica com o planejamento utilizado na empresa estudada, este foi atingido quando os resultados foram analisados, discutidos e comparados no capítulo 4, item 4.6, onde, mesmo com a projeção de atraso real absorvida, nenhum dos cenários de planejamento ultrapassou o planejamento por PERT/CPM, constatando-se que o planejamento por CCPM é mais eficaz e mais eficiente do que aquele efetuado por PERT/CPM.

Por conseguinte, pode-se concluir que o objetivo geral e os objetivos específicos traçados inicialmente neste trabalho foram alcançados através do progresso dessa pesquisa.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Baseados nas delimitações desta pesquisa e nos resultados e conclusões apresentadas, e considerando ainda as lacunas do conhecimento, é possível sugerir temas para pesquisas futuras, as quais podem ser:

- Realizar um estudo da aplicação real da corrente crítica em projetos, analisando os resultados práticos obtidos.
- Estudar as consequências do uso da corrente crítica em ambientes de múltiplos projetos.
- Investigar o comportamento dos custos de um projeto planejado e executado através da Corrente Crítica;

REFERÊNCIAS

- AKKARI, A. M. P. **Proposição de um método de nivelamento de recursos a partir de princípios da teoria das restrições para planejamento operacional**. 2009. 365 p. Tese (Doutorado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo). São Paulo, 2009.
- ANTUNES, Junico. **Sistemas de produção**: conceitos e práticas para projetos e gestão da produção enxuta. Bookman, 2008.
- BARCAUI A., QUELHAS, O. A teoria das restrições aplicada à gerência de projetos: uma introdução à corrente crítica. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, Itajubá, n. 2, jul. 2004.
- BARCAUI, A. et. Al. **PMO - Escritório de Projetos, Programas e Portfólio na Prática**. Rio de Janeiro - Brasport, 2010.
- CABANIS-BREWING, J. “**So, So What??**” Debate over CCPM gets a verbal shrug from TOC guru Goldratt. PM Network, 1999. p.49-52.
- CARVALHO, Marly Monteiro de; RABECHINI JUNIOR, Roque. **Construindo competências para gerenciar projetos**: teoria e casos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- CAUCHICK, Paulo et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. São Paulo: Elsevier Brasil, 2010.
- CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA, Roberto da. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Iniciação à organização e controle**. McGraw-Hill, 1989.
- CLELAND, David I.; IRELAND, Lewis R. **Gerência de projetos**. Rio de Janeiro: Reichmann & Afonso, 2002.
- COGAN, S. **Contabilidade gerencial**: uma abordagem da teoria das restrições. São Paulo: Saraiva, 2007.
- COHEN, I.; MADELBAUM, A.; SHTUB, A. Multi-Project Scheduling and Control: A process-based comparative study of the Critical Chain Methodology and some alternatives. **Project Management Journal**, v. 35, n. 2, p. 39-50, 2004.
- CORBETT NETO, Thomas. **Contabilidade de ganhos**. São Paulo: Nobel, 1997.
- CSILLAG, J. M. **O Gerenciamento de projetos segundo a teoria das restrições**. São Paulo: Relatório de Pesquisa Nº 2/2001 – Fundação Getúlio Vargas, 2001.
- CSILLAG, J. M.; CORBETT, T. **Projeto de pesquisa de utilização da teoria das restrições no ambiente de manufatura em empresas no Brasil**. Projeto de

pesquisa de utilização da teoria das restrições no ambiente de manufatura em empresas no Brasil, 1998.

CSILLAG, J.M.; CORBETT NETO, T. **Utilização da teoria das restrições no ambiente de manufatura no Brasil**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2002.

DIAS, M. V. B. **Um novo enfoque para o gerenciamento de projetos de desenvolvimento de Software**. 2005. Dissertação (Mestrado em Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo) São Paulo, 2005.

DINSMORE, P. C. **Como se tornar um profissional em gerenciamento de projetos**. 2. ed. São Paulo: Qualitymark, 2006.

ESTUDO DE BENCHMARKING EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS BRASIL, Project Management Institute – Chapters Brasileiros – 2008. Disponível em:<<http://www.pmsurvey.org/>>. Acesso em: 01 dez. 2012.

ESTUDO DE BENCHMARKING EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS BRASIL, Project Management Institute – Chapters Brasileiros - 2012, Disponível em:<<http://www.pmsurvey.org/>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

FINOCCHIO, J. **Programação de parada de plataforma marítima utilizando o método da corrente crítica**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo). São Paulo, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2002.

GLOBERSON, S. PMBOK® and the critical chain. **Project Management Network**, ano14, n.5, p.63-66, 2000.

GOLDRATT, E. M. **Corrente crítica**. São Paulo: Nobel, 1998.

GOLDRATT, E. M., COX, J. **A Meta, um processo de melhoria continua**. 2. ed. São Paulo: Nobel. 2002.

GOLDRATT, E.M. **Critical chain**. Great Barrington, MA: The North River Press Publishing Corp.1997.

GUERREIRO, Reinaldo. **Gestão do Lucro**. São Paulo: Atlas, 2006.

HAGEMANN, A. Use of the critical chain project management technique at Nasa. **Langley Research Center Digital Avionics Systems**, v. 1, n. 14, p. 4B1/1 - 4B1/10, 18 out. 2001.

HERROELEN, W.; LEUS, R. **On the merits and pitfalls of critical chain scheduling**. Proceedingsof the 1st PMI Research Conference 2000, Paris, France, 2000. Newtown Square, PA: PMI.

HERROELEN, W.; LEUS, R.; DEMEULEMESTER, E. Critical Chain Project Scheduling: Do not Oversimplify. **Project Management Journal**, dez. 2002.

ISO 10006 – Gerenciamento da Qualidade – Diretrizes para a qualidade em gerenciamento de projetos. Rio de Janeiro, 2003.

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

KWASNICKA, E.L. **Introdução à administração**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1992.

LEACH, L. P. Critical Chain Project Management Improves Project Performance. **Project Management Journal**, v. 30, n. 2, p. 39-51, 1999.

LEACH, L. P. **Critical Chain Project Management**. Second Edition, 2005. Norwood: Artech House, 2005.

MAYLOR, H. **Another silver bullet? A review of the theory of constraints approach to project management**. Paper presented at the 7th International Annual European Operations Management Association Conference, Ghent, Belgium. 2000.

MENDES, J. R. B. **Gerenciamento de projetos na visão de um gerente de projetos**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.

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

MOREIRA, Daniel A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1996.

MUNIZ JUNIOR, Jorge. **Administração de produção**. Iesde Brasil Sa. 2010.

NEWBOLD, R.C. **Project management in the fast lane-Applying the theory of constraints**. Boca Raton, FL: The St. Lucie Press.1998.

NOREEN, E.; SMITH, D.; MACKEY, J. T. **A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial**. São Paulo: Educator, 1996.

PATRICK, FS. **Critical chain scheduling and buffer management – Getting out from between Parkinson's rock and Murphy's hard place**. PM Network, 1999.

PAULA, A. L. L. DE, **Uma breve história do gerenciamento de projetos**. 2009. Disponível em:<http://webinsider.uol.com.br/2009/04/21/uma-breve-historia-do-gerenciamento-de-projetos/>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

PIGNATARI, D.; DE PAULA, A. C.; VAMPEL, F. **A Aplicação da Teoria das Restrições (TOC) por meio da Corrente Crítica (CCPM) pode contribuir para o**

aumento na taxa de sucesso dos projetos. Fundação Instituto de Administração – FIA. São Paulo, 2005.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide 2000**, USA.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (PMBOK)**. 4. ed. Project Management Institute, 2009.

PRADO, Darci. **Gestão de projetos nas organizações**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento, 2000.

RAND, G. K. Critical chain: the theory of constraints applied to project management. **International Journal of Project Management**, v. 18, p. 173-177, 2000. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 02 nov. 2009.

ROCHA, Richarles Matias; VALLIM, Carlos Roberto. Um estudo exploratório da teoria das restrições e o método de custeio baseado em atividades. CONGRESSO VIRTUAL BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO – CONVIBRA, 3, 2006. **Anais...** 2006.

SAMPAIO, L. F. M. **Análise do ciclo do gerenciamento dos projetos de ampliação de pátios e duplicação de linhas na Mrs. Logística S/A**. 2008. Monografia (Pós-Graduação Latu Sensu de Especialização de Transporte Ferroviário de Cargas do Instituto Militar de Engenharia). Rio de Janeiro, 2008.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

SILVA, E. M. **Proposta de aplicação da corrente crítica no gerenciamento de projetos executivos de engenharia em uma refinaria**. 2010. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção -Universidade do Vale do Rio dos Sinos) São Leopoldo, 2010.

SIPPER, D., BULFIN JR., R.L.: **Production planning, control and integration**. New York: McGraw-Hill, 1997.

SLACK, Nigel. et al. Robert Johnston. **Administração da produção**. Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 1999.

TORREÃO, P. G. B. C. **Project management knowledge learning environment: ambiente de aprendizado para educação em gerenciamento de projetos**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação. UFPE). Recife, 2005.

TUKEL, Oya I.; ROM, Walter O.; EKSIOGLU, Sandra Duni. An investigation of buffer sizing techniques in critical chain scheduling. **European Journal of Operational Research**, v.172, n.2, 16 July, p.401-416. 2006.

UMBLE, M.; UMBLE, E. Manage your projects for success: an application of the Theory of Constraints. **Production and Inventory Management Journal**, v. 41, n. 2, p. 27-31, 2000.

VALLIM, Carlos Roberto. O Processo de raciocínio da teoria das restrições: uma nova abordagem gerencial científica CET-FAESA. **Rev. da Faculdade de Tecnologia FAESA**, Vitória, ano 3, n. 3, p. 53-64, jan./dez. 2009.

VARGAS, Ricardo Viana. **Gerenciamento de projetos**: estabelecendo diferenciais competitivos. 4 edição. Rio de Janeiro: Brasport, 2002.

VERZUH, Eric. **MBA Compacto/Gestão de projetos**: descomplicando conceitos, soluções dinâmicas, idéias inovadoras e dicas que realmente funcionam. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

WUEST, J.D. Some properties of schedules for large projects with limited resources. **Operations Research**. 1964.

YENRADEE, Pisal. Application of optimized production technology in a capacity constrained flow shop: a case study in a battery factory. **Computers & industrial engineering**, v. 27, n. 1, p. 217-220, 1994.