

CLARISSA DE ALCANTARA COURI

O MÉTODO DA CORRENTE CRÍTICA

A Gestão do Tempo nos Projetos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre. Área de Concentração: Tecnologia da Construção

Orientador: Prof. ORLANDO CELSO LONGO, D. Sc.

Niterói

2010

CLARISSA DE ALCANTARA COURI

O MÉTODO DA CORRENTE CRÍTICA

A Gestão do Tempo nos Projetos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre. Área de Concentração: Tecnologia da Construção

Aprovada em agosto de 2010

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orlando Celso Longo, D. Sc. - Orientador
Universidade Federal Fluminense

Profa. Luciane Ferreira Alcoforado, D.Sc.
Universidade Federal Fluminense

Ricardo Bezerra Cavalcanti Vieira, D.Sc.
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Niterói

2010

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo apoio, pela educação, atenção e carinho de todas as horas.

Aos meus irmãos, pelo incentivo.

Ao meu orientador, Professor Orlando Celso Longo, pelo estímulo e parceria para a realização deste trabalho.

A UFF, pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Aos meus amigos por todo apoio, paciência e compreensão.

Aos professores que participaram da Comissão examinadora.

A todos os professores e funcionários do Departamento pelos ensinamentos e pela ajuda.

A todos os amigos e familiares que de uma forma ou de outra me estimularam ou me ajudaram.

OFERECIMENTOS

A meus pais e irmãos

RESUMO

O controle dos eventos na execução de projetos tem sido uma preocupação de gestores, tanto em termos de custo, como em termos de prazos. Acompanhar o desenvolvimento de todas as atividades de um projeto, verificando se o prazo de sua execução está de acordo com o inicialmente programado é alvo de constante atenção, principalmente pela necessidade de introduzir correções que ajustem a realidade ao programado. O Método da Corrente Crítica, desenvolvido há poucos anos, tem se afirmado como uma ferramenta poderosa, através da introdução de “pulmões” no cronograma. Ele permite que providências sejam adotadas tempestivamente, conduzindo empreendimentos a chegarem ao seu final com antecipação de prazos e sem ônus adicionais. Além disso, para uma melhor compreensão do método estudado, este trabalho aborda a Teoria das Restrições como uma filosofia de melhoria sistêmica, através de seus princípios básicos. Desta forma, é suprimida a lacuna existente entre o planejamento prévio e a execução do projeto. A presente dissertação apresenta a metodologia da Corrente Crítica e os benefícios que a aplicação desta pode trazer para o gerenciamento de projetos. Para isso, é apresentada uma comparação entre a aplicação do método do Caminho Crítico e o método da Corrente Crítica num projeto de produção no pré-sal da Petrobras.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projetos; Gestão do Tempo; Teoria das Restrições; Corrente Crítica.

ABSTRACT

During project execution, event control has always been a concern for project managers, in terms of cost and schedule. Monitor and track project activities are essential and vital for effective project management, in order to verify the performance of the project analyzing projected versus planned. The Critical Chain method, recently developed, has proven to be a powerful tool by introducing buffers to the schedule, allowing changes to be adopted. This technique has benefited projects in easing the process of reducing schedules without additional cost. For further comprehension of the methodology presented, this paper presents the Theory of Constraints as a philosophy for continuous improvement, detailing its basic principles. This helps to straighten the gap between the original plan and project execution. This paper presents the critical chain project management methodology, pointing out the benefits to optimize project management performance. Therefore, at the end of this paper, a case study of a petroleum production project is presented to illustrate the differences obtained between the Critical Chain and the traditional Critical Path technique application.

Keywords: Project Management; Time Management; Theory of Constraint; Critical Chain.

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
SUMÁRIO	6
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	11
1. INTRODUÇÃO	12
1.1 APRESENTAÇÃO.....	12
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	13
1.2.1 Objetivo geral	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
1.3 JUSTIFICATIVA / RELEVÂNCIA.....	14
1.4 METODOLOGIA DO TRABALHO	15
1.4.1 Universo de Interesse e Caso Selecionado	17
1.4.2 Tratamento e Análise dos Dados	17
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO - O GERENCIAMENTO DE PROJETOS	19
2.1 HISTÓRICO	19
2.2 DEFINIÇÃO DE PROJETO	20
2.3 GERENCIAMENTO DE PROJETOS.....	21
2.3.1 Áreas de Conhecimento	22
2.3.1.1 Gerenciamento da Integração do Projeto.....	23
2.3.1.2 Gerenciamento do Escopo do Projeto.....	23
2.3.1.3 Gerenciamento do Tempo do Projeto.....	24
2.3.1.4 Gerenciamento do Custo do Projeto	24
2.3.1.5 Gerenciamento da Qualidade do Projeto	25
2.3.1.6 Gerenciamento de Recursos Humanos do Projeto	26
2.3.1.7 Gerenciamento das Comunicações do Projeto	26
2.3.1.8 Gerenciamento dos Riscos do Projeto	27
2.3.1.9 Gerenciamento de Aquisições do Projeto	27
2.4 GERENCIAMENTO DO TEMPO.....	28
2.4.1 Definição das atividades	28
2.4.2 Sequenciamento das atividades	30

2.4.2.1 Método do Diagrama de Precedência (<i>PDM - Precedence Diagramming Method</i>)	32
2.4.2.2 Método do Diagrama de Flecha (<i>ADM - Arrow Diagramming Method</i>)	33
2.4.2.3 Método do Diagrama Condicional (<i>CDM – Conditional Diagramming Method</i>)	33
2.4.3 Estimativa de duração das atividades	34
2.4.4 Desenvolvimento de um cronograma	36
2.4.5 Controle do cronograma de atividades	41
3 TEORIA DAS RESTRIÇÕES	43
3.1 HISTÓRICO	43
3.2 UMA ABORDAGEM SISTÊMICA.....	45
3.3 CONCEITOS BÁSICOS	47
3.4 O PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO CONTÍNUA DA TOC.....	48
3.4.1 IDENTIFICAR a(s) restrição(ões) do sistema	49
3.4.2 Decidir como EXPLORAR a(s) restrição(ões) do sistema	49
3.4.3 SUBORDINAR tudo à decisão anterior	49
3.4.4 ELEVAR a(s) restrição(ões) do sistema	50
3.4.5 Se num passo anterior, uma restrição foi eliminada, volte à primeira etapa, mas NÃO DEIXE QUE A INÉRCIA CAUSE UMA RESTRIÇÃO NO SISTEMA	50
3.5 - O PROCESSO DE PENSAMENTO DA TOC.....	50
3.5.1 O que mudar? - Árvore da Realidade Atual (ARA)	52
3.5.2 Para o que mudar? - Evaporação das Nuvens (EN)	53
3.5.3 Para o que mudar? - Árvore da Realidade Futura (ARF)	54
3.5.4 Como provocar a mudança? - Árvore de Pré-Requisitos (APR)	55
3.5.5 Como provocar a mudança? - Árvore de Transição (AT)	56
4 CORRENTE CRÍTICA	58
4.1 INTRODUÇÃO	58
4.2 ANÁLISE COMPORTAMENTAL	59
4.2.1 Lei de Parkinson	60
4.2.2 Síndrome do Estudante	60
4.2.3 Multitarefa Danosa	60
4.3 CORRENTE CRÍTICA	61
4.4 CORRENTES SECUNDÁRIAS	64
4.5 O GERENCIAMENTO DOS PULMÕES.....	65
4.6 AMBIENTE DE PROJETOS MÚLTIPLOS.....	69
4.7 CAMINHO CRÍTICO.....	74
4.8 CAMINHO CRÍTICO VS CORRENTE CRÍTICA.....	75
5. RISCOS E DIFICULDADES	77
5.1 ACOMODAÇÃO	77
5.2 CULTURA	78
5.3 APOIO DA ALTA ADMINISTRAÇÃO	78
5.4 TREINAMENTO	78
6 ESTUDO DE CASO	79
6.1 DESCRIÇÃO	79
6.2 CARACTERÍSTICAS.....	79
6.3 LEVANTAMENTO DOS DADOS.....	80
6.4 ANÁLISE DE DADOS.....	82

6.5 PLANEJAMENTO DO PROJETO USANDO O MÉTODO TRADICIONAL PERT/CPM.....	84
6.6 PLANEJAMENTO DO PROJETO USANDO O MÉTODO DA CORRENTE CRÍTICA.....	86
6.7 ANÁLISE DO RESULTADO	89
7 CONCLUSÃO, SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES	91
7.1 CONCLUSÃO.....	91
6.2 SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES	94
REFERÊNCIAS.....	96
ANEXOS	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo genérico de ciclo de vida de um projeto.....	21
Figura 2: As nove áreas de conhecimento.....	23
Figura 3: Exemplo de uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP)	29
Figura 4: Representação gráfica dos relacionamentos em um diagrama	31
Figura 5: Desenho de diagrama de rede pelo método PDM	32
Figura 6: Desenho de diagrama de rede pelo método ADM	33
Figura 7: Entradas e saídas de atividades no desenvolvimento de um cronograma.....	37
Figura 8: Exemplo de diagrama de flechas - ADM (caminho crítico em vermelho) ...	38
Figura 9: Exemplo de diagrama de precedência - PDM (caminho crítico em vermelho)	39
Figura 10: Exemplo de diagrama de Gantt.....	41
Figura 11: Ferramentas da TOC.	51
Figura 12: Árvore da Realidade Atual	52
Figura 13: Evaporação das Nuvens.	53
Figura 14: Evaporação das Nuvens	54
Figura 15 :Árvore da Realidade Futura	55
Figura 16: Árvore de Pré-Requisitos	56
Figura 17: Árvore de Transição	57
Figura 18: Exemplo de Corrente Crítica, após nivelamento de recursos - Criação do “pulmão” final.....	63
Figura 19: Exemplo de um diagrama de correntes secundárias de um projeto.....	65
Figura 20: Exemplo de gráfico de acompanhamento do consumo dos “pulmões” ao longo do tempo.....	67
Figura 21: Exemplo de superposição de recurso crítico em três diferentes projetos.....	71
Figura 22: Recurso crítico deslocado para os três projetos.	72
Figura 23: “pulmão tambor” entre os projetos.	73
Figura 24: Proteção do recurso crítico entre projetos - “pulmão tambor”.	73
Figura 25: FPSO (Floating Production Storage Offloading).	80
Figura 26: Histórico de tempo de construção de poços.	82
Figura 27: Estimativa dos Tempos de Perfuração - Crystal Ball.	83
Figura 28: Estimativa dos Tempos de Completação - Crystal Ball.....	84
Figura 29: Cronograma oficial do projeto utilizando o Método PERT/CPM.....	86
Figura 30: Cronograma oficial do projeto utilizando o Método da Corrente Crítica. ...	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista das características dos especialistas consultados.....	81
Tabela 2: Sonda “WE” Estimativa de Tempos - P-80 (PERT/CPM)	85
Tabela 3: Sonda “WT” Estimativa de Tempos - P-80 (PERT/CPM)	85
Tabela 4: Sonda “WE” Estimativa de Tempos - P-80/2 (Método da Corrente Crítica)	87
Tabela 5: Sonda “WT” Estimativa de Tempos - P-80/2 (Método da Corrente Crítica)	87
Tabela 6: Sonda “WE” – Determinação dos “Pulmões” do Projeto	88
Tabela 7: Sonda “WT” – Determinação dos “Pulmões” do Projeto.....	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPM	Critical Path Method
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
E&P	Área de Exploração e Produção da Petrobras
PB	Project Buffer
PERT	Project Evaluation Review Technique
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro S.A
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
TOC	Theory of Constraints
UFF	Universidade Federal Fluminense
WBS	Work Breakdown Structure

1. INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

Gerenciar projetos é um dos problemas mais sérios no mundo atual e, progressivamente, se tornará a atividade de maior importância para as empresas, e mesmo para os países. A necessidade de atingir determinados objetivos atendendo a prazos e custos pré-estabelecidos faz com que o domínio destas informações torne-se o ponto crucial para se gerenciar insumos e corrigir eventuais desvios que possam inviabilizar a execução de um projeto, seja por esgotar os recursos a ele alocados, seja por exaurir o tempo a ele destinado.

Na busca contínua de atingir esses objetivos, o homem tem criado técnicas e procedimentos que podem auxiliá-lo nesta tarefa.

Desde o final do século XIX, conscientes dos desperdícios existentes na produção em massa, derivada da expansão da industrialização, que ocorreu após o início da era da industrialização, Frederick Taylor e Henry Fayol apresentaram os primeiros estudos para minimizar desperdícios, maximizando resultados, tanto de prazo, quanto de custo.

A partir destes estudos, diversos outros pesquisadores desenvolveram processos visando melhorar, cada vez mais, o conhecimento e o controle sobre as mais diversas fases de implementação de um projeto, esmiuçando em detalhes suas características e seu inter relacionamento.

Diz-se que um dos fatores primordiais para que os aliados tenham vencido a Segunda Grande Guerra Mundial (1939-1945) foi o melhor domínio do gerenciamento das atividades ligadas à logística de fornecimento de insumos, como combustíveis e munição, deslocamento de tropas e demais atividades ligadas ao esforço de guerra.

Ao longo do tempo, a quantidade e a diversidade de informações conduziram os profissionais ligados às atividades de controle, monitoramento e correção de desvios das etapas de um empreendimento a trocarem informações.

Há cerca de 40 anos, nos Estados Unidos da América, país à época, indubitavelmente de maior desenvolvimento industrial e econômico do mundo, criou-se um instituto visando ordenar e desenvolver os conhecimentos relacionados ao gerenciamento de projetos chamado PMI (Project Management Institute - 1969). Tal instituto serviu de referência mundial para que as atividades de gestão de empreendimentos se tornassem cada vez mais analisadas, dissecadas e conseqüentemente, se tornassem instrumentos efetivos de gerenciamento e garantia de sucesso.

O tema escolhido para o estudo desta dissertação foi direcionado à análise da corrente crítica, por sua relevância dentro do gerenciamento de tempo de empreendimentos aumentando a percepção das medidas necessárias que um processo decisório precisa implementar, tanto de contratantes quanto de contratados.

O método se propõe a monitorar o consumo do tempo despendido na execução de um empreendimento, dispondo de um “alarme”, que indica a necessidade de se adotarem medidas que corrijam os desvios detectados.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo principal desse projeto é apresentar uma metodologia em Gerenciamento de Projetos chamada Corrente Crítica, e analisar como ela pode influenciar no desenvolvimento de um projeto, caracterizada, principalmente, no aumento da precisão do planejamento, na redução de prazo e na otimização da execução e controle de projetos.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- Apresentar o Gerenciamento de Projetos como metodologia necessária para o planejamento, execução e controle de um empreendimento;

- Abordar a aplicação e os conceitos que envolvem a Teoria das Restrições, como fundamento do método da Corrente Crítica;
- Apresentar a metodologia da Corrente Crítica, assim como suas principais vantagens e desvantagens, dificuldades e benefícios de sua utilização no estudo do Gerenciamento de Projetos;
- Apresentar um estudo de caso de um projeto planejado pelo método da Corrente Crítica, comparando-o com o planejamento pelo método Tradicional PERT/CPM
- Contribuir para estudos futuros, através de uma abordagem diferenciada do tema.

Assim sendo, a proposta deste trabalho é desenvolver o conceito de Corrente Crítica abordado, e busca trazer, como resultado, uma base teórica e prática para a utilização de boas práticas, que afetam todo o processo de elaboração de projetos (orçamento, cronograma, recursos, prazos), buscando otimizar o desenvolvimento e execução de um empreendimento, qualquer que seja sua natureza.

1.3 JUSTIFICATIVA / RELEVÂNCIA

Apesar da grande quantidade de literatura existente sobre programar e gerenciar projetos observa-se, tanto na literatura, como na prática, que a atividade de gerenciamento de projetos vem sendo desempenhada com alguns problemas, dos quais se poderia citar:

- a. Dificuldade de implementar projetos dentro do prazo;
- b. Frequentemente, recursos, sejam de ordem financeira, humana, material, etc., não estão disponíveis quando necessário;
- c. Antes que as atividades programadas sejam completadas, mudam-se as prioridades devido a novos projetos;
- d. Os gerentes de projeto e os gerentes de recursos, constantemente, criam conflitos entre si, sobre prioridades;
- e. O escopo/conteúdo dos projetos, às vezes, é prejudicado para manter a data de entrega ou para respeitar um orçamento;
- f. Acontecem muitas mudanças e/ou retrabalhos;

g. Orçamentos previstos ultrapassados.

Segundo um estudo de abrangência mundial realizado pelo “*Standish Group*” chamado “*Chaos Demographics - Quarterly Report*” em 2004, foi constatado que, no mundo inteiro, somente 29% dos projetos conseguem ser terminados dentro do orçamento previsto ou do prazo programado. Existe a pergunta: Por que ainda é tão difícil administrar projetos e conseguir entregá-los no prazo, dentro do orçamento e com as especificações do escopo intactas?

Uma justificativa para a pesquisa ora desenvolvida é tentar responder, ainda que parcialmente, a esta pergunta, pois, realmente, ainda há grande dificuldade em terminar projetos no prazo, dentro do orçamento e sem alterar as especificações iniciais.

O presente trabalho tem seu foco na duração de um projeto e possibilita a demonstração da utilização do método da Corrente Crítica através do estudo de seus conceitos e dos aspectos relacionados a vantagens e benefícios da implementação desta metodologia na administração da duração de um projeto, otimizando-o.

A literatura e a prática têm mostrado que a Teoria das Restrições e a Corrente Crítica contribuem para eliminar essa dificuldade.

Ademais, essa pesquisa estimulará o prosseguimento do estudo do tema por outros pesquisadores, para buscar a inter-relação de diferentes métodos, que possam trazer benefícios oriundos dessa abordagem.

O caso prático apresentado demonstra que a contribuição do método da Corrente Crítica é, de fato, efetivo na obtenção de resultados para o cumprimento das metas de prazo estabelecidas para um projeto.

1.4 METODOLOGIA DO TRABALHO

Visando atingir os objetivos propostos, o trabalho foi desenvolvido baseando-se no preconizado por Cruz & Ribeiro (2003): “A escolha da metodologia depende da abrangência do trabalho e do conteúdo do objeto do estudo”.

A metodologia adotada envolveu:

- Pesquisa bibliográfica referente ao tema, montando um embasamento teórico que deu suporte ao desenvolvimento da metodologia da pesquisa;
- Origem, conceituação e caracterização do método da Corrente Crítica;
- Revisão da metodologia de gerenciamento de projetos preconizada pelo PMBOK, listando suas nove áreas de conhecimento estudadas;
- Pesquisa de estudo de caso, descrevendo o procedimento e análise de dados;
- Elaboração de sugestões e recomendações com vistas a orientar o desenvolvimento e a utilização da Corrente Crítica em empreendimentos.

A pesquisa para a confecção do presente trabalho fundamentou-se num estudo de caráter qualitativo e exploratório do tema abordado, com a utilização do Método PERT/CPM, tradicionalmente utilizado no gerenciamento de projetos e sua comparação com a Teoria da Corrente Crítica.

A metodologia adotada envolveu uma revisão bibliográfica, uma pesquisa experimental através de um estudo de caso, descrevendo o procedimento de coleta e análise dos dados.

Com a finalidade de atingir os objetivos propostos, inicialmente foi efetuada uma pesquisa bibliográfica nas diversas bibliotecas disponíveis nos campus da UFF, de outras universidades, de Bibliotecas Públicas, na Internet, na base de dados de periódicos da CAPES e outras fontes possíveis de consulta, tais como: empresas, escritórios de projetos de engenharia e associações de classe. Além disso, a verificação de outras dissertações desenvolvidas abordando o mesmo tema.

Em seguida, foi efetuada uma pesquisa bibliográfica, também de caráter qualitativo e exploratório, da utilização do método da Corrente Crítica, diante de abordagens teóricas e práticas, verificando sua aplicabilidade e funcionalidade dentro da indústria.

Após a etapa de pesquisa, fez-se necessária a avaliação dos dados levantados, bem como dos itens identificados, sua triagem e conclusão das idéias, para o cumprimento dos objetivos. Assim sendo, foi feito uma pesquisa de um estudo de caso para a avaliação da técnica, visando verificar a capacidade de medir desempenho, objetivando obter dinamismo e solidez ao projeto.

1.4.1 Universo de Interesse e Caso Selecionado

Com a descoberta de significativas jazidas de petróleo denominadas de Pré-Sal nos últimos anos, o mercado petrolífero se encontra de frente a uma grande oportunidade, um tanto desafiadora, de desenvolver projetos para sua produção.

A camada Pré-Sal refere-se a um conjunto de reservatórios mais antigos que a camada de sal. Esses reservatórios podem ser encontrados do Nordeste ao Sul do Brasil e de uma forma similar no Golfo do México e na costa Oeste africana. De acordo com os resultados obtidos através de perfurações de poços, as rochas do pré-sal se estendem por 800 quilômetros do litoral brasileiro, desde Santa Catarina até o Espírito Santo, e chegam a atingir até 200 quilômetros de largura. (THOMAS, 2001)

Estima-se que a camada do Pré-Sal contenha o equivalente a cerca de 1,6 trilhão de metros cúbicos de gás e óleo. O número supera em mais de cinco vezes as reservas atuais do país. Só no campo de Tupi (porção fluminense da Bacia de Santos), há cerca de 10 bilhões de barris de petróleo, o suficiente para elevar as reservas de petróleo e gás da Petrobras em até 60%.

O estudo de caso deste trabalho se baseia na comparação de um cronograma planejado dentro das práticas que hoje vigoram com outro cronograma replanejado empregando-se dos conceitos e práticas da metodologia da Corrente Crítica. O caso em estudo será o Projeto Piloto de Produção nos reservatórios do Pré-Sal.

1.4.2 Tratamento e Análise dos Dados

Foram empregados dois métodos de estimativa de tempo para o levantamento dos dados:

- Método Histórico: consulta ao banco de dados dos tempos medidos em cada uma das tarefas que compõem o projeto, registrados em projetos semelhantes já realizados anteriormente
- Método Intuitivo: basear-se na experiência de profissionais com capacidade de avaliar e validar os prazos estimados devido a sua participação em projetos semelhantes.

Os softwares utilizados neste estudo foram: Microsoft Excel, Microsoft Project, WBS Chart Pro e Crystal Ball.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este estudo, objetivando atender todas as metas propostas, foi dividido e estruturado da seguinte maneira:

O capítulo 1 contém a introdução ao tema com as principais características do trabalho, os objetivos, a metodologia e sua estrutura.

O capítulo 2 apresenta o referencial teórico que conceitua o Gerenciamento de Projetos como instrumento técnico que permite controlar todos os eventos de um determinado empreendimento.

O capítulo 3 apresenta o conceito da Teoria das Restrições, que estuda a melhoria contínua dos processos envolvidos na consecução de atividades seqüenciais.

O capítulo 4 introduz o conceito de Corrente Crítica e demonstra como se faz o uso de sua metodologia no gerenciamento de projetos.

O capítulo 5 relata os riscos e dificuldades encontrados na implementação e utilização do método da Corrente Crítica.

O capítulo 6 descreve o caso prático que consiste na comparação entre a aplicação do método tradicional do Caminho Crítico (PERT/CPM) e o método da Corrente Crítica num projeto de produção nos reservatórios de pré-sal da Petrobras.

O capítulo 7 apresenta as principais conclusões e recomendações sobre o tema.

2 REFERENCIAL TEÓRICO - O GERENCIAMENTO DE PROJETOS

2.1 HISTÓRICO

Projetos vêm sendo executados desde o princípio da civilização. A construção das Pirâmides do Egito, 2550 anos a.C., e a Grande Muralha da China, 221 anos A.C., são exemplos de dois grandes projetos. O desenvolvimento do capitalismo após a Revolução Industrial fez com que surgisse a necessidade de sistematizar e orientar a forma de gerir as organizações. Tendo sua origem na engenharia, a gestão de projetos entra neste contexto como uma prática auxiliadora à realização de qualquer projeto. Ela proporciona a criação de novos produtos e serviços, e oferece mudanças e inovações em seus processos (WEAVER, 2006).

Nos Estados Unidos, Frederick Taylor (1856-1915) e Henry Gantt (1861-1919) são considerados os 'pais' da gerência de projetos, conhecidos por suas técnicas de planejamento e controle, e pelo uso do 'gráfico de barras' como uma ferramenta para a gerência de um projeto.

Desta maneira, a complexidade dos projetos demandou novas estruturas organizacionais, e ao longo das décadas foram sendo desenvolvidas inúmeras ferramentas para a prática da gerência do projeto, tais como a rede PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e o método do Caminho Crítico (*Critical Path Method* - CPM). Velozmente, essas técnicas foram adotadas pelos gerentes de empreendimentos, oferecendo melhor desenvolvimento a seus projetos, e se propagaram por todos os tipos de atividade.

Em 1969, o PMI (*Project Management Institute*) foi fundado nos Estados Unidos para estabelecer padrões e avançar os estudos sobre a ciência da gestão de projetos. Atualmente é a maior instituição internacional dedicada à promoção da responsabilidade profissional do gerenciamento de projetos e à disseminação do

conhecimento e aprimoramento das atividades de gestão de projetos no mundo. Em 1987, o PMI publicou o primeiro guia de padrões em Gerenciamento de Projetos chamado *The PMBOK Guide (The Project Management Body of Knowledge)*.

O gerenciamento de projetos vem se fortalecendo cada vez mais. O PMI estima que hoje em dia existam, aproximadamente, 16 milhões de profissionais atuando em Gerenciamento de Projetos ao redor do mundo (no Brasil existem cerca de 4.000 filiados ao instituto), e que aproximadamente 25% do PIB mundial são gastos em projetos. A magnitude dos projetos atuais e as constantes transformações no panorama mundial, que a cada dia se torna mais competitivo, criam a necessidade de resultados mais rápidos, com qualidade maior e custo menor. (DINSMORE e CAVALIERI, 2005).

2.2 DEFINIÇÃO DE PROJETO

As organizações desempenham trabalho, e trabalho, em geral envolve tanto operações como projetos. E para que se possam entender quais são as dimensões básicas do sucesso na realização de projetos é preciso, primeiro, voltar à definição do que se entende por projeto.

Projeto, segundo o PMI (2004), é “um esforço temporário desenvolvido para criar um produto ou serviço único”. Ser temporário indica que cada projeto tem um início e um término bem definidos. Ser único significa que o produto ou o serviço produzido, de alguma forma, é diferente dos demais produtos ou serviços anteriormente desenvolvidos.

Para Goldratt (1997) projetos são “um conjunto de atividades que tem como finalidade atingir um objetivo específico e tem começo, meio e fim bem definidos”. Ainda, Dinsmore e Cavalieri (2005) completam essas definições afirmando que “um projeto é um empreendimento único com início e fim determinados, que utiliza recursos e é conduzido por pessoas, visando atingir objetivos predefinidos”.

Logo, segundo as definições apresentadas para projetos, é fácil afirmar que projetos são únicos em essência e, portanto, diferentes entre si quanto aos seus objetivos, prazos, custos, recursos e produto gerado. Podem envolver uma única pessoa ou muitas delas, numa empresa em qualquer nível ou fora dela.

Projetos, mesmo sendo únicos, conservam algumas características recorrentes que podem ser utilizadas como um roteiro para a compreensão e acompanhamento de suas etapas básicas. O conjunto de todas as fases do projeto entre o começo e o término é conhecido como o Ciclo de Vida do Projeto. O ciclo de vida de um projeto é característico à natureza do projeto, porém todo projeto constitui-se de quatro etapas básicas: concepção (fase inicial), planejamento, execução e controle (fases intermediárias), e finalização (fase final). (LIMMER, 1997)

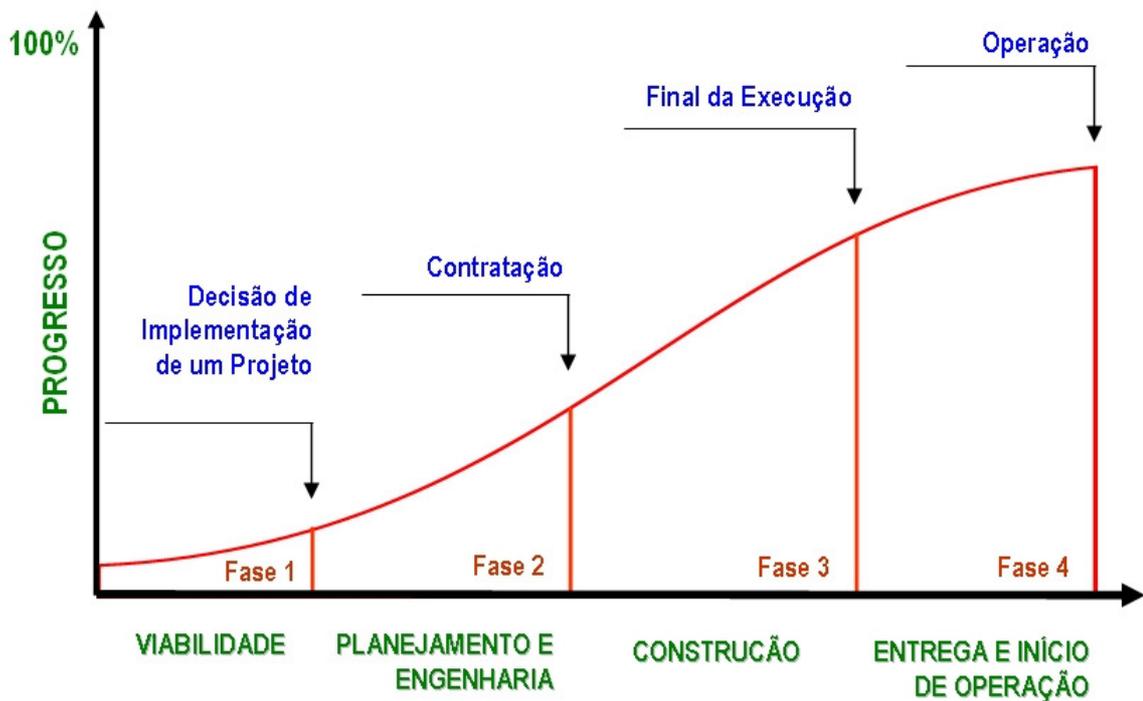


Figura 1: Exemplo genérico de ciclo de vida de um projeto.

Fonte: PMBOK, 2004.

Além de definir o início e o fim do projeto, o ciclo de vida do projeto também define qual atividade deve ser realizada em cada fase e quem deve estar envolvido. Ele relata o conjunto de processos que devem ser adotados para que o projeto seja bem gerenciado (PMI, 2004).

2.3 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O gerenciamento de projetos deve ser a ferramenta que irá oferecer uma visão integrada de todas as dimensões e fatores envolvidos em um projeto para que sejam atingidos os objetivos assumidos. Implica em planejar, programar e controlar

as atividades do projeto, e ainda, criar um equilíbrio entre as demandas de escopo, tempo, custo, qualidade e bom relacionamento com o cliente. A pessoa responsável pelo gerenciamento do projeto é o gerente de projetos, que por isso, é responsável também pelo seu sucesso.

Segundo o PMI (2004), gerenciamento de projetos é “a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas para projetar atividades que visem atingir ou exceder as necessidades e expectativas das partes envolvidas com relação ao projeto”. O sucesso na gestão de um projeto se atinge quando se consegue a conformidade dos seguintes objetivos específicos: entrega dentro do prazo previsto, dentro do custo orçado, com nível de qualidade adequado, boa aceitação do cliente e atendimento de forma controlada às mudanças de escopo (PMI, 2004).

O gerenciamento de projetos é, em essência, a maneira como as organizações apresentam, definem, desenvolvem, acompanham, implantam, testam e concluem seus projetos. O gerenciamento de projetos é uma forma de estabelecer uma linguagem comum para discussão dos projetos em andamento.

2.3.1 Áreas de Conhecimento

Inicialmente, as áreas estudadas pelo PMI abrangiam somente três aspectos do projeto: qualidade, custo e tempo. Conforme a necessidade de mudança na ciência de gestão de projetos, alguns estudos realizados posteriormente incluíram mais seis áreas de conhecimento na prática do gerenciamento de projetos. É importante ressaltar que a não execução de processos de uma área afeta negativamente o projeto, pois o projeto é um esforço integrado de todas as áreas.

Dessa maneira, o PMI (2004), em sua metodologia atual, aborda o gerenciamento de projetos em nove áreas distintas inter-relacionáveis: **qualidade, custo, tempo, escopo, recursos humanos, comunicações, risco, aquisições e integração.**

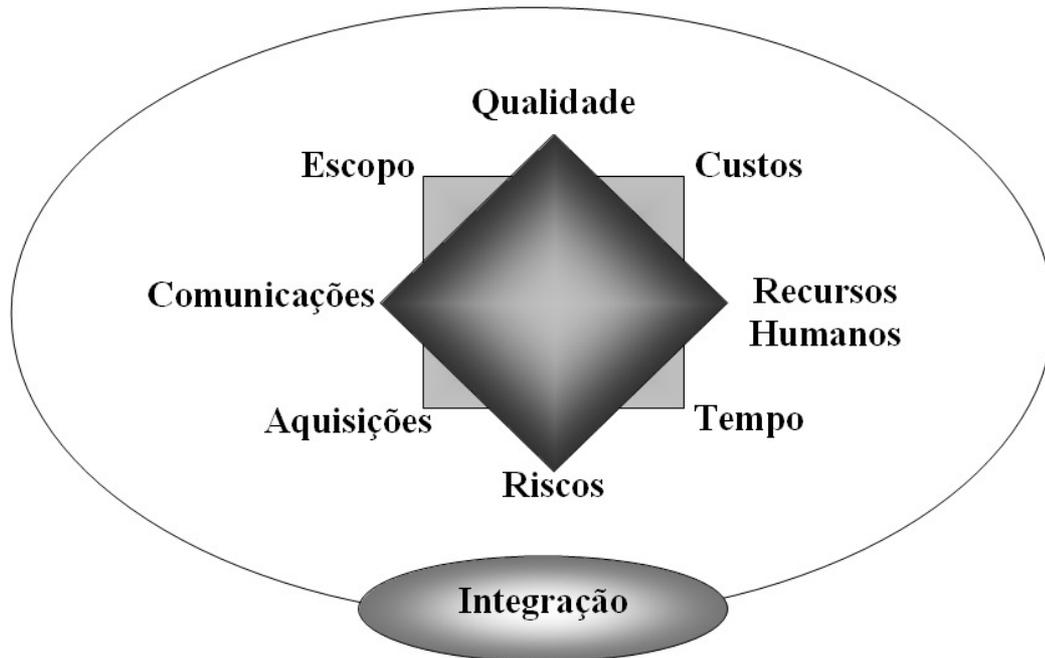


Figura 2: As nove áreas de conhecimento.

Fonte: PMBOK, 2004.

2.3.1.1 Gerenciamento da Integração do Projeto

Esta etapa refere-se ao processo que garante a coordenação entre os vários elementos de um projeto. Envolve todas as suas fases e processos, formando um conjunto estruturado e único. Os processos envolvidos nesta etapa são, por natureza, integrativos. Eles envolvem tomadas de decisão e escolhas que estão diretamente vinculadas aos objetivos do projeto e ao desenvolvimento e execução do plano como um todo, assim como ao processo de controle de suas alterações. O gerenciamento da integração é composto pelos seguintes processos: desenvolvimento do plano do projeto, execução do plano do projeto e controle geral de mudanças (PMI, 2004).

2.3.1.2 Gerenciamento do Escopo do Projeto

O Gerenciamento do Escopo do Projeto relata os processos requeridos para garantir que o projeto contemple todo o trabalho demandado, e nada mais que o trabalho demandado, para completar o projeto de forma bem-sucedida. A preocupação fundamental neste gerenciamento envolve definir e controlar o que está, ou não, incluído no projeto.

O Gerenciamento do escopo do projeto é composto pelos seguintes processos (PMI, 2004):

- **Iniciação**: reconhecimento da forma do projeto novo.
- **Planejamento do Escopo**: desenvolvimento de uma declaração escrita do escopo, como base para decisões futuras do projeto, documentando inclusive os critérios utilizados para determinar se cada fase foi completada com sucesso.
- **Detalhamento do Escopo**: subdivisão dos principais subprodutos do projeto (componentes menores) para se tornarem mais manejáveis e facilitarem tarefas. Um escopo bem detalhado e definido evita que problemas surjam ao longo do projeto.
- **Verificação do Escopo**: processo de formalização da aceitação e aprovação do escopo do projeto pelas partes interessadas.
- **Controle de Mudança do Escopo**: controle das mudanças no escopo do projeto, assegurando que as mudanças sejam sempre benéficas para o projeto.

2.3.1.3 Gerenciamento do Tempo do Projeto

Tempo perdido é tempo impossível de ser recuperado, por isso, o Gerenciamento do Tempo do Projeto é de vital importância para se ter uma boa gestão. Nesta etapa são descritos os processos necessários para assegurar que o projeto termine dentro do prazo previsto.

Os principais processos de gerenciamento de tempo descritos pelo PMBOK são: definição das atividades, seqüenciamento das atividades, estimativa da duração das atividades, desenvolvimento do cronograma e controle do cronograma.

Inúmeras técnicas e métodos foram desenvolvidos para atender a cronogramação do projeto. O tema deste trabalho, Corrente Crítica, aborda fundamentalmente o controle do tempo em projetos, por isso, esses processos e ferramentas descritos serão abordados detalhadamente mais adiante.

2.3.1.4 Gerenciamento do Custo do Projeto

O fator custo é sempre determinante em qualquer tipo de empreendimento ou projeto. Ninguém quer perder dinheiro. Assim, o objetivo desta fase é incluir os

processos necessários para assegurar que o projeto seja conduzido dentro do orçamento previsto.

Consiste em quatro partes, que são (PMI, 2004):

- **Planejamento de Recursos:** determinação de quais recursos (equipamentos, pessoas, materiais) e em que quantidades devem ser utilizadas para executar as atividades do projeto.

- **Estimativa de Custos:** desenvolvimento de uma estimativa de custos dos recursos necessários à implementação das atividades do projeto.

- **Orçamentação de Custos:** alocação dos custos estimados dos itens de trabalhos individuais objetivando estabelecer uma referência em custos para medição do desempenho do projeto.

- **Controle dos Custos:** monitoramento do desempenho dos custos e controle das mudanças no orçamento do projeto.

2.3.1.5 Gerenciamento da Qualidade do Projeto

A atenção com a qualidade é uma das metas principais da gerência de projetos. O projeto tem qualidade quando é concluído em conformidade aos requisitos, especificações (o projeto deve produzir o que foi definido) e adequação ao uso (deve satisfazer às reais necessidades dos clientes). Dessa maneira, o Gerenciamento da Qualidade do Projeto descreve os processos necessários para assegurar que o projeto satisfaça às necessidades do empreendimento.

Conforme o PMBOK (2004), esse gerenciamento consiste em três partes:

- **Planejamento da Qualidade:** identificação dos padrões e normas relevantes para o projeto e determinação de como satisfazê-las.

- **Garantia da Qualidade:** avaliação periódica do projeto objetivando assegurar a satisfação dos padrões relevantes de qualidade e atendimento dos requisitos.

- **Controle da Qualidade:** monitoramento dos resultados específicos do projeto para determinar se estão de acordo com os padrões de qualidade relevantes e identificação de maneiras para eliminar as causas de resultados insatisfatórios.

2.3.1.6 Gerenciamento de Recursos Humanos do Projeto

Os recursos humanos, nos projetos, requerem alguns dos processos mais difíceis na gestão de projetos. Liderar e gerenciar uma equipe de trabalho exige muita sensibilidade, bom-senso e vivência, por isso, o gerente de projetos ganha destaque aqui: é ele quem lidera a equipe e assume a responsabilidade pelo bom desempenho do projeto. O Gerenciamento de Recursos Humanos retrata, portanto, os processos requeridos para fazer o uso mais efetivo do pessoal envolvido com o projeto, como descritos a seguir:

- **Planejamento da Organização:** identificação e documentação das funções, responsabilidades e relações de hierarquia do projeto.

- **Montagem da Equipe:** obtenção dos recursos humanos necessários designados para trabalhar no projeto.

- **Desenvolvimento da Equipe:** desenvolvimento e intensificação das habilidades individuais e do grupo para atuarem como equipe e para aumentar o desempenho do projeto.

2.3.1.7 Gerenciamento das Comunicações do Projeto

Todos os envolvidos no projeto devem estar preparados para enviar e receber comunicações na linguagem do projeto e devem compreender como a comunicação na qual estão envolvidos afeta o projeto como um todo. Para um bom desempenho do projeto é necessário que essa comunicação seja efetiva e integrada dentro de toda a equipe atuante, para que todos estejam igualmente informados.

O Gerenciamento das Comunicações do Projeto apresenta os processos necessários para assegurar a geração, distribuição e arquivamento das informações do projeto para que sejam feitos de forma adequada e no tempo certo. Divide-se em quatro partes:

- **Planejamento da Comunicação:** determinação das informações e comunicações necessárias das partes interessadas do projeto.

- **Distribuição da Informação:** disponibilização das informações necessárias para as partes interessadas no projeto.

- **Relatório de Desempenho:** coleta e disseminação das informações sobre o desempenho. Inclui relatórios de situação, medição de progresso e previsões.

- **Encerramento Administrativo:** verificação e documentação dos resultados do projeto para formalizar a conclusão do projeto e a aceitação do produto pelo cliente.

2.3.1.8 Gerenciamento dos Riscos do Projeto

O Gerenciamento dos Riscos de um projeto consiste em maximizar os eventos de resultados positivos e minimizar os eventos de resultados negativos. Descreve os processos necessários para identificar os riscos, analisá-los e respondê-los. Esses processos, listados pelo PMBOK (2004), estão descritos a seguir:

- **Identificação de Riscos:** determinação dos prováveis riscos que podem afetar o projeto e documentação de suas características.

- **Quantificação dos Riscos:** avaliação dos riscos e suas interações, no intuito de avaliar as possíveis conseqüências.

- **Desenvolvimento de Resposta aos Riscos:** desenvolvimento de ações para possibilitar a definição de melhorias necessárias para o aproveitamento de oportunidades e respostas às ameaças.

2.3.1.9 Gerenciamento de Aquisições do Projeto

O Gerenciamento de Aquisições do Projeto apresenta os processos necessários para a aquisição de bens e serviços exteriores à organização que gerencia o projeto. Este gerenciamento é discutido do ponto de vista do comprador na relação comprador-fornecedor, e torna-se fundamental estar em parceria com fornecedores e prestadores de serviços qualificados.

A listagem preconizada pelo PMBOK (2004) para esse tipo de gerenciamento se encontra a seguir.

- **Planejamento das Aquisições:** determinação do que comprar, quando comprar e como fazer isso.

- **Planejamento da Solicitação:** preparação do documento necessário para apoiar a solicitação.
- **Solicitação:** obtenção de todas as informações necessárias de fornecedores potenciais, conforme a demanda.
- **Seleção de Fontes:** recebimento das concorrências e escolha entre os possíveis fornecedores.
- **Administração dos Contratos:** gerenciar os relacionamentos com os fornecedores e assegurar que o desempenho do fornecedor atinja os requisitos.
- **Fechamento do Contrato:** terminar e liquidar cada contrato, inclusive a resolução de quaisquer itens ainda pendentes.

2.4 GERENCIAMENTO DO TEMPO

A maioria dos obstáculos relacionados à arte de gerenciar projetos está vinculada a uma das variáveis mais inexoráveis: o tempo. Um fato incontestável dos tempos atuais é que projetos atrasam, e qualquer atraso num projeto sempre gera custos indesejados.

O objetivo da gerência do tempo de projeto é descrever os processos requeridos para o término do projeto, garantindo que o mesmo cumpra os prazos definidos num cronograma de atividades, levando em conta a interligação e a dependência que o tempo tem com as diversas áreas que compõe o gerenciamento de projetos.

2.4.1 Definição das atividades

Definir as atividades é o primeiro passo para a construção do cronograma de um projeto e, portanto, é a porta de entrada para o gerenciamento do tempo. São as atividades que irão determinar quais ações serão executadas, por quem e com quais recursos.

As atividades são os menores componentes gerenciais de um projeto, devem ser detalhadas e documentadas cautelosamente. A base para o planejamento das atividades é diretamente ligada ao escopo do projeto. É a partir delas que são lançados os subprodutos do projeto, identificados pela gestão de escopo.

Para se determinar as atividades do projeto é preciso fazer a decomposição dos produtos entregáveis do projeto, que são baseados na sua estrutura analítica (EAP). A decomposição, como ferramenta da definição das atividades, é definida pelo PMBOK (PMI, 2004) como “a subdivisão dos pacotes de trabalho do projeto em elementos menores e mais facilmente gerenciáveis, chamados de atividades do cronograma”. Ou seja, a decomposição é uma expansão da EAP e tem seu foco nas atividades, ao invés de focar nos produtos a serem entregues. Para isso é preciso abrir os pacotes de trabalhos definidos pela EAP em atividades, e definir as ações necessárias para se cumprir cada uma das entregas do projeto.

A figura 3 mostra uma ilustração de uma decomposição de uma EAP até o nível de atividades.

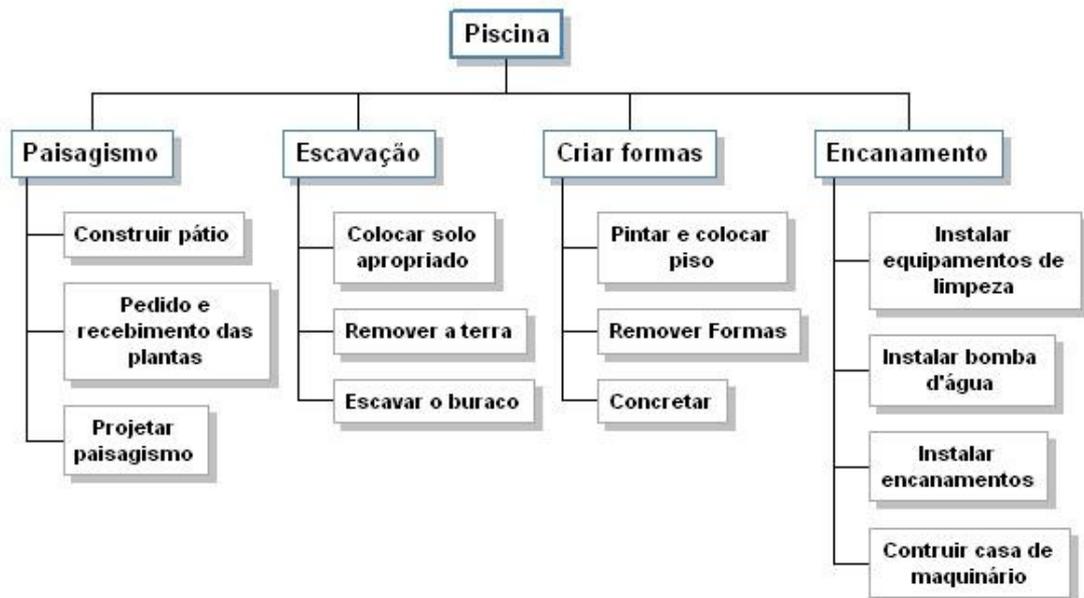


Figura 3: Exemplo de uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

Fonte: Autora desta dissertação

A EAP tem o papel de melhorar a precisão das estimativas de duração das atividades, o que é essencial para o gerenciamento do tempo. Quanto mais detalhadas a EAP e melhor definidas as atividades, maior será o número de entregas e atividades do projeto, e menos problemas surgirão ao longo de sua execução.

2.4.2 Sequenciamento das atividades

O sequenciamento de atividades envolve a identificação e documentação dos relacionamentos lógicos entre as atividades do cronograma. Estas podem ser seqüenciadas logicamente usando as relações de precedência adequadas, além de antecipações e atrasos, para dar suporte ao desenvolvimento posterior de um cronograma de projeto realista e alcançável.

O objetivo final do sequenciamento das atividades é obter um diagrama de rede completo que compreende todas as atividades do projeto e suas diversas inter-relações (PMBOK, 2004).

Para dar início ao trabalho de sequenciamento, alguns documentos são fundamentais e necessários, tais como:

- **Declaração de escopo:** é fundamental para se ter uma visão clara do produto a ser desenvolvido, incluindo suas características, premissas assumidas e restrições.

- **Lista de atividades:** obtida por meio da decomposição da EAP e que pode ser alterada durante o processo de sequenciamento. Deve-se assegurar que esta lista está completa e que não inclui qualquer atividade que não seja requerida como parte do escopo do projeto.

- **Marcos (*milestones*) do projeto:** os eventos “marcos” devem fazer parte do sequenciamento das atividades para assegurar que sejam atendidos os requisitos necessários.

- **Mudanças solicitadas:** mudanças devem ser incorporadas ao diagrama de rede do projeto.

O sequenciamento das atividades pode ser feito com o emprego de uma ferramenta computacional, mas não é obrigatório. É possível gerar um diagrama de rede com todas as atividades e suas diversas inter-relações sem fazer uso de um programa de computador, mas não faz muito sentido, uma vez que a relação custo/benefício desse tipo de programa está se tornando, progressivamente, mais acessível no mercado.

Para a construção do diagrama, alguns tipos de relações de precedência entre atividades têm que ser considerados. Esses tipos de precedência determinam

a forma como cada atividade se relaciona com a sua sucessora, e assim por diante. Como mostra a figura 4 existem quatro tipos de relações, a saber:

- **Término-Início** (*finish-to-start*): a atividade sucessora somente se inicia com o término da atividade predecessora.

- **Início-Término** (*start-to-finish*): a atividade sucessora só termina após o início da atividade predecessora, ou seja, o fim de uma atividade depende do início da anterior. Funciona de forma inversa à relação fim-para-início.

- **Início-Início** (*start-to-start*): a atividade sucessora somente se inicia com o início da atividade predecessora. Essa relação faz com que duas atividades ocorram simultaneamente e resulta, geralmente, em economia de tempo.

- **Término-Término** (*finish-to-finish*): a atividade sucessora somente termina quando a atividade predecessora termina. Essa relação faz com que as atividades sejam finalizadas de modo sincronizado.

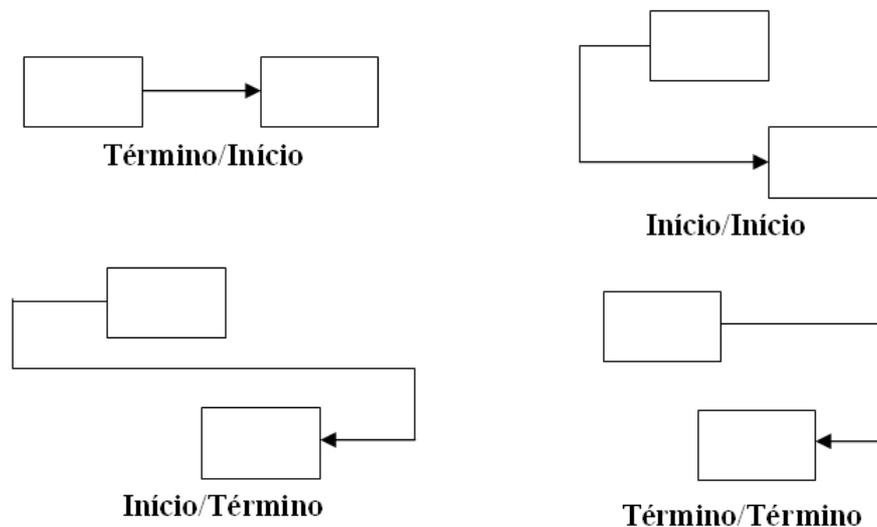


Figura 4: Representação gráfica dos relacionamentos em um diagrama

Fonte: Adaptado de Cleland e Ireland (2002, p.202)

Vale ressaltar os três tipos de dependências que definem uma seqüência de atividades:

- **Dependências obrigatórias:** inerentes à natureza do trabalho que está sendo realizado, normalmente envolvendo limitações físicas (ex: é preciso construir uma parede antes de poder pintá-la).

- **Dependências arbitradas:** definidas em função de um desejo da equipe de projeto. Devem ser usadas com cuidado e bem documentadas, pois, eventualmente, podem limitar as opções do cronograma.

- **Dependências externas:** envolvem relações de dependência entre atividades de dentro do projeto e atividades de fora do projeto (ex: alguma atividade ligada ao governo como uma liberação de licença ambiental).

Existem basicamente três tipos de métodos de diagramação: PDM, ADM e CDM.

2.4.2.1 Método do Diagrama de Precedência (*PDM - Precedence Diagramming Method*)

Conforme PMBOK (PMI, 2004, p.63):

Método do diagrama de precedência – PDM é um método de rede que utiliza retângulos para representar as atividades e os conecta por setas que representam as dependências [...]. Esta técnica também é chamada de atividades no nó (AON – Activity-on-node) e é o método utilizado pela maioria dos pacotes de programas para gerência de projetos. O PDM pode ser feito manualmente ou no computador.

Ele inclui os quatro tipos de relacionamento de dependência ou precedência descritos anteriormente, valendo ressaltar que o PDM *Fim-para-início* é o tipo de relacionamento lógico mais comumente utilizado.

Esse método facilita muito a visualização do diagrama e suas interdependências, conforme pode ser observado na figura 5, tornando o processo de planejamento mais intuitivo e prático.

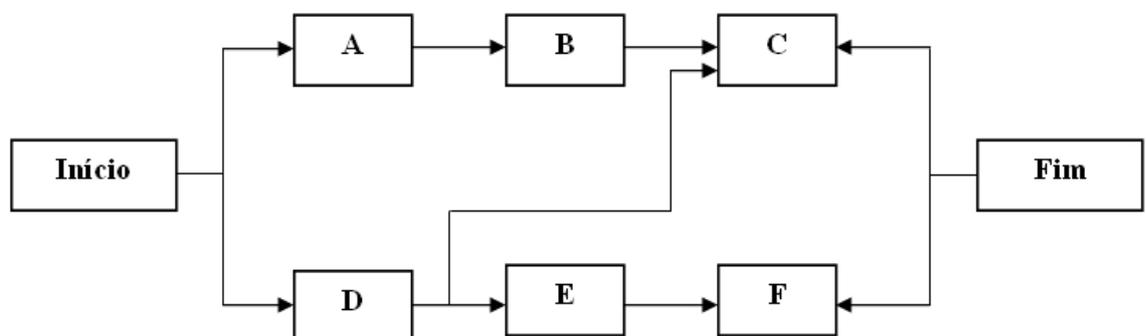


Figura 5: Desenho de diagrama de rede pelo método PDM

Fonte: PMBOK (PMI, 2004)

2.4.2.2 Método do Diagrama de Flecha (*ADM - Arrow Diagramming Method*)

Com relação ao método do diagrama de flecha, no PMBOK (PMI, 2004, p.63) se encontra a sua definição:

Este é um método de construção de diagramas de rede que utiliza setas para representar as atividades e as conectar por meio de nós que representam as dependências [...]. Esta técnica é também chamada de atividade na flecha (AOA – Activity-on-arrow) e, embora menos predominante que o PDM, é ainda a técnica escolhida em algumas áreas de aplicação. O ADM utiliza apenas relações de dependência do tipo fim/início e, às vezes necessitam da criação de atividades “fantasmas” para definir corretamente o relacionamento lógico. O ADM pode ser feito manualmente ou no computador.

O método ADM prevê o uso apenas de relações de precedência do tipo fim-para-início entre suas atividades e pode ser construído com ou sem um formato em escala. Além disso, o método de diagrama de setas pode fazer uso das chamadas atividades “fantasmas”, conhecidas por não consumirem nem tempo nem recursos, mas estão presentes para demonstrar uma relação de dependência entre as atividades. Essa atividade é normalmente representada por uma linha tracejada, indicando a dependência somente como pode ser observado na figura 6.

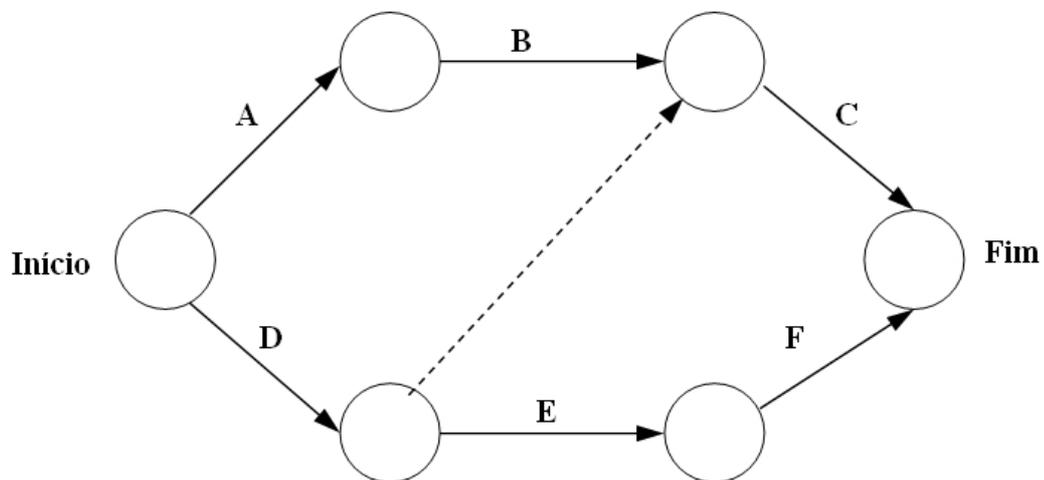


Figura 6: Desenho de diagrama de rede pelo método ADM

Fonte: PMBOK (PMI, 2004)

2.4.2.3 Método do Diagrama Condicional (*CDM – Conditional Diagramming Method*)

O método do diagrama condicional é outro tipo de diagrama de rede menos utilizado. Segundo o PMBOK (PMI, 2004, p.63):

As técnicas de diagramação tais como GERT (Graphical Evaluation and Review Technique - Avaliação Gráfica e Técnicas de Revisão) e Modelos de Sistemas Dinâmicos (System Dynamics) permitem atividades não seqüenciais como “loops” (por exemplo, um teste deve ser repetido mais de uma vez) ou desvios condicionados (por exemplo, a atualização de desenho que é necessária apenas se a inspeção detectar erros). Nem o PDM nem o ADM permitem “loops” ou desvios condicionados.

As características desse tipo de diagramação a tornam bastante flexível e adequada a projetos de pesquisa e desenvolvimento. No entanto, no setor comercial é difícil ver aplicações que usem esse conceito. Sua representação mais comum é feita por meio da técnica GERT, na qual é possível a inclusão de derivações probabilísticas, desvios condicionais, efeitos recursivos e nós com repetição de eventos (*loops*).

Às vezes, a grande variedade de modelos, técnicas e nomenclaturas dos diagramas de rede provocam confusões. Frequentemente, no ambiente profissional da gerência de projetos, os diagramas de rede descritos previamente são conhecidos simplesmente por redes PERT. Historicamente, o PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) foi um tipo específico de diagrama de rede que é dificilmente utilizado hoje em dia.

2.4.3 Estimativa de duração das atividades

Uma atividade importante para elaboração de diagramas de projeto é a estimativa da duração da atividade, que segundo o PMBOK (PMI, 2004), “é o processo de gerar as durações das atividades para entrada no cronograma, a partir das informações do escopo do projeto e dos recursos disponíveis”.

Estimar a duração é um dos aspectos mais difíceis e complexos do planejamento de um projeto. Deve-se manter em mente que se trata de uma estimativa e nunca de uma certeza absoluta. A estimativa é, frequentemente, construída de forma progressiva, e o processo considera a qualidade e a disponibilidade dos dados de entrada. Assim, pode-se assumir que a estimativa vai progressivamente se tornando mais precisa e com uma qualidade conhecida. A pessoa ou grupo da equipe do projeto que estiver mais familiarizada com a natureza de uma atividade específica deve fazer a estimativa, ou, no mínimo, aprová-la.

O glossário do PMBOK (PMI, 2004) define duração como:

número total de períodos de trabalho (sem incluir feriados ou outros períodos de descanso) necessários para terminar uma atividade do cronograma ou um componente da estrutura analítica do projeto. Normalmente é expressa em dias ou semanas de trabalho. Às vezes, é incorretamente equiparada ao tempo decorrido.

A diferença entre a data de início e a data final de uma atividade é definida como tempo decorrido (*elapsed time*), e é imprescindível que sejam feitas considerações em relação à esse tempo na estimativa da quantidade de períodos de trabalho exigidos para implementar uma atividade. Um exemplo descrito no PMBOK (PMI, 2004) é o de uma cura de concreto que necessita de 4 dias de *elapsed time*, podendo requerer dois ou quatro períodos de trabalho baseados em: a) qual o dia da semana será iniciado, b) se o fim de semana será, ou não, tratado como período de trabalho.

Durante a execução do projeto é possível observar uma variação entre o planejado e o efetivamente implementado. Uma das causas é que a duração de uma atividade é uma variável randômica, pois vários fatores podem influenciar seu desempenho, e por isso, não é possível saber exatamente quanto tempo será consumido. A variação das estimativas está associada ao grau de precisão da estimativa da duração. A questão relativa à essa incerteza será abordada neste trabalho com maior detalhe no capítulo relativo à Corrente Crítica.

Segundo o PMBOK (PMI, 2004), algumas técnicas e ferramentas são normalmente utilizadas para estimar a duração das atividades de um projeto, tais como:

- **Avaliação especializada:** as durações são normalmente difíceis de estimar, por causa do número de fatores que podem influenciá-las. Baseia-se em informações e dados históricos e deve ser usada sempre que possível.
- **Estimativas por analogia:** são também chamadas de estimativas de cima para baixo (top-down). São usados valores reais de durações de projetos anteriores ou similares para estimar a duração de uma atividade futura. Esse tipo de estimativa é mais confiável quando as atividades anteriores são semelhantes não apenas na aparência, e quando as pessoas que calculam as estimativas têm o conhecimento especializado necessário.

- **Tempo de reserva:** pode-se considerar incorporar um tempo extra para cobrir eventualidades ou as contingências do projeto. Essas podem ser valores percentuais ou fixos, que geralmente são oriundos de uma análise dos riscos. É sempre importante que o valor de reserva esteja documentado com a estimativa. O tempo de reserva pode, mais tarde, ser reduzido ou eliminado, na medida em que haja informação mais precisa sobre o desenvolvimento do projeto.

As técnicas empregadas para estimar a duração de cada atividade envolvida em um projeto não são tão simples, em função de uma série de variáveis que o projeto pode apresentar. Muitas vezes essas estimativas podem não ser muito precisas, mas com certeza, trata-se de um processo fundamental para a geração do cronograma.

2.4.4 Desenvolvimento de um cronograma

Em qualquer projeto, a meta é a elaboração de um determinado produto ou serviço. Como já apresentado, o escopo do projeto é definido, uma EAP é preparada e os pacotes de trabalho são identificados. A partir deles, tarefas são relacionadas, seqüenciadas e estimadas quanto à duração, considerando os recursos necessários e disponíveis.

O resultado de todo esse processo é determinar o prazo final do projeto. O objetivo desta etapa é elaborar um cronograma, no qual as atividades possam ser executadas em paralelo para agilizar a entrega do produto e também fazer uso dos recursos de forma planejada, minimizando problemas de alocação.

Segundo o PMBOK (PMI, 2004), desenvolver um cronograma significa “determinar as datas de início e fim para as atividades do projeto. Se as datas de início e fim não forem realistas, é impossível que o projeto termine conforme o planejado”.

O desenvolvimento do cronograma deve ser feito iterativamente, ou seja, deve ser elaborado de forma progressiva e repetida até o instante em que seus resultados sejam confiáveis e possam atender as metas do projeto. O cronograma será a linha de base de prazo utilizada para acompanhar o progresso do projeto no transcorrer de sua execução.

O processo de desenvolvimento do cronograma é apresentado na Figura 7. Verifica-se que o mesmo é um processo abrangente que considera um grande número de variáveis como dados de entrada, e tem como principal saída o cronograma do projeto. Para elaboração do cronograma do projeto é necessário utilizar ferramentas e técnicas específicas para esta finalidade.

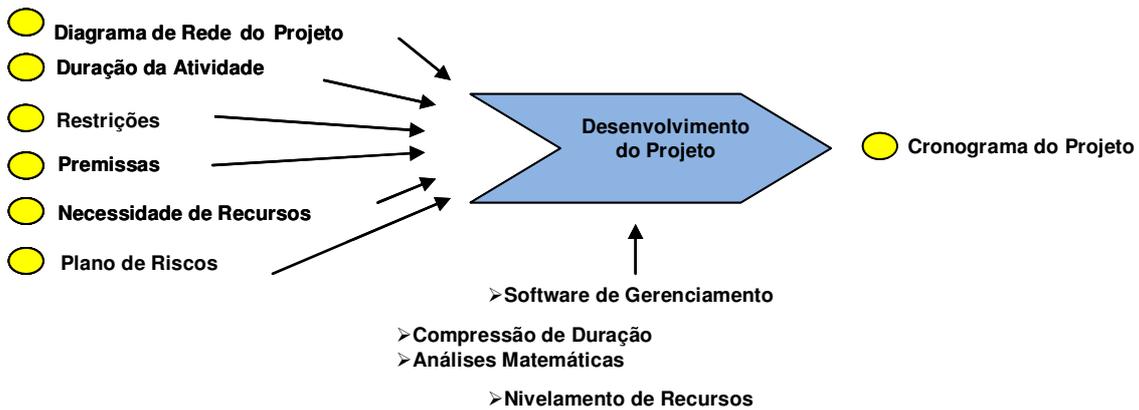


Figura 7: Entradas e saídas de atividades no desenvolvimento de um cronograma.

Fonte: Autora desta dissertação.

Por ser um processo de atividades complexas, é importante a utilização de ferramentas computadorizadas nesse caso, que permitirão avaliar rapidamente diferentes cenários e efetuar cálculos necessários, e ainda são de fácil manuseio. Um dos produtos mais populares do mercado é o Microsoft Project.

As técnicas mais adotadas para a elaboração de cronograma são: técnicas de análise matemática (CPM - método do caminho crítico, GERT - Avaliação Gráfica e Revisão Técnica e PERT - Programa de Avaliação e Revisão), simulações, ajustes e nivelamento de recursos e técnicas de compressão da duração.

Mais utilizado, atualmente, pelos profissionais da área, o método do Caminho Crítico pode ser definido pelo PMBOK (PMI, 2004) como:

Método do Caminho Crítico (CPM - Critical Path Method): calcula de forma determinística, uma data única mais cedo e mais tarde, de início e de término para cada atividade, baseado na seqüência lógica especificada da rede em uma duração única estimada.

No anexo 1 se encontra uma descrição sucinta das técnicas e ferramentas, além da CPM, utilizadas para calcular a duração das atividades na gestão de projetos e para o desenvolvimento de cronogramas.

O método CPM é um processo que determina quando o trabalho poderá ser feito, tomando como base o diagrama de rede e as estimativas de duração das atividades (incluindo possíveis identificações de atrasos e restrições de data do projeto). Desta maneira, os diagramas baseados no método do caminho crítico incluem informações não só sobre a duração de cada atividade, mas sobre as datas mais cedo e mais tarde nas quais esta atividade poderá acontecer.

Considerando as observações anteriores, as figuras 8 e 9 mostram um exemplo de diagrama de flechas (ADM) e um diagrama de precedência (PDM) elaborados utilizando a técnica CPM para sua construção.

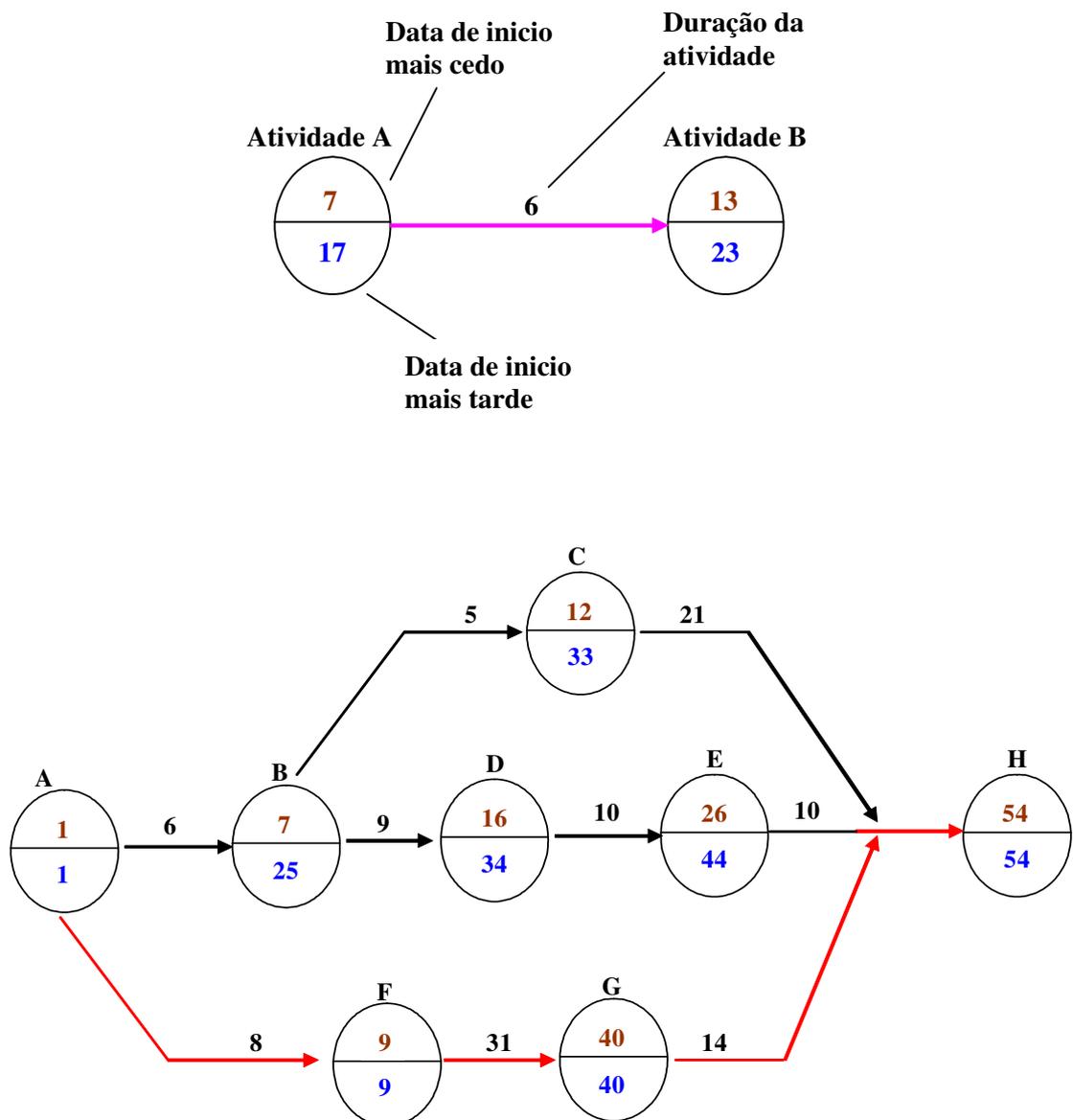


Figura 8: Exemplo de diagrama de flechas - ADM (caminho crítico em vermelho)

Fonte: Adaptado de Keelling (2002)

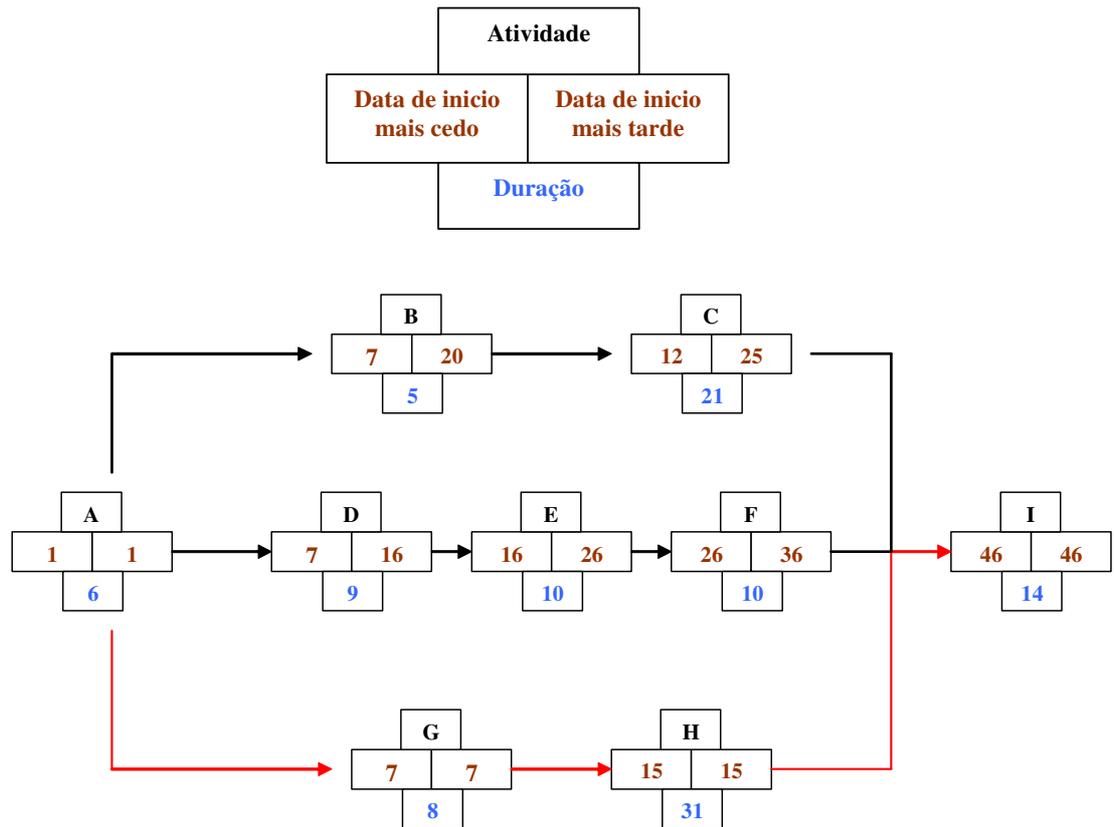


Figura 9: Exemplo de diagrama de precedência - PDM (caminho crítico em vermelho)

Fonte: Adaptado de Prado (1998)

As atividades com a menor folga são conhecidas como atividades críticas e formam o caminho crítico do projeto. Para entender melhor o conceito de folga, Keelling (2002) resume:

- Folga total: é o espaço de tempo que uma atividade pode ser adiada sem comprometer a data final de um projeto. Quanto maior a folga total de um projeto, mais contingência terá o projeto;
- Folga livre: é o tempo que é possível atrasar o início de uma atividade sem adiar o início das atividades sucessoras.

Cronogramas podem ser apresentados de várias maneiras, dependendo da mensagem que o gerente de projeto quer transmitir. Podem ser sumariados na forma de um gráfico de marcos que comunica quando os principais eventos do projeto serão concluídos; na forma de um diagrama de Gantt; na forma de um diagrama Pert; ou detalhados na forma de uma planilha com diversas linhas e colunas. O tipo mais comum é o diagrama de Gantt, o também chamado gráfico de barras.

Conforme o PMBOK (PMI, 2004), “o gráfico de barras, também chamado de gráfico de Gantt, mostra as datas de início e término das atividades bem como as durações esperadas, e, algumas vezes, mostra as dependências”.

Na concepção de Keelling (2002), “o gráfico de Gantt, não substitui o diagrama de setas ou o de precedência, mas apresenta um quadro de fácil compreensão da programação de tarefas”.

Vargas (2002) aponta algumas vantagens e desvantagens em se utilizar o diagrama de Gantt. As principais vantagens seriam que os gráficos de Gantt são de simples entendimento, têm fácil visualização de atrasos e escala de tempo bem definida. Mas também são inadequados para grandes projetos, têm difícil visualização de dependência e não conseguem descrever como o projeto reage a alterações de escopo.

Nesse diagrama, as barras horizontais representam as atividades e mostram o período em que elas acontecem. A exibição pode ser de forma resumida, quando apenas os níveis mais elevados aparecem, ou de uma forma mais detalhada, mostrando as atividades propriamente ditas.

Nos gráficos de Gantt, é comum se utilizar símbolos para assinalar eventos chaves que deverão ocorrer, para facilitar o controle e acompanhamento da evolução do projeto. Estes marcos (*milestones*), também chamados de metas intermediárias, são importantes para permitirem aos envolvidos no projeto uma visão abrangente de quais partes do escopo estão atrasadas, ou em dia, ou adiantadas em relação ao programado. Ter esta visão é essencial para poder se estabelecer planos de recuperação de prazo quando existem atrasos e balanceamento da distribuição dos recursos disponíveis para o projeto.

A figura 10 mostra um exemplo de diagrama de Gantt.

Tarefa	Duração	Data		2008												2009						
		Início	Término	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
Fundações	105 dias	2/5/08	25/9/08																			
Estrutura	55 dias	26/9/08	11/12/08																			
Fechamento	70 dias	12/12/08	19/3/09																			
Fachada	60 dias	20/3/09	11/6/09																			
Acabamento	40 dias	12/6/09	6/8/09																			
Entrega	15 dias	7/8/09	27/8/09																			

Figura 10: Exemplo de diagrama de Gantt.

Fonte: Autora desta dissertação.

2.4.5 Controle do cronograma de atividades

O último processo que compõe o processo de gerenciamento do prazo é o processo de controle do cronograma. O controle de prazos pode ser visto como um processo de monitoramento contínuo, envolvendo a análise das causas, seus efeitos sobre as durações do projeto e se esses desvios estão dentro das margens estabelecidas. De acordo com Vargas (2002):

O processo que se concentra na avaliação dos fatores que criam mudanças nos prazos, de modo a garantir que essas mudanças sejam benéficas, além de se utilizar um sistema de controle de mudanças de tempo, previamente definido no Plano de Gerenciamento de Tempo para definir os procedimentos nos quais os prazos do projeto podem ser modificados.

O monitoramento de um projeto exige um sistema que seja simples, contínuo e que corresponda à sua necessidade. Esse controle deve ser integrado com as demais áreas de conhecimento de gerenciamento de projetos, deve apresentar boa relação custo/benefício, ser flexível para adequar-se às mudanças no projeto, e fornecer informação para os integrantes do projeto.

Algumas práticas são importantes no processo de monitoramento e controle de projetos, tais como:

- Medição do desempenho: deve ser avaliado regular e continuamente. Consiste em comparar o previsto com o realizado, sobretudo na aplicação e uso de recursos, visando determinar se tal uso contribui para o

cumprimento dos objetivos do projeto. Normalmente feito por meio da análise dos cronogramas de barras, objetiva determinar os desvios das durações reais em relação às durações planejadas.

- Análise da variação das produtividades: desenvolve ações preventivas para resolver problemas reais ou previstos. Ações que envolvem controle de mudanças, controle do escopo, controle de riscos, controle das produtividades e análise dos desvios no cronograma.
- Empreendimento nas ações corretivas: segundo o PMBOK (PMI, 2004):

“Feito para compatibilizar o desempenho futuro do cronograma com o plano do projeto [...]. São ações especiais, tomadas para garantir a conclusão da atividade. Requerem uma análise de causas-raiz para identificar a causa real da variação, possibilitando que a recuperação do atraso possa ser planejada e executada para atividades programadas à frente no projeto e não apenas diretamente naquelas que causaram o desvio”.

- Nivelamento de recursos: distribui as atividades em função dos recursos disponíveis, antecipando ou atrasando atividades não-críticas. Tem o objetivo de minimizar as alterações a cada período na alocação de recursos, movendo atividades dentro das folgas permitidas, para que o recurso seja utilizado de uma forma mais equilibrada.

É fundamental que seja feita a devida análise de variação entre o previsto e o realizado, seja por meio de indicadores ou por meio de relatórios. O bom andamento do projeto depende dessa análise constante durante sua execução. Todas estas considerações relativas ao cronograma precisam ser sempre documentadas para que estas informações integrem a um banco de dados histórico, tanto para o projeto em andamento quanto para outros projetos da organização executora.

3 TEORIA DAS RESTRIÇÕES

3.1 HISTÓRICO

Cada vez mais as organizações se vêem forçadas a otimizar processos, minimizar custos e aumentar produtividade de modo que não percam competitividade e mercado no mundo globalizado em que atualmente vivemos. Um dos grandes desafios enfrentado por seus gestores é atingir essas metas. A Teoria das Restrições é uma alternativa bastante atraente para enfrentar o problema, pois considera a empresa como um sistema unificado, e não decomposta em partes isoladas.

A Teoria das Restrições (TOC - em inglês, *Theory of Constraints*) teve seu início na década de 70, quando o físico israelense chamado Eliyahu Goldratt resolveu encarar os problemas de produção de uma organização. Incomodado com a falta de lógica apresentada nos métodos tradicionais da gerência da cadeia de produção de uma organização, Goldratt fundou um método de administração da produção totalmente novo.

A divulgação da Teoria das Restrições se deu no ano de 1984, quando Goldratt publicou o seu conhecimento sobre a cadeia de produção no livro "A Meta". Foi o primeiro livro escrito, que aborda o tema da administração de empresas, sob a forma de romance.

Com a propagação do livro no mundo todo, empresas de diferentes países começaram a aplicar os princípios da Teoria das Restrições. Ainda assim, Goldratt observou que simplesmente fornecer soluções prontas para as empresas não era suficiente, pois toda vez que uma empresa empregava essas soluções, ela dava um salto em competitividade, mas depois estagnava. Dessa maneira, o autor decidiu compartilhar o raciocínio lógico que usava para solucionar problemas. Para ele, as

empresas precisavam aprender a resolver seus próprios problemas, para que pudessem se desenvolver continuamente.

Em seu livro, “A Meta” (1984), Goldratt contraria a afirmação de que uma organização só consegue ser eficiente quando todos os seus recursos estão sendo utilizados conforme sua capacidade de processamento, e que, se um recurso está ocioso, existe uma “perda” de eficiência acontecendo no sistema.

Segundo o autor, o nome Teoria das Restrições foi designado para avigorar dois conceitos básicos: o primeiro é que se trata de uma teoria, que denota algo provado, com resultados evidenciados. O segundo é o conceito de restrição. A restrição é qualquer coisa que dificulta um sistema de alcançar um desempenho maior em relação à sua meta, é o elo fraco do sistema. Segundo Corbett Neto (1997, p. 42):

As restrições não são intrinsecamente boas ou ruins, elas simplesmente existem. Se você escolher ignorá-las elas se tornam ruins. Se você escolher reconhecê-las e administrá-las, elas se tornam uma grande oportunidade, uma alavanca para o seu negócio.

O processo de melhoria contínua segundo a TOC é muito simples e intuitivo, porque se baseia no bom senso. Mas sua implantação geralmente é complicada e controversa, devido à resistência das pessoas. Exige, necessariamente, uma mudança de paradigma, muitas vezes complicada, pois o velho paradigma está, em geral, enraizado durante anos na organização.

Segundo João Mario Csillag: “É impossível uma pessoa julgar idéias de um novo paradigma analisando-as sob o prisma de um velho paradigma” (CORBETT, p.2, 1997).

Goldratt considera essas dificuldades como sendo barreiras culturais. No mundo atual é natural que todos, de alguma forma, estejam implementando novas metodologias para a melhoria de seus sistemas, como a Gestão pela Qualidade Total (GQT) e o *Just in Time*. Para a TOC, uma empresa é composta de “elos interligados”, os quais constituem um sistema. Este pode ser comparado a uma corrente de elos físicos, onde um esforço aplicado à corrente tende a rompê-la em seu elo mais fraco. Apesar destas metodologias serem excelentes ferramentas práticas de solução, elas focalizam apenas os elos específicos da corrente, e não

vêm a corrente como um todo. A TOC é um instrumento que permite identificar falhas no conjunto, e não em cada parte.

Em 1997, Corbett Neto (p. 160) afirmou:

No meu entender, a TOC trará uma grande revolução na administração, como a administração científica trouxe há um século. Outras teorias, e outras pessoas, também estão levando a administração para a mesma direção. Todas têm uma coisa em comum - advogam o abandono do paradigma mecanicista da administração científica para um novo paradigma, que encara a empresa como um sistema.

A TOC provoca uma evolução na forma de se pensar o processo de um sistema. A teoria propõe métodos de raciocínio que funcionam como ferramentas lógicas de simples aplicação e cria formas de identificar e solucionar os problemas de um sistema, tornando-o assim mais produtivo, eficiente e eficaz, sem implicar na qualidade dos serviços da organização.

3.2 UMA ABORDAGEM SISTÊMICA

A Teoria das Restrições é uma filosofia de melhoria sistêmica. A maioria das teorias clássicas é referente à melhoria contínua, e tem seu foco no aperfeiçoamento do processo, ou seja, melhorar ao máximo o desempenho de cada componente do processo para se atingir o máximo de performance do sistema. Essa suposição desconhece as relações complexas de interdependência entre os componentes do processo e mesmo entre processos.

A noção de sistemas foi introduzida na administração há décadas. Nos séculos passados, a ciência era aplicada somente em sistemas fechados, ou seja, aos sistemas mecânicos, tais como o sistema solar, máquinas, sólidos, massas gasosas e outros. A partir dos anos 50, surgiu a idéia de sistema aberto, que fazia referência aos organismos vivos e a grupos sociais.

Para Leach (1997) um sistema é “uma rede de componentes interdependentes que trabalham juntos para alcançar o objetivo do sistema. Um sistema deve ter um objetivo. Sem um objetivo, não há um sistema”.

Em um aspecto mais prático, um sistema pode ser definido como “um conjunto estruturado, visando a um fim, no qual existem relações complexas e não triviais entre os elementos constitutivos, de modo que o todo seja mais do que a soma das partes” (FERNANDES, 2003).

Do mesmo modo, Goldratt julga que a organização vive e morre como um sistema, não como um processo. O sucesso ou o fracasso depende da atuação conjunta de todos seus elementos, isto é, cada elemento depende um do outro de alguma maneira.

O autor afirma que um sistema pode ser comparado a uma corrente de elos físicos, onde um esforço aplicado à corrente tende a rompê-la em seu elo mais fraco. A Teoria das Restrições vê o sistema como um todo, e não em partes isoladas. Dessa maneira, a performance do sistema sempre será restringida pelo seu elo mais fraco. Isso mostra que não importa a quantidade de recursos gastos numa organização para melhoria dos processos, mas somente uma melhoria do seu elo mais fraco poderá apresentar uma melhoria ao sistema como um todo. O elo fraco é a restrição do problema.

Dettmer (1997) resume alguns preceitos importantes em uma abordagem sistêmica:

- Sistemas são como correntes. Cada sistema tem seu elo mais fraco (restrição) que acaba limitando o sucesso de todo o sistema.
- Reforçar cada elo da corrente ao invés de focar no elo mais fraco, não adianta em nada para melhorar o desenvolvimento da corrente como um todo.
- Todas as partes do sistema são inter-relacionadas: uma modificação em alguma parte do sistema ocasiona mudanças em todas as demais.
- O relacionamento entre as variáveis que existem no sistema e os diferentes laços que ligam os subsistemas é bastante complexo; por isso, os efeitos das mudanças que incorrem no modelo são contra-intuitivos e devem ser analisados através da construção e validação de um modelo.
- Nenhum sistema é melhor do que seu elemento mais fraco. Um elo fraco enfraquece toda a corrente. Sempre haverá uma restrição limitando o ganho em um sistema, por melhores que sejam suas estruturas e a organização. Dessa maneira, todo o sistema e toda a cultura da organização se rebaixa ao nível do elo mais fraco, ameaçando a própria sobrevivência da organização.

- Ao abordar um sistema é preciso extremo cuidado, pois sistemas são sensíveis à modificações.

A Teoria das Restrições é julgada mais do que somente uma teoria. Para Goldratt, ela é um modelo de conduta que inclui os conceitos e princípios direcionais, como também as ferramentas e aplicativos necessários para fortalecer os elos fracos de qualquer sistema.

Segundo Corbett Neto (1997, p.39):

A TOC é baseada no princípio de que existe uma causa comum para muitos efeitos, de que os fenômenos que vemos são consequência de causas mais profundas. Esse princípio nos leva a uma visão sistêmica da empresa". A TOC encara qualquer empresa como um sistema, isto é, um conjunto de elementos entre os quais há alguma relação de interdependência. Cada elemento depende um do outro de alguma forma, e o desempenho global do sistema depende de esforços conjuntos de todos os seus elementos. Um dos conceitos mais fundamentais é o reconhecimento do importante papel da restrição de qualquer sistema.

Para Dettmer (1997), o enfoque sistêmico exige um entendimento cuidadoso de como todos os componentes do sistema interagem entre si, e como o sistema inteiro interage com o ambiente externo. Essa visão é indispensável para uma efetiva transformação organizacional.

3.3 CONCEITOS BÁSICOS

Os princípios básicos da teoria das restrições são:

- Uma organização tem uma meta a alcançar;
- Uma organização é mais que a soma de suas partes;
- A performance de uma organização é limitada por poucas variáveis;
- Qualquer sistema tem ao menos uma restrição.

O primeiro princípio põe em discussão a existência de uma meta como fator direcionador das ações e dos recursos da empresa. A teoria pressupõe que os executivos de qualquer organização conhecem os reais propósitos da organização, isto é, sua meta final.

O segundo princípio exprime a abordagem do sistema de pensamento da TOC. Deve haver uma sinergia entre as várias áreas que compõem a organização, caso contrário não há nenhum valor em ser parte de uma organização.

Os terceiro e quarto princípios remetem para a seguinte definição: a TOC define restrição como qualquer coisa que limita a performance do conjunto da organização na busca de sua meta. Se a empresa não possui uma restrição, seu lucro seria infinito, o que não é viável.

Partindo desses princípios, são considerados dois tipos de restrições: “físicas” (são restrições de capacidade que podem limitar o alcance da meta da empresa, por exemplo, equipamentos com capacidade produtiva limitada) e “não-físicas” (também chamadas de restrições políticas, por exemplo, restrições de mercado em que a demanda é menor que a capacidade produtiva da empresa). Usualmente as restrições físicas são relativamente fáceis de serem identificadas, exploradas ou mesmo eliminadas. Em contrapartida, as restrições políticas são mais difíceis de serem identificadas e eliminadas, mas sua remoção pode resultar em melhorias sistêmicas amplas e radicais, muito maior que a elevação de qualquer restrição física.

3.4 O PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO CONTÍNUA DA TOC

Partindo do raciocínio apresentado anteriormente e da premissa de que a empresa deseja adotar a TOC como sistema de gestão geral, que contribua para aumentar sua performance em relação a suas metas, foi criado o processo de otimização contínua. Esse processo tem como principal objetivo identificar, controlar e gerenciar da melhor maneira possível as restrições existentes em um sistema.

A TOC propõe cinco passos de focalização (GOLDRATT, 1993) para melhoria do gerenciamento do processo produtivo:

- **IDENTIFICAR** a(s) restrição(ões) do sistema.
- Decidir como **EXPLORAR** a(s) restrição(ões) do sistema.
- **SUBORDINAR** tudo à decisão anterior.
- **ELEVAR** a(s) restrição(ões) do sistema.
- Se num passo anterior, uma restrição foi eliminada, volte à primeira etapa, mas **NÃO DEIXE QUE A INÉRCIA CAUSE UMA RESTRIÇÃO NO SISTEMA.**

Esses passos estão descritos a seguir.

3.4.1 IDENTIFICAR a(s) restrição(ões) do sistema.

Nesta primeira etapa, devem ser identificadas as restrições existentes no sistema. Segundo a TOC, restrição é qualquer recurso que impede que uma organização possa alcançar o objetivo almejado. Como as restrições têm a característica de serem genéricas ou comuns para qualquer empresa, a TOC criou tal tipologia já apresentada.

No caso de se ter uma restrição física, esta se caracteriza pelos gargalos de produção (o fator limitante de ganho no sistema). Normalmente é fácil fazer essa identificação, por exemplo, na observação de estoque existente à frente de cada máquina, sinalizando que uma etapa do processo produtivo tem menos capacidade produtiva que a etapa imediatamente anterior, gerando, então, estoques elevados entre ambas.

As restrições comportamentais ou políticas são mais difíceis de identificar, pois supõem a existência de elementos qualitativos ou subjetivos, dificultando sua quantificação. Nesse caso, a TOC propõe a adoção do seu Processo de Pensamento para identificar a restrição e suas causas-raiz, como será descrito no item 3.5.

3.4.2 Decidir como EXPLORAR a(s) restrição(ões) do sistema.

Nessa etapa, deve-se explorar ao máximo a capacidade das restrições, ou seja, descobrir como ela poderá ser utilizada ao máximo sem realizar qualquer eventual despesa com a sua alteração. Ao eliminar as ocorrências que limitam a capacidade do processo de atender à demanda, os resultados da empresa irão, conseqüentemente, apresentar grande melhoria.

3.4.3 SUBORDINAR tudo à decisão anterior.

Uma vez identificada a restrição (etapa 1) e explorada ao máximo (etapa 2), a etapa 3 estabelece o que fazer com os demais recursos “não-restrição” do sistema. Para isso, deve-se ajustar o resto da empresa para atuar conforme a nova capacidade, permitindo esta restrição operar com seu desempenho máximo.

Goldratt afirma: “uma hora ganha em um recurso não-gargalo é uma miragem, uma hora perdida na restrição é uma hora perdida em todo o sistema de

manufatura” (GOLDRATT, 1993). É preciso que o desempenho de cada componente seja avaliado pelo seu impacto na atuação do sistema como um todo.

3.4.4 ELEVAR a(s) restrição(ões) do sistema.

Neste passo devem-se procurar maneiras de aumentar a capacidade da restrição, já que esta não foi eliminada previamente nas etapas 2 e 3. Essa mudança deve ser significativa no sistema atual: investimentos para aumentar a capacidade do recurso restritivo como a compra de novos equipamentos, mudanças de tecnologias, desenvolvimentos de novas competências, etc.

Para Goldratt (1991) elevar significa “levantar a restrição”. A idéia central é aumentar a capacidade do gargalo, permitindo ao sistema gerar mais ganho do que a capacidade atual permite.

3.4.5 Se num passo anterior, uma restrição foi eliminada, volte à primeira etapa, mas NÃO DEIXE QUE A INÉRCIA CAUSE UMA RESTRIÇÃO NO SISTEMA.

Se uma restrição foi removida nos passos anteriores, outra etapa do processo se tornará a nova restrição. Assim, a fim de continuar em busca da meta da empresa e manter o processo de otimização contínua, deve-se voltar ao passo 1 e reiniciar o ciclo.

Cada mudança realizada no sistema provoca novos efeitos nas mesmas restrições que acabaram de ser eliminadas, por isso, é necessário revisá-las e atualizá-las. É importante ter presente que a melhoria contínua é um movimento fundamental em direção à meta da organização. Conseqüentemente, deve-se evitar que a inércia gerencial possa interromper este movimento.

3.5 - O PROCESSO DE PENSAMENTO DA TOC

Como já explicitado, as restrições comportamentais ou políticas são mais difíceis de identificação. Por serem parte de muitos dos processos decisórios, essas restrições usualmente não são percebidas, e quando o são, dificilmente são exploradas. Isto é um risco que pode permear toda a organização e que deve ser evitado.

Para esses casos, a TOC procura tratar essas restrições através do seu Processo de Pensamento (*Thinking Process*), o qual é um mecanismo que se baseia na análise das relações entre causa e efeito, e na visão crítica da realidade, onde se procura saber por que “as coisas” acontecem e não como elas acontecem.

As questões fundamentais do pensamento lógico da TOC são:

- O que mudar?
- Para o quê mudar?
- Como causar a mudança?

Para cada uma das questões de análise da lógica do pensamento da TOC, foram desenvolvidas ferramentas para a construção da resposta mais adequada. Estas ferramentas são baseadas no processo de análise de efeito-causa-efeito conforme apresentado no quadro abaixo:

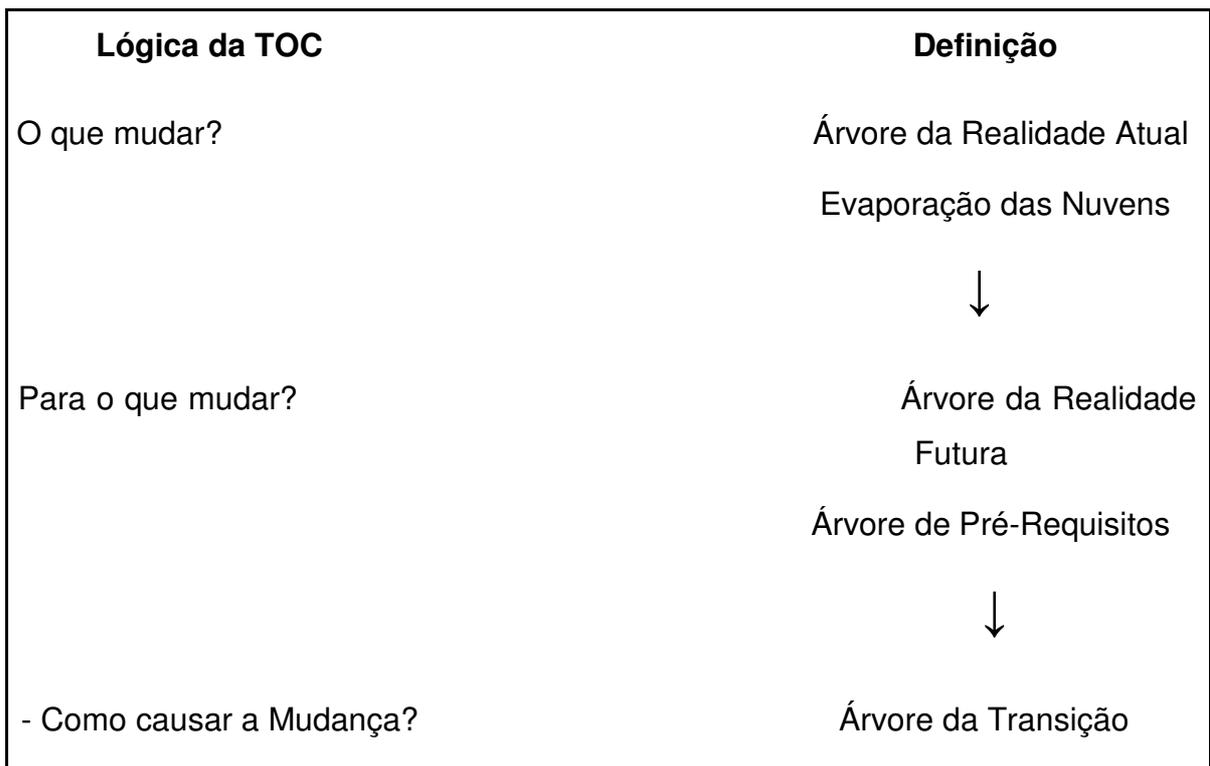


Figura 11: Ferramentas da TOC.

Fonte: Autora desta dissertação.

3.5.1 O que mudar? - Árvore da Realidade Atual (ARA)

Na lógica do pensamento da TOC, a Árvore da Realidade Atual (*Current Reality Tree*) é um artifício utilizado para diagnosticar as causas principais dos problemas e estabelecer as relações entre estas causas e os efeitos indesejáveis que podem ocorrer. Fazendo uso de uma analogia médico-paciente, devem-se levar em conta os sintomas apresentados, e achar o que está causando esses sintomas para identificar a doença do sistema. Ao eliminar a doença, os sintomas desaparecem.

Para interpretar a Árvore da Realidade Atual (ARA) devem ser identificadas as relações de causa e efeito e quais “efeitos indesejáveis” (EI) ocorrem, objetivando a localização da causa destes efeitos indesejáveis.

Na figura 12 é apresentada uma representação gráfica de uma Árvore da Realidade Atual, onde um problema central é o fator que desencadeia um conjunto de efeitos indesejáveis e o sentido de casualidade é indicado pelas setas. Por exemplo, se o efeito EI 2 ocorre, então o efeito EI 4 se manifesta.

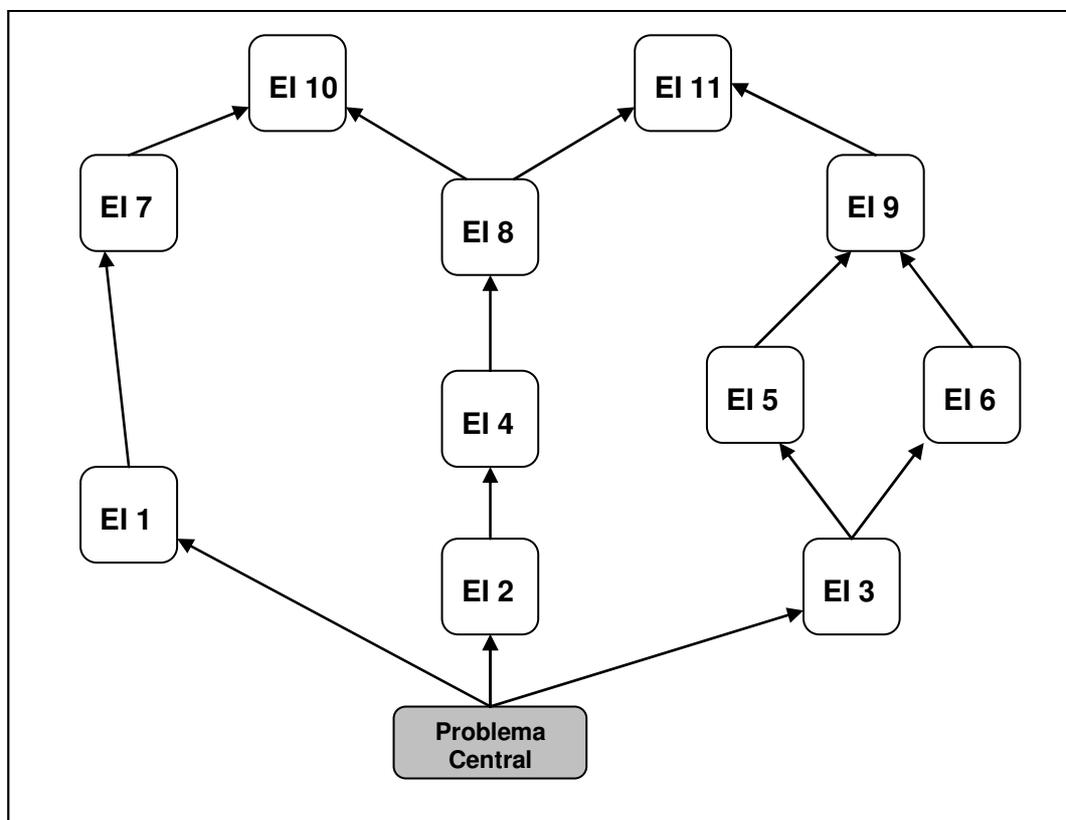


Figura 12: Árvore da Realidade Atual

Fonte: Adaptado de ALVAREZ, 1995.

Deste modo, a causa dos efeitos indesejáveis nada mais é do que a restrição do sistema que impede a organização de atingir a sua meta. A **ARA** é particularmente poderosa quando a causa (problema-raiz) são restrições não-físicas e mais difíceis de serem identificadas sem esta metodologia de causa-efeito. Assim sendo, a organização consegue mais facilmente identificar a restrição para então combatê-la, eliminando o real problema-raiz.

3.5.2 Para o que mudar? - Evaporação das Nuvens (EN)

Existe uma grande tendência em se tratar, primeiramente, as conseqüências, e procurar soluções para os “efeitos indesejáveis” antes mesmo de se buscar as verdadeiras causas desses. A Evaporação das Nuvens (*Evaporating Clouds*) é a técnica utilizada para a determinação dos problemas centrais (causas), objetivando encontrar uma solução para os problemas de modo a eliminar os EI's da realidade atual e elevar o desempenho do sistema de forma global (ALVAREZ, 1995). A lógica é que, eliminando os problemas centrais, devido à relação sistêmica construída na ARA, eliminam-se também os EI's.

A Evaporação das Nuvens é usada para resolução de conflitos. Na figura 13 são apresentados dois requisitos, R1 e R2, que devem ser atendidos, porém existem pré-requisitos, PR1 e PR2, conflitantes, que impedem o atendimento dos requisitos. Esses pressupostos devem ser verbalizados para que possam ser identificados.

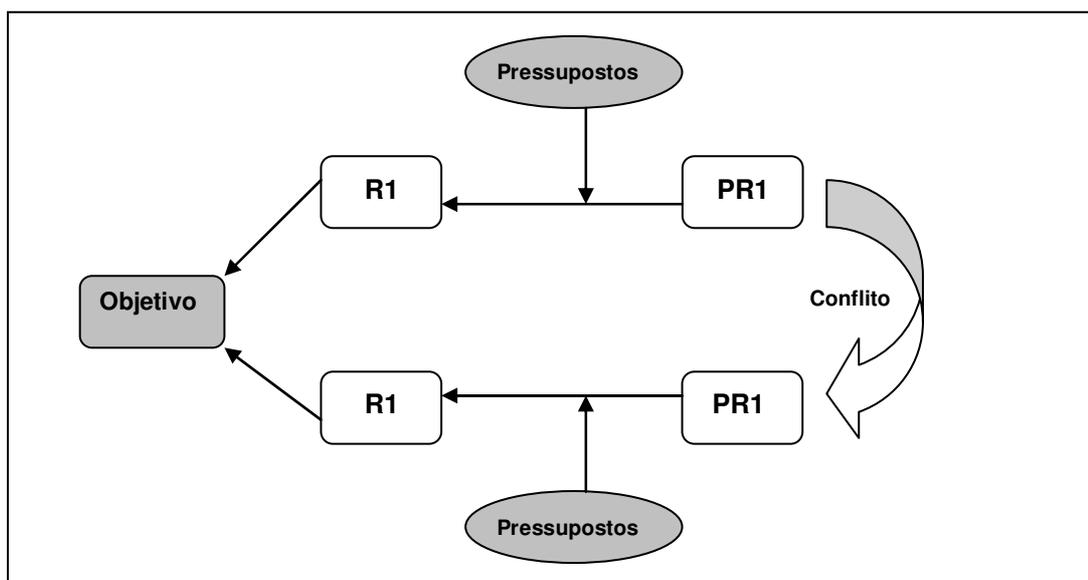


Figura 13: Evaporação das Nuvens.

Fonte: Adaptado de ALVAREZ, 1995.

Depois da identificação dos pressupostos obtendo o conhecimento da situação real, é preciso questionar os pressupostos existentes que impedem o atendimento dos objetivos. A EN utiliza-se do pensamento de condição necessária. A solução para os conflitos deverá então nascer por meio de novos conceitos que valorizem as relações do tipo “ganha-ganha”. Estas soluções são chamadas de injeções. Durante o processo, é importante que a injeção seja eficaz e que consiga efetivamente suprimir os pressupostos que dificultam o alcance do objetivo proposto como mostra a figura 14.

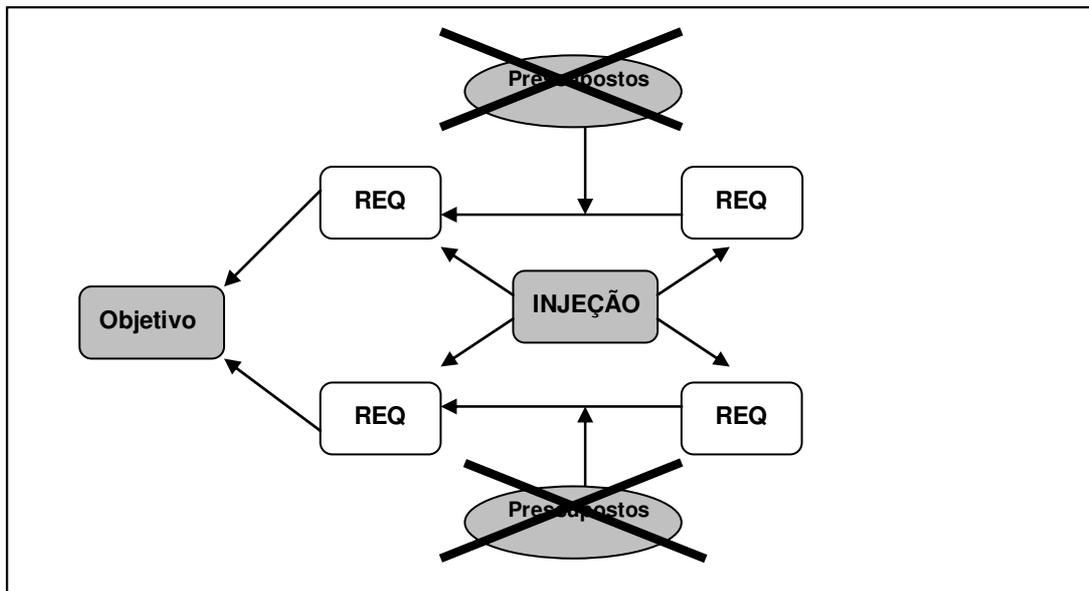


Figura 14: Evaporação das Nuvens

Fonte: Adaptado de ALVAREZ, 1995.

3.5.3 Para o que mudar? - Árvore da Realidade Futura (ARF)

Segundo Alvarez (1995), A Árvore da Realidade Futura também utiliza a análise de efeito-causa-efeito, contudo seu enfoque é o oposto à Árvore da Realidade Atual. A ARF incide na substituição dos efeitos indesejáveis, identificados na ARA, por “efeitos desejáveis” (ED). Estes por sua vez, serão adquiridos através das injeções aplicadas no método da Evaporação das Nuvens, de acordo com a figura 15.

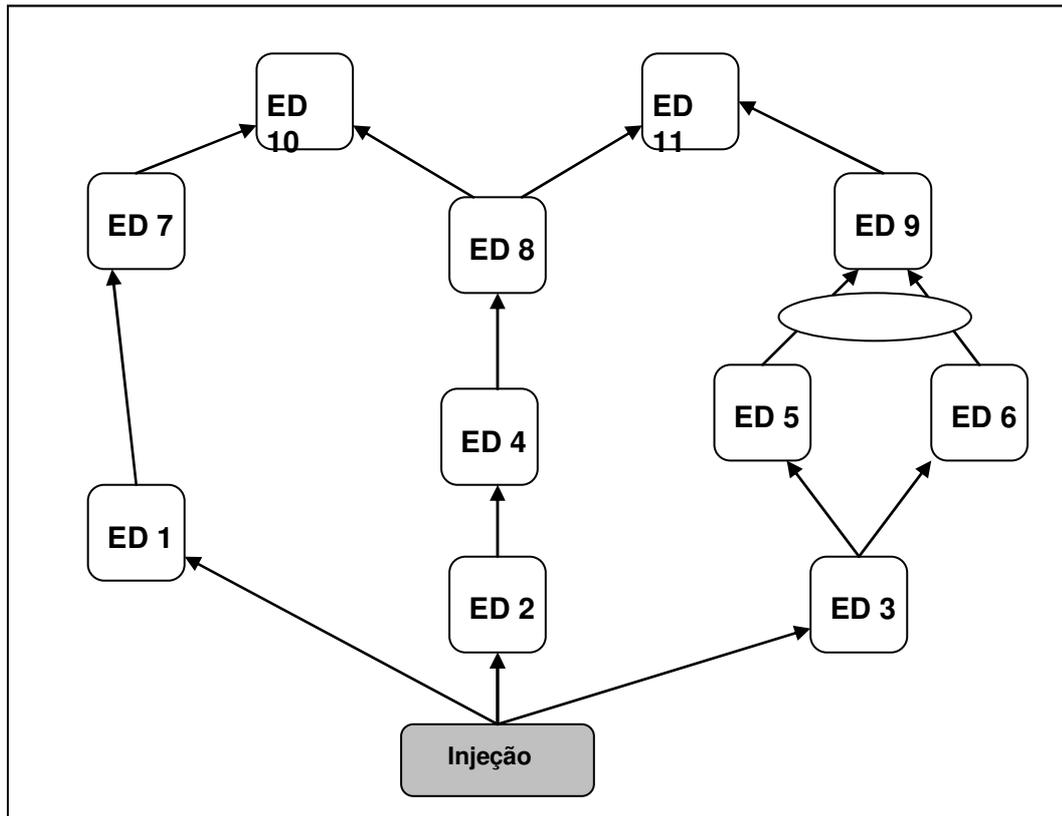


Figura 15 :Árvore da Realidade Futura

Fonte: Adaptado de ALVAREZ, 1995.

3.5.4 Como provocar a mudança? - Árvore de Pré-Requisitos (APR)

Esta etapa tem por objetivo determinar as ações que possibilitam implementar o conjunto de injeções a fim de atingir a ARF, na qual os efeitos indesejados são eliminados. O resultado desta etapa, obviamente, é um plano de ação, que será visto no tópico abordado a seguir.

Goldratt apud Leach (1997) alega que a Árvore de Pré-Requisitos (APR) sustenta-se na inclinação que as pessoas têm em colocar obstáculos a qualquer ação, no caso, obstáculos à implantação de injeções. Dessa maneira, a meta da APR é de identificar os objetivos intermediários (OI) necessários para que esses obstáculos sejam vencidos e as injeções sejam aplicadas eficazmente. É preciso definir as ações a serem tomadas que irão garantir a implantação do conjunto de injeções.

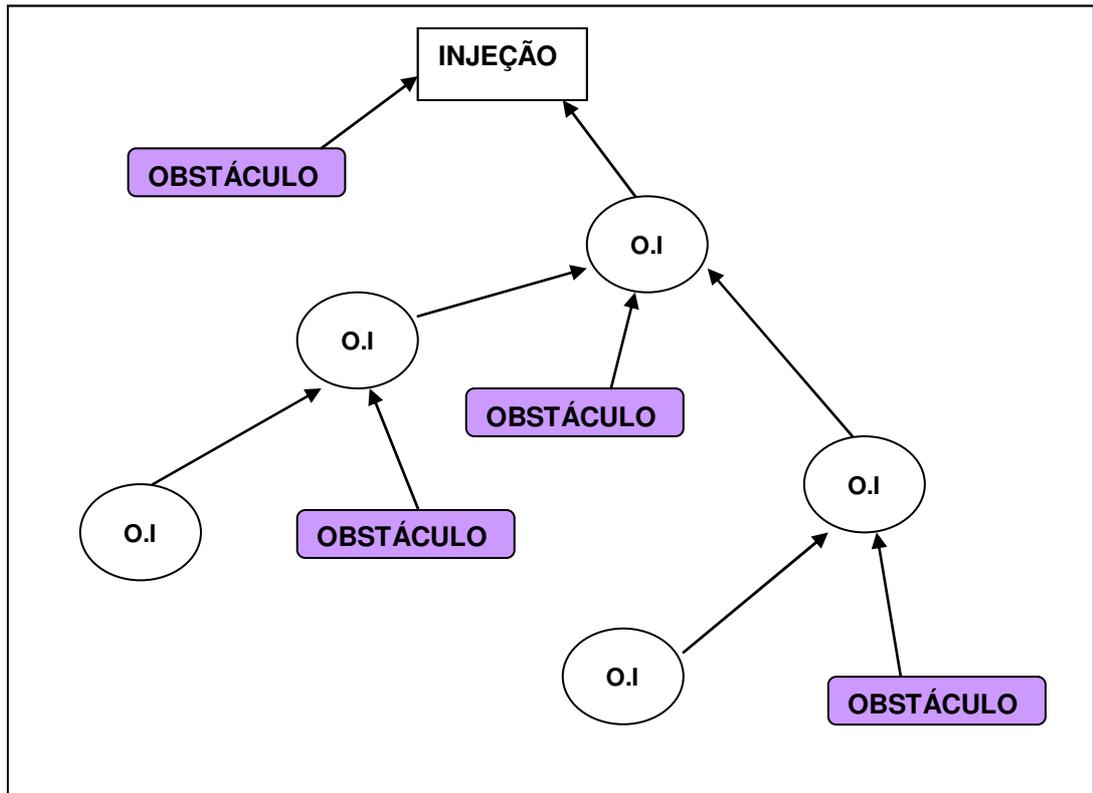


Figura 16: Árvore de Pré-Requisitos

Fonte: Adaptado de ALVAREZ, 1995.

A figura 16 apresenta os obstáculos à implementação de uma injeção e os respectivos Objetivos Intermediários que precisam ser atendidos para que os obstáculos não impeçam a implementação das injeções.

3.5.5 Como provocar a mudança? - Árvore de Transição (AT)

A Árvore de Transição (AT) é a técnica utilizada, nesta etapa final, para estabelecer as ações efetivas a serem executadas, ou seja, construir um plano de ação para o cumprimento dos objetivos intermediários na APR, levando à solução do problema. Ela descreve a transição que deve ocorrer para que se transforme uma realidade atual na realidade futura desejada.

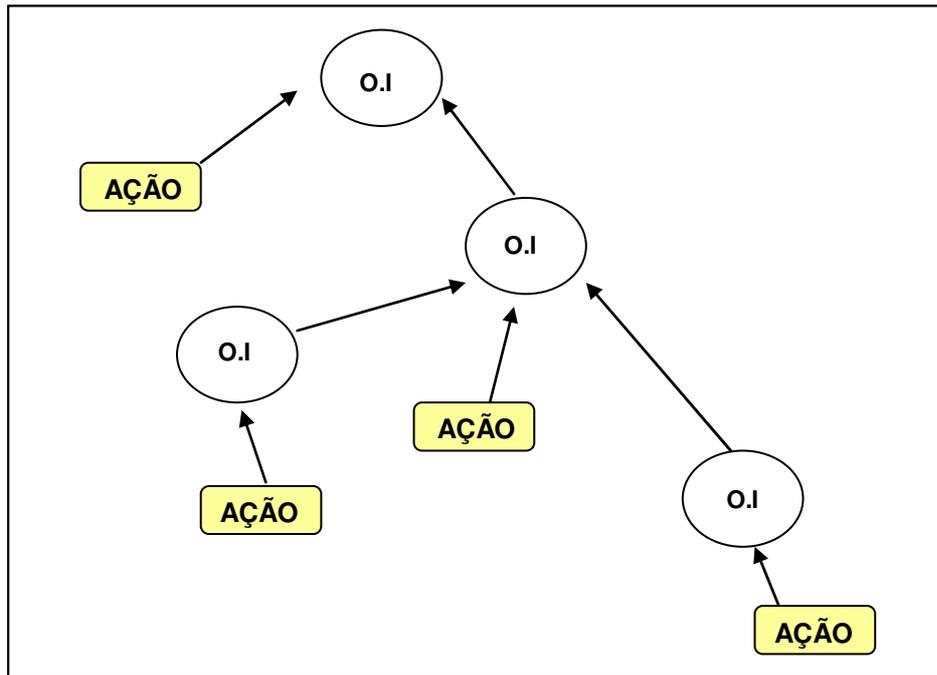


Figura 17: Árvore de Transição

Fonte: Adaptado de ALVAREZ, 1995.

A AT identifica as ações, os efeitos e a lógica usada para se atingir os objetivos intermediários. A figura 17 apresenta as ações necessárias para que os objetivos intermediários identificados na APR sejam atingidos.

4 CORRENTE CRÍTICA

4.1 INTRODUÇÃO

A aplicação da Teoria das Restrições (TOC) aos projetos tem sido adotada desde sua proposição inicial por Eliyahu Goldratt. Ela era utilizada como rede restringida por recursos ou como caminho crítico restringido por recursos.

Em 1997, o próprio Goldratt lançou o livro “Corrente Crítica”, onde estrutura este procedimento através de uma proposta para o tratamento gerencial da Teoria das Restrições.

A novidade apresentada por Goldratt é a adoção da criação de “pulmões” posicionados na cadeia de atividades do projeto em situações estratégicas, garantindo um funcionamento de implementação com velocidade, sem que ocorram interrupções bruscas. Este tratamento é similar aos dos ambientes industriais onde se criam “pulmões de proteção” para que as atividades críticas não tenham sua produtividade estrangulada por falta de insumos. Uma atividade crítica é aquela responsável por atrasar todo um cronograma, impedindo que o trabalho avance.

A rápida aceitação desta proposta de corrente crítica deve-se aos excelentes resultados que tem trazido aos projetos onde foi aplicada. O pressuposto assumido na Corrente Crítica é exatamente o mesmo de outros aplicativos conhecidos da TOC, como logística da produção, distribuição física, marketing, vendas e estratégia. Isto é, a constante procura de atingir a meta organizacional, concentrando-se em poucos pontos e avaliando, a cada momento, o resultado global.

Segundo Goldratt (1998) um projeto é um sistema, pois é definido como uma seqüência de atividades interligadas com o objetivo de cumprir o escopo estabelecido no prazo e orçamento definidos. Por isso a TOC pode ser aplicada ao projeto.

Como visto, é “comum” inserir margens de segurança nas tarefas/atividades dos projetos para fazer frente às incertezas inerentes a eles.

4.2 ANÁLISE COMPORTAMENTAL

Todas as tarefas inerentes à implementação de um empreendimento são desempenhadas por pessoas, sejam estas tarefas de cunho técnico, físico, tecnológico, financeiro ou outras mais.

Usualmente, o limite técnico da duração das atividades é ultrapassado, pois sua estimativa é feita baseada na efetiva capacidade de desempenho maximizada. Isto não ocorre na maioria dos casos práticos, e sua causa é que raríssimas pessoas conseguem desempenhá-las a contento.

O limite técnico para se estabelecer a duração de uma atividade corresponde a cerca de 50% daquilo que efetivamente vai ser realizado no prazo. Como todos os gerentes de projeto não pretendem que os outros 50% das atividades atrasem, costumam introduzir margens de segurança conhecidas como “gorduras”, que aumentam sensivelmente a duração projetada para a implementação. (GOLDRATT, 1997)

A introdução de folgas em cada uma das tarefas num diagrama de rede de um projeto leva a um aumento excessivo e desnecessário de tempo para sua concretização. A questão é como preservar folgas, desejáveis e necessárias, para absorver imprevistos sem comprometer a data final do projeto, sem aumentar o prazo total de sua execução.

A corrente crítica é um método que ajusta as folgas, chamadas de “pulmões”, de modo a minimizar o desperdício de tempo, preservando, porém a segurança do prazo final.

“Não é importante completar cada atividade no prazo. É essencial terminar o projeto no prazo”. (GOLDRATT, 1996)

Para melhor entender esta colocação, serão analisados três características que envolvem o comportamento humano.

4.2.1 Lei de Parkinson

Para Goldratt (1997), a lei de Parkinson prevê que cada atividade ocupará toda a duração para a qual está programada. Isto é um fato aparentemente curioso e inverossímil, porém, na prática, ocorre sempre.

Na verdade, quando, eventualmente, uma tarefa consegue ser terminada antes do tempo originalmente previsto, as pessoas nela envolvidas, mormente seus responsáveis, temem que os clientes, internos ou externos, tenham a percepção errônea de que se “cobrou” por uma atividade mais do que ela efetivamente valia. Outro fator que envolve diretamente este temor é que a percepção de uma folga obtida na realização da tarefa indique que sua projeção foi superdimensionada, levando a um corte de prazo nas tarefas similares futuramente programadas.

Assim, reuniões intermináveis, aperfeiçoamentos de formatação e outras atividades inerentes ao preenchimento da folga de prazo costumam acontecer.

4.2.2 Síndrome do Estudante

O fator conhecido como Síndrome do Estudante é aquele que correlaciona a execução de um trabalho ao procedimento usualmente adotado pelos estudantes quando têm tarefas escolares a desempenhar.

É sabido que toda tarefa escolar só é feita na última hora, de véspera, sempre com a alegação de que o tempo previsto para a consecução da tarefa era insuficiente, demandando prazos adicionais.

4.2.3 Multitarefa Danosa

Outro comportamento que afeta diretamente o desempenho dos projetos é a chamada Multitarefa Danosa ou Nociva.

Quem gerencia uma atividade, usualmente procura demonstrar a plena utilização dos recursos disponíveis, imaginando que a percepção externa de que todo o contingente de trabalho atuando em 100% do tempo é sinal de eficiência gerencial. (GOLDRATT, 1997)

Isto não só não é verdade como é costume criar uma diversidade de tarefas para as pessoas, que são obrigadas, então, a dividir sua atenção e seus esforços

em atividades múltiplas, prejudicando a todas elas, principalmente aquelas críticas para que se atinja a meta.

4.3 CORRENTE CRÍTICA

Todo projeto tem uma tarefa que acaba se tornando a responsável pela garantia de atendimento de todo o cronograma, e pode impedir que o trabalho siga seu fluxo normal. Quando isto acontece, esta atividade torna-se a atividade crítica.

É usual que as diversas etapas de um empreendimento, caracterizadas por tarefas, tenham um conjunto de atividades críticas.

A gerência de projetos enfrenta duas áreas distintas de atuação:

- **Projetos Individualizados** - são aqueles em que o gestor procura finalizar o projeto no menor tempo possível, mas garantindo qualidade técnica e conformidade com o orçamento proposto. Esta situação ocorre quando o projeto é individualmente desenvolvido e o objetivo de quem o gerencia é atender aos anseios do cliente.
- **Projetos Simultâneos** - nesta situação, o gestor, responsável pela execução de diversos projetos em paralelo, com o mesmo objetivo de maximizar a obtenção de benefícios, procura compartilhar os recursos disponíveis em várias frentes de forma concomitante.

O primeiro passo para a implementação do gerenciamento com o recurso da corrente crítica é a criação de um diagrama de rede de maneira tradicional.

A partir daí, analisam-se os tempos mais tarde e os tempos médios de cada atividade, nivelando-se os recursos dentro do cronograma. É importante observar que nenhum recurso deve trabalhar mais do que sua capacidade total, o que demonstra ser um grande diferencial na aplicação do método estudado.

A identificação da corrente crítica é feita por intermédio da determinação do maior caminho através da rede, considerando-se as dependências entre tarefas e entre recursos. É importante observar que, usualmente, o excessivo detalhamento do diagrama de rede atrapalha a percepção da criticidade de tarefas, levando o analista à perda da visão global.

O início do processo se dá elegendo a última tarefa como sendo componente da corrente crítica. A partir daí, caminha-se em direção ao início do projeto, tarefa a tarefa, identificando aquelas imediatamente predecessoras da atividade crítica em análise, seja por dependência física ou de recursos, identificando-se assim, outro elo crítico.

Quando se atinge o início do projeto, as tarefas seqüenciais assim identificadas correspondem à chamada Corrente Crítica Principal.

Todas as atividades que compõe essa Corrente Principal têm folgas individuais. Este percentual, segundo diversos pesquisadores, oscila entre 50% e 90% do efetivo tempo necessário para se realizar o trabalho com qualidade, sem desperdícios. A filosofia da corrente crítica é eliminar todas essas folgas.

O procedimento para excluir essas folgas sem a perda de segurança no prazo, muito necessária e relevante, é a inserção de apenas uma folga ao final da seqüência de atividades, comumente denominada de “pulmão”. Desta forma, nenhuma das atividades individuais terá folga. Haverá assim uma folga única ao final da seqüência de todas as tarefas, que poderá ser consumida parcialmente por cada uma das atividades particulares à medida que o projeto avança.

O segredo do sucesso é, permanentemente, monitorar este “pulmão” final. O diagrama apresentado na figura 18 ilustra o que foi descrito.

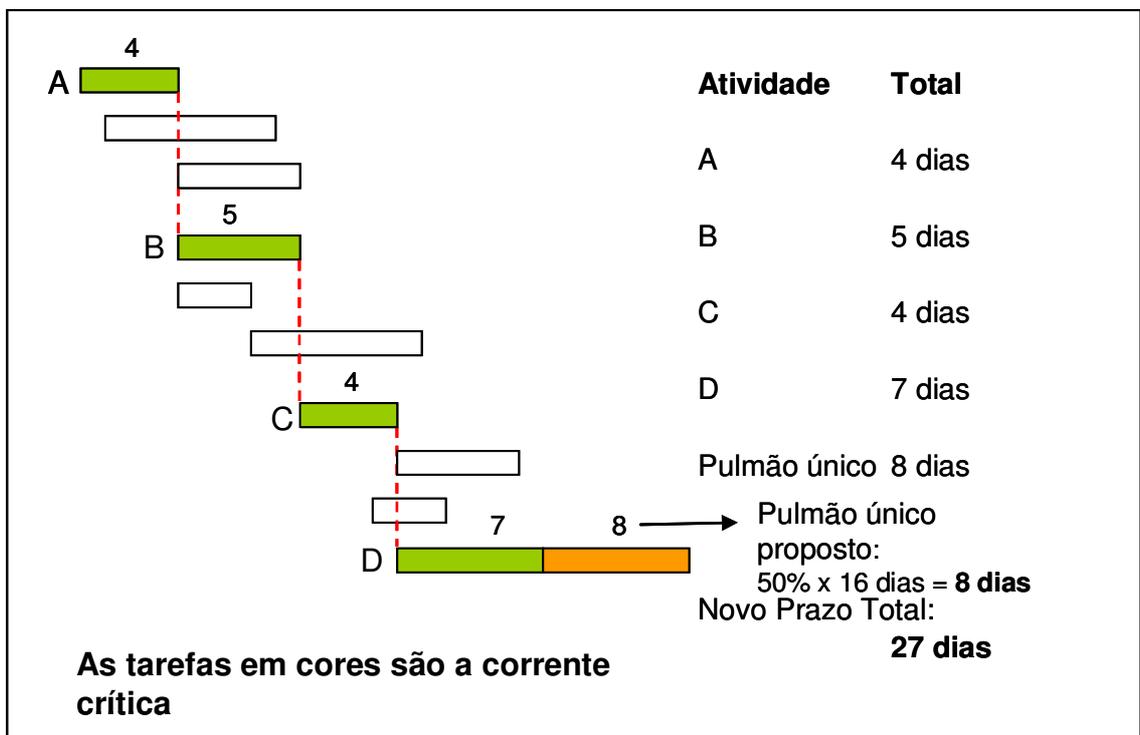
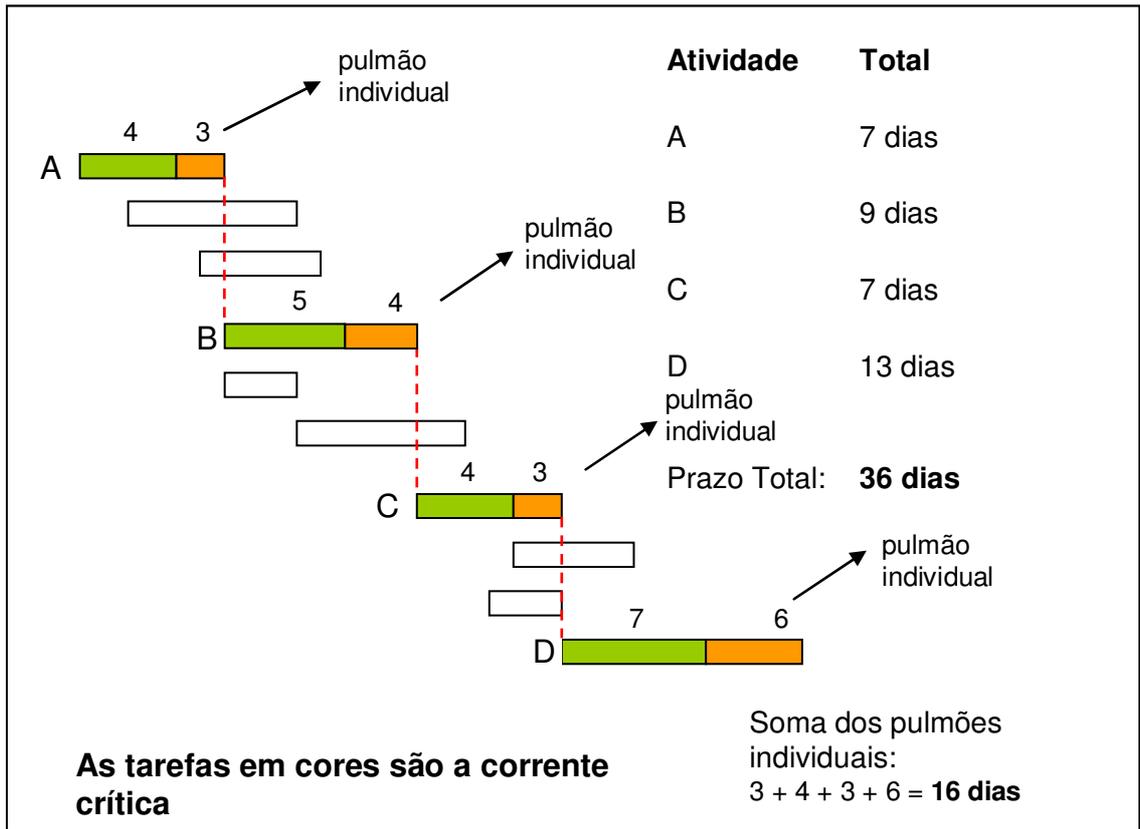


Figura 18: Exemplo de Corrente Crítica, após nivelamento de recursos - Criação do “pulmão” final

Fonte: Autora desta dissertação.

Sempre que uma tarefa fizer uso parcial desta folga, o gerente geral do projeto, que estará monitorando este “pulmão” final, ao invés de se preocupar em punir o responsável pela atividade que atrasou, deverá disponibilizar recursos para restaurar este “pulmão” final. Para isso, poderá introduzir dispositivos emergenciais de recursos nas tarefas subsequentes. Desta forma, compensará o excesso de prazo consumido pela atividade predecessora, mantendo a folga total disponível.

A gestão contínua deste “pulmão” final é a garantia de sucesso de que se atingirá a meta, e normalmente proporciona uma realização do empreendimento em prazo inferior ao originalmente previsto, pois não se consome todo o “pulmão” final ao longo de sua execução, antecipando-se, desta forma, o prazo de entrega.

4.4 CORRENTES SECUNDÁRIAS

Uma vez estabelecida a Corrente Crítica Principal, devem-se observar todas as outras atividades existentes no projeto, que não a compõe.

A partir da atividade final, na qual se iniciou a determinação das tarefas integrantes da corrente crítica do projeto, procura-se identificar outras tarefas, sempre se partindo do final para o início. Este procedimento é similar ao da corrente principal, caracterizando assim outras linhas de criticidade do projeto, que não são críticas, porém, se não tiverem seu monitoramento permanentemente efetuado, por atrasos individuais em algumas de suas tarefas, poderão atrapalhar o gerenciamento da folga da corrente crítica principal.

Podem existir diversas correntes secundárias, que transformam a rede num verdadeiro emaranhado de linhas se cruzando, indicando a interdependência de grupos de tarefas. Para todas essas linhas deve-se adotar um procedimento similar ao da Corrente Crítica Principal, isto é, devem-se computar todas as folgas de suas atividades, eliminá-las e dotar cada uma dessas linhas de um só “pulmão” por linha, sempre ao final desta. Essa forma de atuar garante o sucesso de se atingir o prazo desejado.

Este procedimento permite que tarefas não críticas possam ser postergadas, pois as folgas entre elas desaparecem e elas mesmas já estão compondo uma linha que, por ser secundária, já tem uma folga no contexto geral.

Qual a vantagem deste procedimento?

Ao postergar as atividades das linhas secundárias, estarão sendo, conseqüentemente, postergados gastos, adiadas compras, minorando-se estoques, adotando-se, enfim, um procedimento similar ao *Just-in-time* adotado pelas indústrias.

Isto proporciona ao projeto um ganho financeiro adicional pelo adiamento dos gastos, sendo uma vantagem complementar da adoção do método da Corrente Crítica.

Na Figura 19 está apresentado um diagrama das Correntes Secundárias de um projeto.

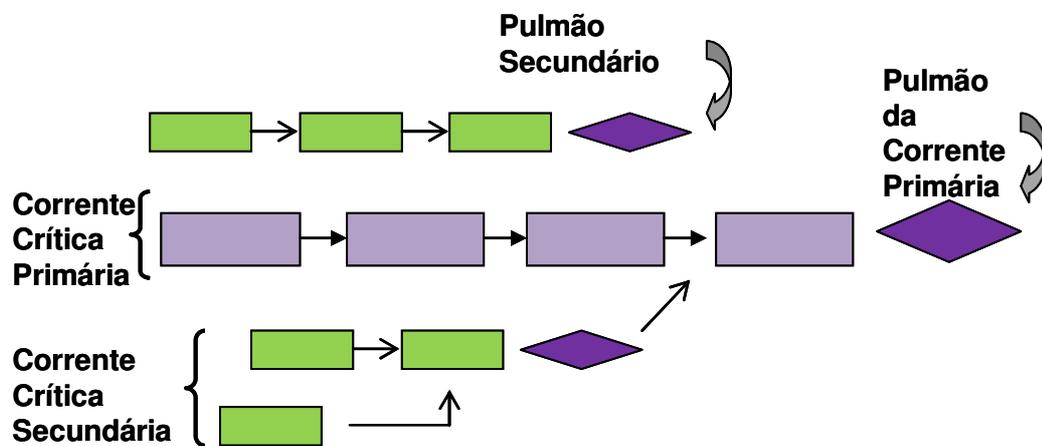


Figura 19: Exemplo de um diagrama de correntes secundárias de um projeto.

Fonte: Autora desta dissertação.

4.5 O GERENCIAMENTO DOS PULMÕES

Por tudo o que já foi anteriormente apresentado, observa-se que a atividade gerencial primordial num projeto em que se decidiu adotar o método da Corrente Crítica é gerenciar o “pulmão” final, ou seja, gerenciar a quantidade de tempo que já foi consumida da folga inserida.

Este gerenciamento é o instrumento de maior poder dentro dos indicadores gerenciais que permitirão correções de rota quando necessárias.

Isso não elimina a necessidade do acompanhamento e controle dos “pulmões” das linhas secundárias, que também fazem parte das preocupações da boa gestão.

Como visto, o “pulmão” final é composto por um somatório de 50% dos prazos de cada um dos “pulmões” originais de cada uma das atividades.

À medida que o projeto vai se desenvolvendo e as atividades vão sendo, uma a uma, concluídas, as folgas necessárias para garantir seu desempenho deixam de ter significado. Assim, num projeto que já tenha o seu avanço físico em torno de 50% do total, o “pulmão” final demandará apenas cerca de 50% deste intervalo de tempo.

O instrumento utilizado para gerenciar este “pulmão” final de forma simples e objetiva é plotar, num só gráfico, a situação relativa do projeto em intervalos de tempo pré-determinados.

Num projeto de grande escala, como a implantação de uma hidroelétrica, cerca de dez anos serão consumidos. Apenas para exemplificar a diversidade de tarefas que envolvem a implantação de um empreendimento como este, serão listadas a seguir, apenas algumas das grandes atividades necessárias para sua realização:

- Localização da barragem e formação do lago, dependendo de variáveis hidrológicas, geológicas e topográficas;
- Avaliação do impacto do lago nas populações ribeirinhas que serão afetadas e a logística de seu deslocamento contemplando, dentre outras, as preocupações com moradia, atividades econômicas e ensino;
- Impacto ambiental sobre a fauna e flora a ser atingida e a área de floresta eventualmente a ser inundada;
- Desenvolvimento do projeto de construção civil da barragem;
- Desenvolvimento do projeto dos equipamentos;
- Execução das obras;
- Execução das montagens;
- Pré-operação e comissionamento;
- Interligação da geração com o sistema de distribuição de energia elétrica, e sua execução;

Enfim, uma quantidade enorme de atividades, todas interligadas, cujos prazos de execução precisam ser monitorados.

A verificação mensal do avanço físico, neste caso, é um intervalo razoável para monitorar o consumo do “pulmão” final do projeto.

Em contrapartida, no caso da construção de um edifício residencial de pequeno porte, onde a diversidade de tarefas será muito menor do que na construção de uma hidroelétrica, e levará cerca de 18 meses para ficar pronto, é recomendável que se faça uma verificação semanal ou quinzenal do consumo do “pulmão” final.

Em projetos menores, eventualmente, a freqüência deste controle pode ser ainda menor, chegando até a verificação diária.

Na figura 20, é possível observar um exemplo de gráfico de controle do consumo do “pulmão” de um projeto ao longo do tempo.

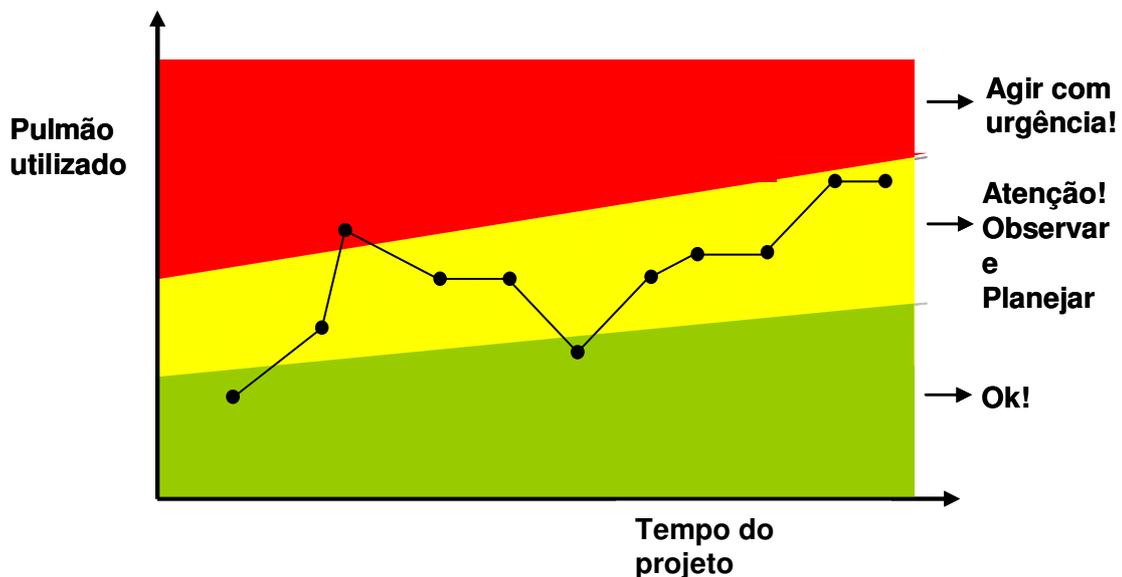


Figura 20: Exemplo de gráfico de acompanhamento do consumo dos “pulmões” ao longo do tempo

Fonte: Autora desta dissertação.

A ordenada deste gráfico representa o percentual do consumo do “pulmão”, e sua abscissa corresponde ao tempo total de execução do projeto. Ele é dividido em três áreas distintas:

- A área verde corresponde a um consumo de “pulmão” confortável para o projeto como um todo. Enquanto o avanço físico total estiver caminhando nesta área, nenhuma gerencial é requerida, pois o consumo do “buffer”

está inferior ao originalmente programado. Este indicador serve apenas para demonstrar que as atividades estão sendo executadas dentro da previsão original.

- A área amarela corresponde a um consumo de “pulmão” numa faixa estabelecida como limítrofe. Quando a linha de avanço físico do projeto sair da zona verde, avançando pela amarela, estar-se-á consumindo uma quantidade de tempo do “pulmão” que indicará ao gerente do projeto a necessidade de atuar. Esta atuação passará por um cuidadoso plano de análise das atividades subseqüentes da corrente crítica, desenvolvendo um plano de recuperação juntamente com os responsáveis pela alocação de recursos dessas atividades de modo a que o avanço volte a caminhar dentro da zona verde. Normalmente, este plano passa pelo consumo de horas extras de trabalho das equipes, pela alocação de recursos extraordinários, aumento de prioridades, e demais medidas que possam acelerar um pouco a execução das tarefas.
- A área vermelha do gráfico corresponde a um consumo de “pulmão” superior àquele originariamente calculado. Neste caso, um alerta de que o projeto corre sério risco de não chegar ao final dentro da meta estabelecida é disparado. Para enfrentar esta situação, a gerência do projeto deverá convocar uma força tarefa composta pelos responsáveis e pelos integrantes das atividades seqüenciais da corrente crítica, ainda em execução ou a executar, de modo a levar a linha de avanço físico de volta à zona verde. Isto, nos projetos organizados, já é feito previamente, ou seja, alguns planos emergenciais ficam prontos e disponíveis para uso, caso esta emergência venha a ocorrer. Esta força tarefa terá a incumbência de efetuar “milagres” para a reconstrução dos “pulmões” em tempos agressivos, porém realistas.

Nos projetos, usualmente, são confeccionados relatórios periódicos descrevendo o andamento das atividades, listando todas as atividades desenvolvidas num determinado intervalo de tempo, indicando os recursos consumidos até então, mostrando o gráfico do avanço físico em relação ao gráfico de gerenciamento do “pulmão”.

Hoje em dia, existem disponíveis no mercado diversos *softwares* desenvolvidos para que este gerenciamento seja feito de forma mais eficaz e rápida, e, cada vez mais sofisticada.

De maneira similar, é possível aplicar o conceito de “pulmões” para controle de custos em um projeto. Para cada atividade realizada, o gerente do projeto tem a possibilidade de averiguar o andamento dos gastos em relação ao custo alocado aos “pulmões”. Se o valor for igual ou inferior ao previsto, o custo despendido não representará risco ao orçamento original do projeto. Se o valor gasto for superior ao previsto, as causas desse aumento de custos devem ser analisadas e identificadas, e medidas corretivas devem ser tomadas para que o orçamento volte a se enquadrar conforme previsto originalmente.

Podem existir casos em que a aplicação do método da Corrente Crítica, para controlar custos, torne o projeto mais caro do que com a aplicação do método PERT/CPM. Durante a fase de planejamento, não é possível prever quanto será consumido dos “pulmões” ou quantos recursos adicionais serão necessários para integrar o orçamento final do projeto, pois normalmente, para atingir as reduções de tempo esperadas, é necessário adicionar mais recursos físicos e financeiros para que o projeto contemple prazos e custos previstos.

Desta forma, os custos estimados podem ser alterados para mais ou para menos durante a execução do projeto. De maneira geral, aceita-se um aumento de custos quando se obtém uma redução no prazo, e este é um fator determinante. É responsabilidade do gerente de projeto avaliar os prós e contras, e os possíveis impactos da aplicação de cada metodologia ao projeto.

4.6 AMBIENTE DE PROJETOS MÚLTIPLOS

Em situações onde as empresas se deparam com a realização de multi-projetos, existem duas importantes análises a serem efetuadas.

A primeira, naturalmente, é a identificação das correntes críticas de cada um dos projetos em realização simultânea.

A segunda é uma restrição que limita a quantidade de projetos que a empresa tem capacidade de executar simultaneamente, num determinado período de tempo.

Esta restrição ocorre porque sempre existirão um ou mais recursos comuns à realização desses projetos, recursos esses chamados de estratégicos ou críticos, cuja disponibilidade é insuficiente para atender à eventual simultaneidade de tarefas.

É importante neste ponto lembrar que, da mesma forma que num projeto individual, o sistema é tão forte quanto o seu elo mais fraco, num ambiente de multi-projetos, este elo se caracteriza pelo recurso crítico.

Na realização concomitante de projetos, quando mais de um deles necessitar do recurso crítico ao mesmo tempo, apenas um projeto prosseguirá sendo executado, ficando os outros “parados” à espera da disponibilização de tal recurso para prosseguir suas atividades. Isto acarreta nos projetos afetados gastos adicionais, ociosidade, perda de foco e gera um desestímulo das equipes envolvidas.

O procedimento a ser adotado para a utilização do conceito de corrente crítica numa situação desta é a confecção de um quadro comparativo contendo os diversos cronogramas dos diferentes projetos, num mesmo referencial de tempo. A partir daí, marcam-se em cada um deles as tarefas que demandarão a utilização do recurso crítico. Verifica-se então, se há superposição nesta utilização, como ilustrado na figura 21.

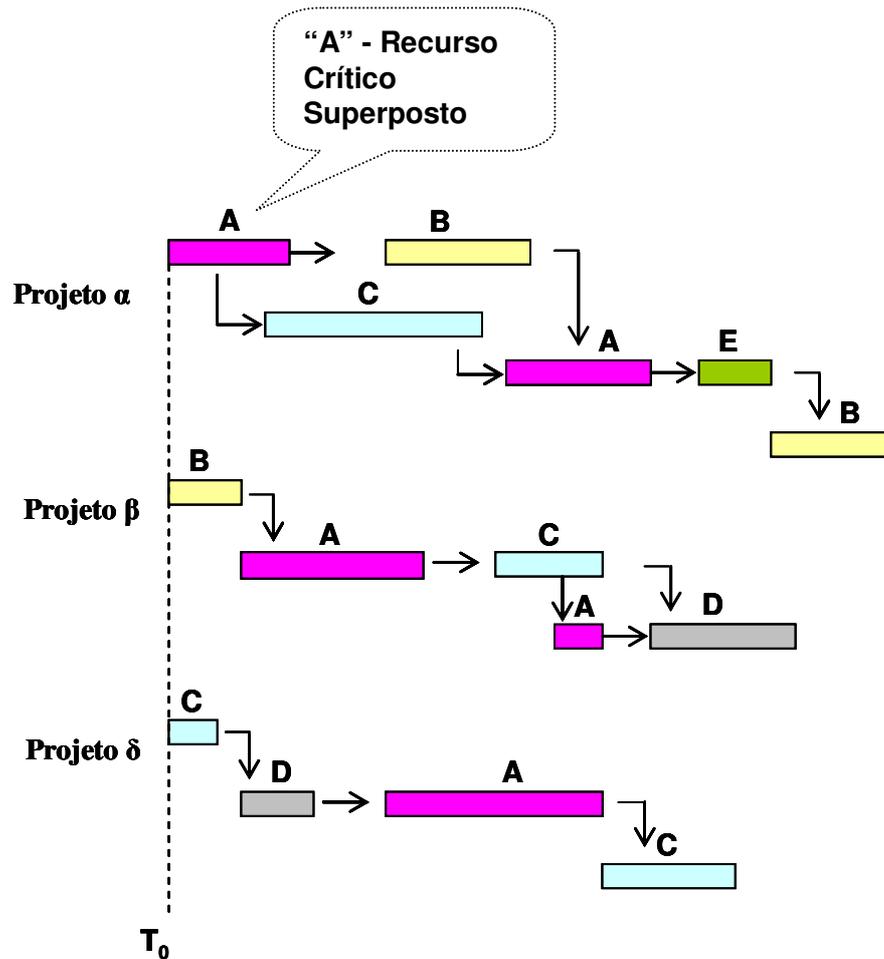


Figura 21: Exemplo de superposição de recurso crítico em três diferentes projetos.

Fonte: Autora desta dissertação.

Uma vez identificadas as eventuais superposições de uso do recurso crítico, o gestor deve deslocar o início de cada projeto, adiando-o ou antecipando-o, de modo a eliminar estas superposições.

Na figura 22 observa-se o deslocamento dos projetos em função da constatação de seu consumo de recurso crítico.

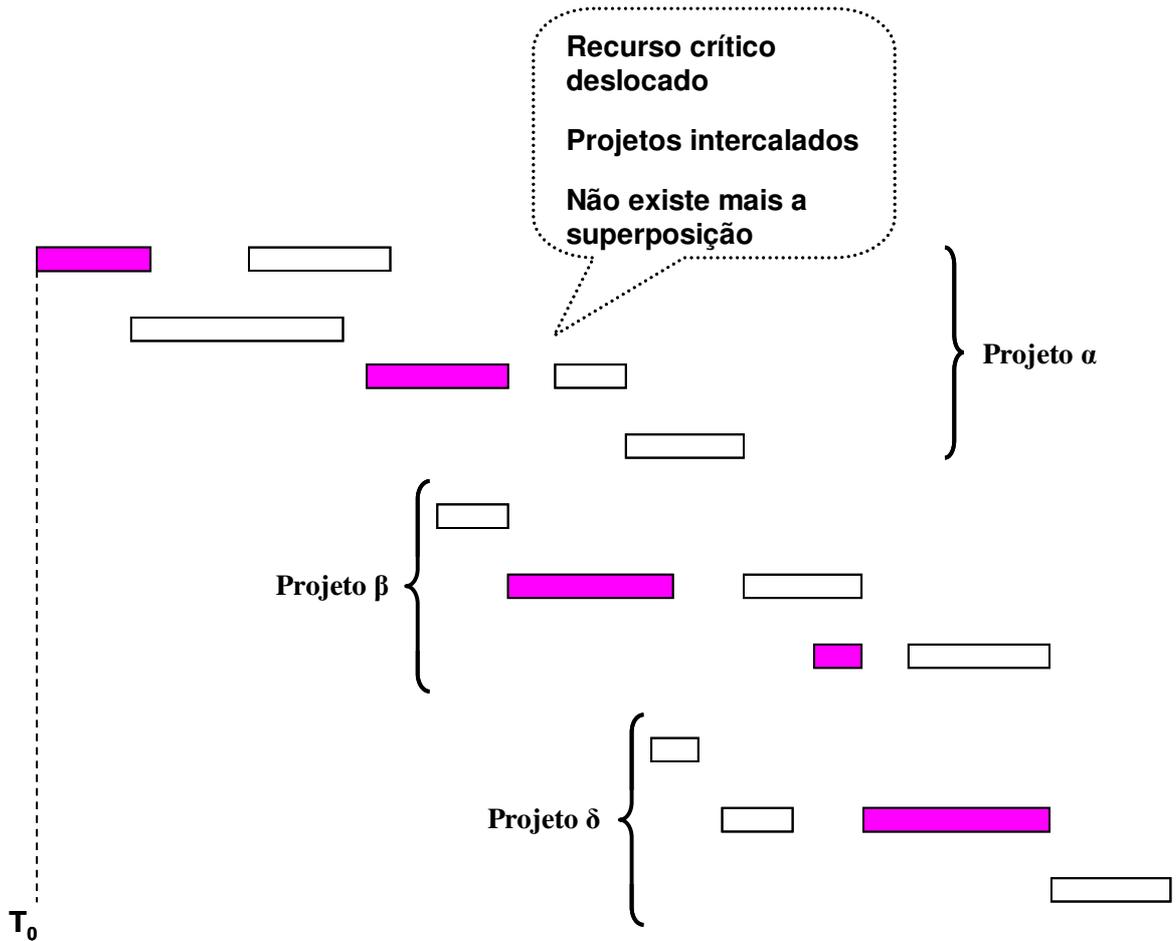


Figura 22: Recurso crítico deslocado para os três projetos.

Fonte: Autora desta dissertação.

O critério utilizado pelas organizações, para estabelecer prioridades entre os diversos projetos na utilização do recurso estratégico, é analisar os aspectos que contribuem diretamente para atingir suas metas principais: a importância de clientes associados ou fidelizados, benefícios esperados na realização de cada um dos projetos, complexidade, estratégia global da empresa em cada segmento de mercado e outros mais.

É importante observar que um erro comum a muitos gerentes é a pretensão de utilizar o recurso crítico a 100% de sua capacidade. Isto não deve ser projetado, pois dificilmente será alcançado. O correto a ser feito neste caso, é estabelecer uma folga entre as utilizações do recurso crítico pelos diversos projetos, como pode ser visto nas figuras 23 e 24.

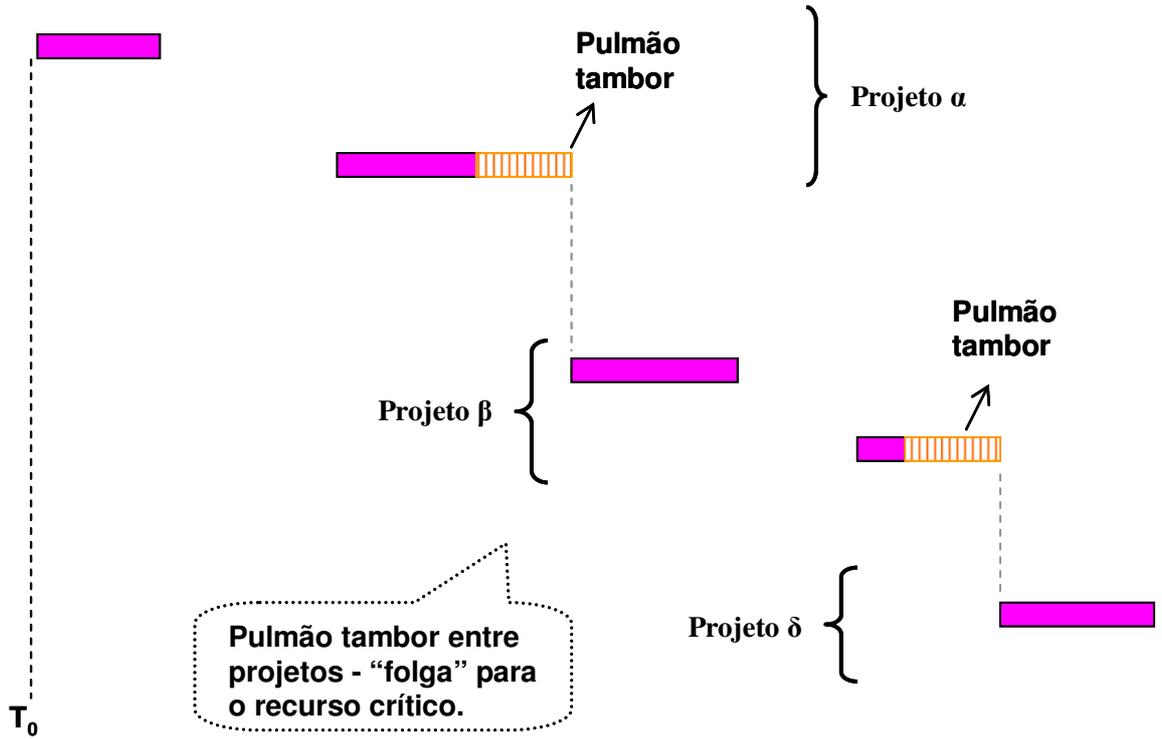


Figura 23: "pulmão tambor" entre os projetos.

Fonte: Autora desta dissertação.

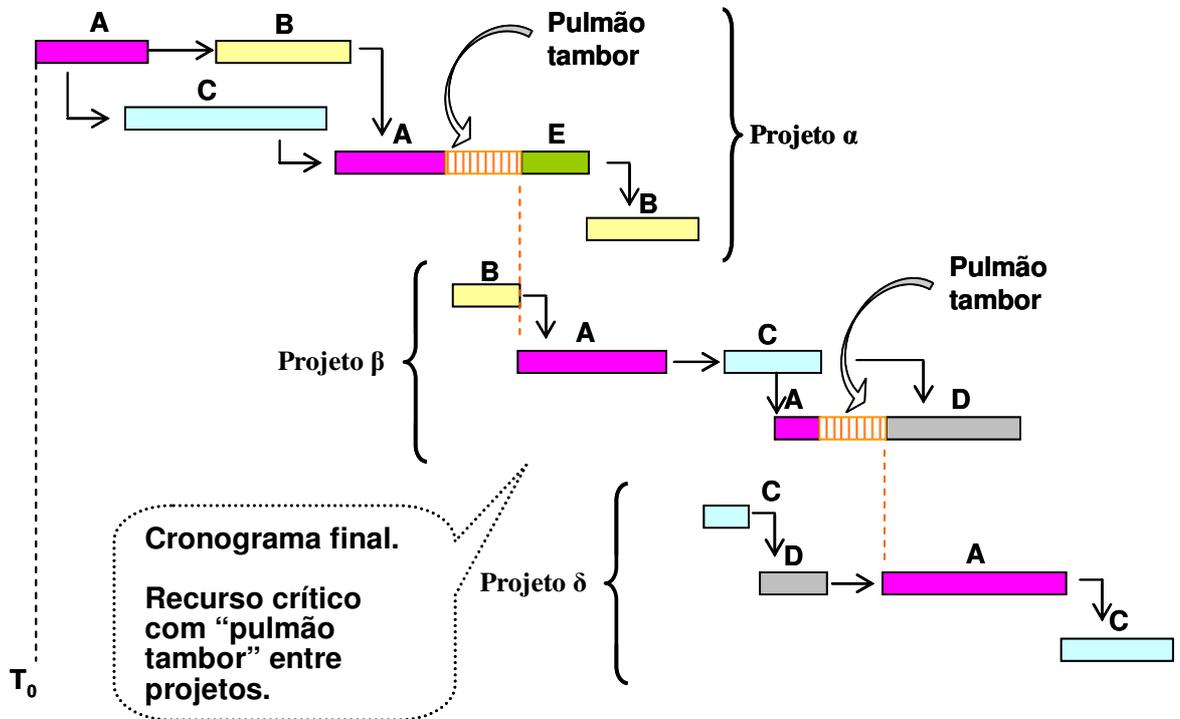


Figura 24: Proteção do recurso crítico entre projetos - "pulmão tambor".

Fonte: Autora desta dissertação.

Com este ajuste feito, o que resulta, na verdade, é um cronograma geral para a gestão de múltiplos projetos, chamado de “Cronograma Tambor”. As folgas entre as utilizações do recurso crítico, pelos diversos projetos, são chamadas de “Pulmões Tambor”. A expressão “tambor” é utilizada nesse caso, pois é entendido como o elemento que dita o ritmo da produção, ou seja, o ritmo de andamento entre projetos.

O gerenciamento dos “pulmões” em cada projeto e a gestão dos “pulmões tambor” permitem ao gerente uma maior flexibilização na utilização dos recursos disponíveis, maximizando o desempenho global da organização.

4.7 CAMINHO CRÍTICO

As técnicas denominadas PERT e CPM foram independentemente desenvolvidas para o Planejamento e Controle de Projetos por volta de 1950, porém a grande semelhança entre elas fez com que o termo PERT/CPM fosse utilizado corriqueiramente como apenas uma técnica. Os termos PERT e CPM são acrônimos de *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) e *Critical Path Method* (CPM). (NOGUEIRA, 2010)

Embora existam diferenças, o PERT difere do CPM, fundamentalmente, porque usa distribuição de médias (valores esperados) em vez de estimativa mais provável, originalmente usado no CPM. O CPM utiliza valores determinísticos, enquanto o PERT utiliza um modelo probabilístico.

Os métodos PERT e CPM utilizam principalmente os conceitos de redes para planejar e visualizar a coordenação das atividades de um projeto. Eles permitem a visualização das relações de interdependência entre as atividades, por meio da rede, e também a determinação do tempo total de duração e a magnitude e tipo das folgas entre as atividades de um projeto.

Atualmente, a técnica mais utilizada em projetos de empresas de qualquer porte é o PERT/CPM. O método do Caminho Crítico tem sido usado em muitas aplicações reais, nomeadamente na construção de edifícios, estradas, navios, lançamento de vôos espaciais, instalação de sistemas computacionais, fusão de instituições e muitos outros. A definição de Caminho Crítico, segundo o PMBOK

(PMI, 2004), em um projeto, está associada ao caminho de menor folga em todo o diagrama de rede, e determina, portanto, o tempo de duração do projeto.

Qualquer atraso num elemento terminal no caminho crítico cria impactos diretos na data de finalização planejada para o projeto. Por exemplo, se uma tarefa do caminho crítico atrasar um dia, o projeto inteiro irá atrasar um dia (a menos que outra tarefa do caminho crítico possa ser acelerada em um dia).

Dessa maneira, é necessário que desperdícios na alocação de recursos sejam evitados, pois qualquer atraso que ocorra aí, resultará em atrasos para o projeto.

4.8 CAMINHO CRÍTICO VS CORRENTE CRÍTICA

Há três pontos principais a serem discutidos entre as metodologias PERT/CPM e Corrente Crítica.

O primeiro deles trata da identificação do caminho crítico. Na metodologia PERT/CPM o caminho crítico é definido como a cadeia mais longa baseada nas dependências das atividades. Na metodologia Corrente Crítica, por sua vez, o caminho crítico é definido como a cadeia mais longa baseada na dependência das atividades e dos recursos, tornando-se o caminho crítico. Esta metodologia reconhece que um atraso na disponibilidade de um recurso pode atrasar o projeto, não apenas quando há um atraso nas atividades dependentes.

O segundo ponto refere-se ao momento de início de cada atividade. Na metodologia PERT/CPM as atividades são programadas para começar assim que possível (*ASAP – as soon as possible*), baseada na data de início do projeto. Na metodologia da Corrente Crítica as atividades são programadas para iniciar o mais tarde possível (*ALAP – as late as possible*) baseada na data de término do projeto. Assim, as tarefas que não pertencem à Corrente Crítica são deslocadas para a sua data de término mais tarde. Isso só é possível devido à inserção dos “pulmões” nos pontos chaves do projeto, atuando como “absorvedores de choque”, protegendo a data final do empreendimento.

O uso da data de término mais tarde é justificado da seguinte forma:

- A minimização do estoque em processo

- Não incidência de custos mais cedo que o necessário, ou seja, os custos ocorrem mais tarde, o que é bom para o fluxo de caixa.
- O impacto de mudanças em trabalhos já realizados é minimizado.
- O projeto se inicia de maneira mais tranqüila, sem muitas atividades paralelas e facilitando ajustes.
- Não há tempo de sobra nas atividades, o que poderia encorajar o desperdício de tempo.

O terceiro ponto de discussão é sobre a filosofia da Corrente Crítica, a qual recomenda que a estimativa do tempo necessário para uma tarefa seja estabelecida sem adicionar margem de segurança, diferentemente do método convencional onde a estimativa agrega uma grande margem de segurança (90 a 95%) para a execução da tarefa. Nesse sentido o método da Corrente Crítica propõe uma redução em média de 50% na estimativa de tempo previsto de execução de cada tarefa inserida no cronograma pelo método convencional. (AZAMBUJA, 2010)

Para compensar o aumento do risco de atraso que estes “cortes” de tempo introduzem na data final de conclusão, o Método da Corrente Crítica repõe parte da segurança removida das tarefas individuais em um ponto específico ao final da corrente crítica, chamado “pulmão” de projeto” (*Project Buffer- PB*) que irá assim protegê-la. Esse é o principal “pulmão” do projeto. O tempo da corrente crítica mais o “pulmão” de projeto” estabelece a data final. Este “pulmão” deve ser visto como um seguro para todo o projeto e pode ser utilizado sempre que se verificar atrasos em uma atividade, buscando assim proteger a data final de entrega.

Concluí-se, portanto, que a metodologia Corrente Crítica mostra sensíveis diferenças em relação ao método PERT/CPM.

5. RISCOS E DIFICULDADES

A adoção do gerenciamento de projetos pelo método da Corrente Crítica é uma solução adequada para diversos projetos, mas não passa incólume em todos. Dificuldades na sua implementação e riscos de seu sucesso são uma constante. É importante a percepção de que, na verdade, o que se gerencia é o resultado de múltiplos esforços de pessoas, atuando com recursos de diversas origens para produzir resultados.

Algumas ocorrências colocam em risco a eficácia do método, gerando dificuldades aos gestores de obterem resultados positivos com sua aplicação.

5.1 ACOMODAÇÃO

Uma das grandes dificuldades ao gerenciar o “pulmão” final e atingir sucesso com a técnica da Corrente Crítica é o envolvimento das pessoas em cada uma das atividades.

É comum as pessoas envolvidas na execução do projeto acompanharem a conformidade da execução de cada etapa com o originalmente planejado. Sabedoras da existência de um “pulmão” final, usualmente maior do que o “pulmão” individual de cada atividade, elas tendem a se acomodar, consumindo este “pulmão” final desde o início das atividades.

É importante aos gestores de nível hierárquico mais alto conscientizar todos os envolvidos no projeto da importância da preservação deste “pulmão” final como marco mais característico da garantia de sucesso no cumprimento de prazos. O gerenciamento desse “pulmão” deve ser a meta de todos, e não apenas da gerência superior.

5.2 CULTURA

Como mencionado anteriormente, as pessoas envolvidas na programação das tarefas que compõe um projeto, estão habituadas a inserir folgas de tempo em suas previsões. Isto é uma característica que pode ser chamada de “cultural”.

Conscientizá-las de que suas projeções deverão ser elaboradas através de estimativas “secas”, deixando as folgas como um indicador para orientar no dimensionamento do “pulmão” final, é um desafio.

O risco envolvido em se superar este obstáculo é que existe na maioria das pessoas uma resistência natural às mudanças, ou às inovações, pois temem a perda de poder, perda de prestígio ou mesmo perda do emprego, caso não atinjam as metas para elas estabelecidas.

5.3 APOIO DA ALTA ADMINISTRAÇÃO

Para que os envolvidos no estabelecimento do cronograma de um projeto tenham a certeza de que estarão atendendo aos anseios da organização, trabalhando com previsões “enxutas”, é importante que a alta administração da empresa esclareça a todos sua intenção de implementar o procedimento de gerenciamento pela corrente crítica como uma de suas metas gerenciais.

5.4 TREINAMENTO

Não basta aos profissionais envolvidos no gerenciamento de projetos estarem cientes de sua função e conscientes e conhecedores da existência de um “novo método” de gerir o cronograma.

O treinamento técnico para a utilização da corrente crítica como ferramenta de gerenciamento de projetos é uma exigência para que se obtenha sucesso na sua implementação, pois é uma filosofia que difere de todas as outras usualmente adotadas até então.

6 ESTUDO DE CASO

6.1 DESCRIÇÃO

O estudo de caso visa demonstrar se a metodologia em questão é hábil de ser aplicada no planejamento de um projeto. Será analisada a teoria metodológica de aplicação da Corrente Crítica e suas principais motivações, que são o de proporcionar ganhos no tempo de implantação dos projetos e talvez nos custos, acarretando ganho no valor do portfólio.

O estudo de caso é a análise comparativa da eficiência do Método da Corrente Crítica versus o Método Tradicional, para o Projeto Piloto de Produção nos Reservatórios do Pré-Sal da Petrobrás.

Entende-se como fator limitante, o fato de que a aplicação prática do Método da Corrente Crítica no Brasil ainda ser bastante restrita, poucos projetos foram feitos com base no método. O conhecimento é ainda muito pequeno, e o acesso a informações muito limitado.

O estudo de caso analisado foi desenvolvido por Azambuja (2010), e serve para demonstrar a validade do uso do método da Corrente Crítica.

6.2 CARACTERÍSTICAS

O estudo de caso é o Projeto Piloto de Produção nos reservatórios do Pré-Sal, com duração prevista de implantação de 26 meses, utilizando o método tradicional PERT/CPM de gerenciamento de projetos.

Para a execução desse projeto, são necessárias duas sondas com operação em paralelo: ambas perfuram e completam 4 poços cada, colocando-os em produção em seqüência para uma unidade FPSO - unidade que produz e armazena petróleo - como mostra a figura 25.

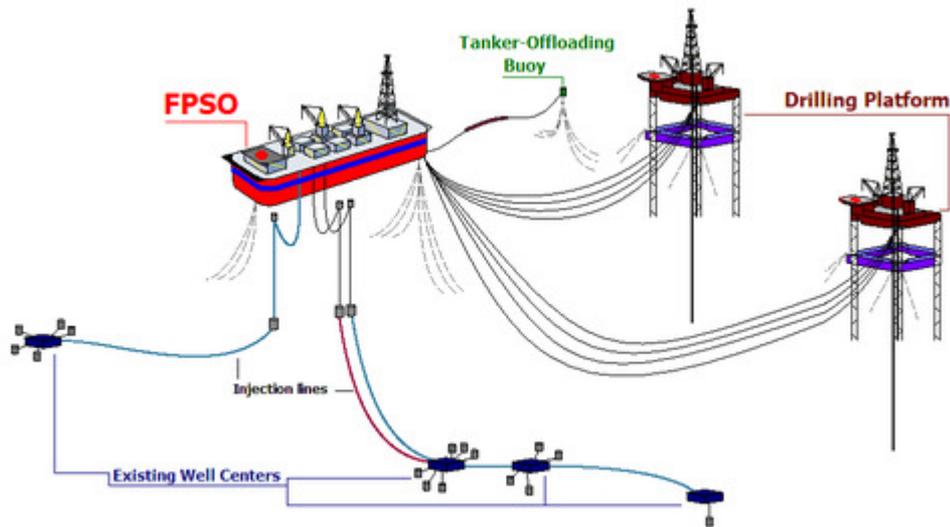


Figura 25: FPSO (Floating Production Storage Offloading).

Fonte: FPSO Worldfleet, 2008

Para esta análise, os recursos críticos mais importantes apontados foram: as próprias sondas de perfuração, o FPSO, os materiais metalúrgicos especiais necessários para a execução e os serviços específicos, como perfilagem, testemunhagem, etc. Dessa maneira, é fácil entender que, qualquer adversidade que possa ocorrer junto a esses recursos, acarretará atrasos para o início da produção e, por consequência, para a entrega final do projeto no tempo previsto.

6.3 LEVANTAMENTO DOS DADOS

O Macro-processo que sumariza a metodologia adotada neste estudo está representado abaixo:

1. Definição do tema
2. Planejamento da Pesquisa
3. Localização das Fontes de Dados
4. Levantamento de Dados Históricos
5. Interpretação e Análise dos Dados
6. Planejamento do projeto usando o Método Tradicional
7. Planejamento do projeto usando o Método da Corrente Crítica

8. Análise do Resultado

Na Tabela 1 um sumário das características dos especialistas consultados para elaboração e validação do cronograma de projetos Piloto da área do Pré-sal utilizando o Método da Corrente Crítica.

Tabela 1: Lista das características dos especialistas consultados

Especialista	Especialidade	Experiência (anos)
P*****	Fluido de Completação, Estimulação e Contenção de Areia	28
F*****	Projeto de Poços, Estabilidade, Perfuração	29
J*****	Completação, Supply de materiais	7
J*****	Especificação de Materiais, Perfuração e Completação	28
N*****	Projeto de Completação, Perfuração e Avaliação	20
B*****	Projeto de Poços, Otimização de Tempos Operacionais, Perfuração	6
P*****	Completação e Otimização de Tempos Operacionais	24
T*****	Completação e Operações Submarinas	6

Fonte: Azambuja, 2010

Para a construção da estimativa de tempo do projeto foi feito um levantamento histórico de dados de poços exploratórios entre os anos de 2005 e 2008.

Através da figura 26, é possível visualizar os dados compilados desde 2005 com as durações e o rendimento de construção de 7 poços de exploração já existentes. O gráfico mostra a evolução da profundidade de cada poço (em metros) versus o tempo (em dias) considerando as atividades necessárias para concluir a tarefa.

Pode-se constatar que o poço RJS-628A, primeiro da área (linha vermelha) construído entre 2005 e 2006, teve a maior duração, ou seja, o menor rendimento e

conseqüentemente um maior custo. Os poços seguintes tiveram um rendimento melhor porque se beneficiaram da curva de aprendizado dos anteriores. (AZAMBUJA, 2010)

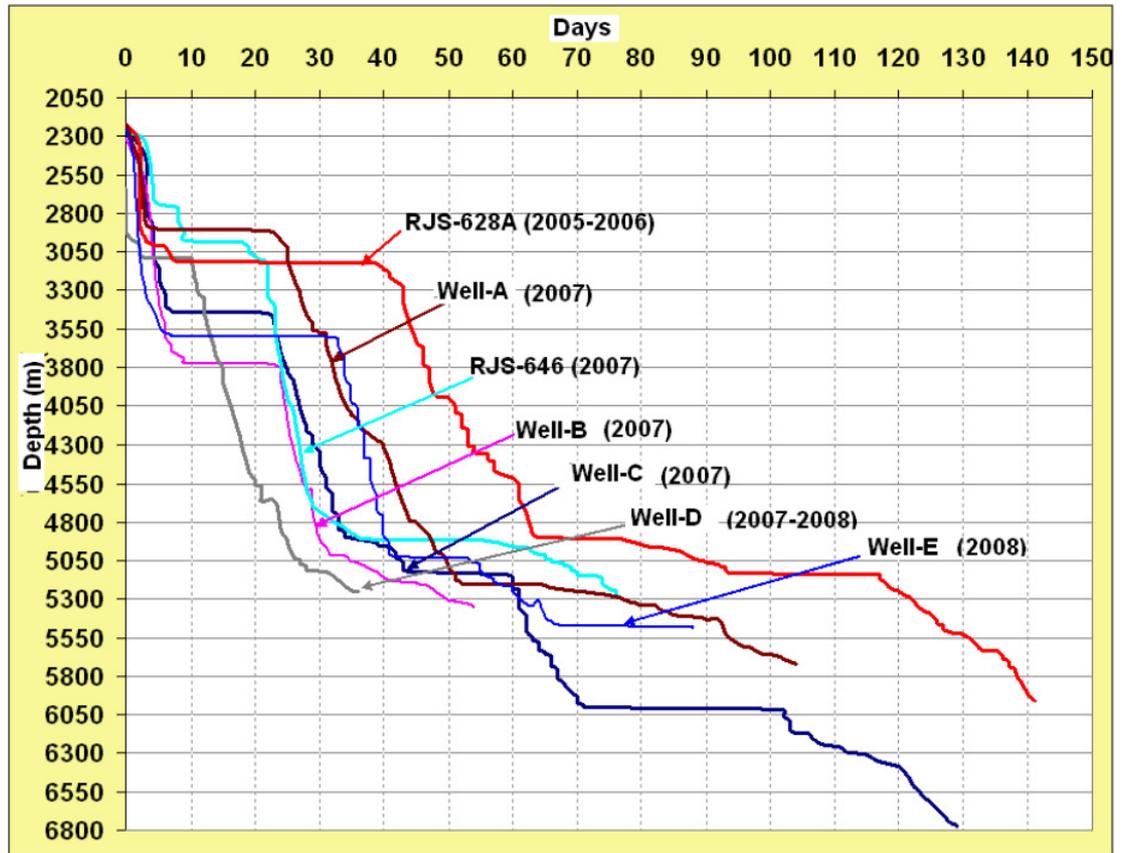


Figura 26: Histórico de tempo de construção de poços.

Fonte: Azambuja, 2010

6.4 ANÁLISE DE DADOS

Para a construção da estimativa de tempo do projeto, também foi utilizado o mesmo levantamento histórico de dados de poços exploratórios entre os anos de 2005 e 2008. Para calcular o desempenho dos poços em cada fase (perfuração e completação), foi utilizado o P-80.

Segundo Azambuja (2010), o P-80 é “o tempo estimado para os trabalhos de perfuração e completação dos poços do projeto, com 80% de probabilidade de ser igual ou superior ao que efetivamente será obtido quando da execução do projeto. Nesse P-80 já estão incluídas as margens de segurança para se garantir a conclusão de cada poço dentro do cronograma especificado”.

Com a simulação de 5.000 interações através do método de Monte Carlo, foi possível calcular as probabilidades esperadas de tempo para cada poço de uma das sondas do projeto, WE. Para tal foi utilizada a ferramenta Crystal Ball.

O Crystal Ball é uma ferramenta para análise de risco e previsão, que ajuda a entender o risco e orientar o processo decisório. É possível utilizar dados históricos para construir modelos detalhados. O software usa simulação Monte Carlo para planilhas, previsão com séries temporais e regressão linear múltipla.

As figuras 27 e 28 apresentam as distribuições das probabilidades calculadas com as estimativas de tempo para perfuração e completação dos poços.

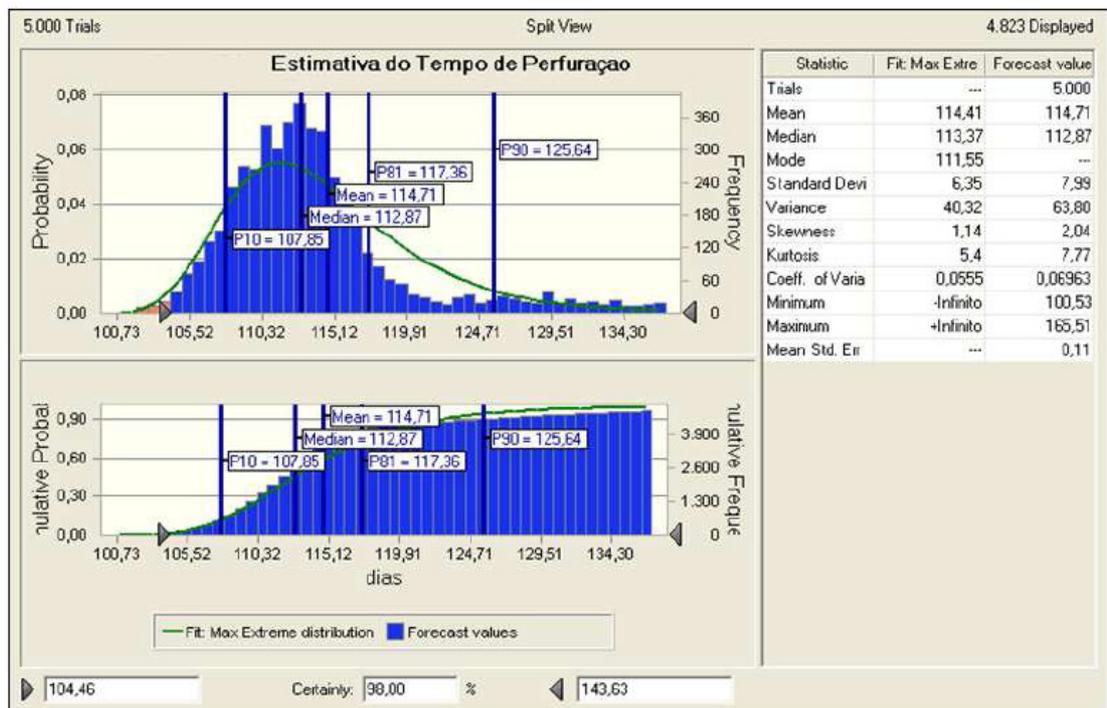


Figura 27: Estimativa dos Tempos de Perfuração - Crystal Ball.

Fonte: Azambuja, 2010

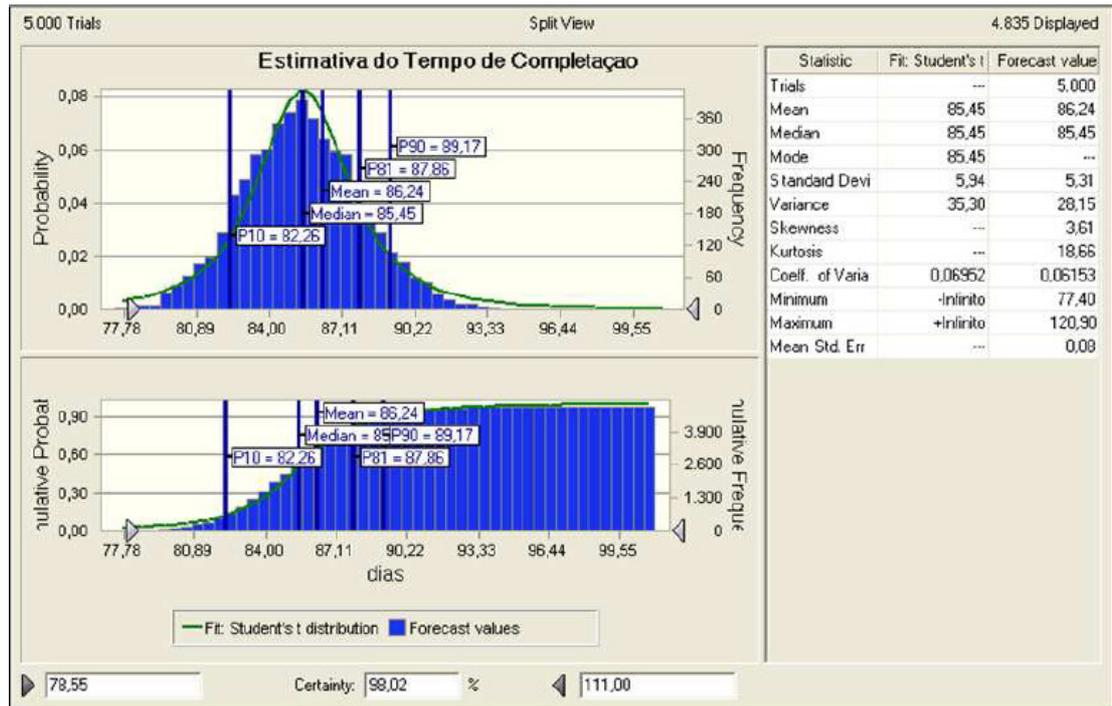


Figura 28: Estimativa dos Tempos de Compleção - Crystal Ball.

Fonte: Azambuja, 2010

6.5 PLANEJAMENTO DO PROJETO USANDO O MÉTODO TRADICIONAL PERT/CPM

A partir dos dados obtidos da ferramenta Crystal Ball, foi possível contruir a estimativa de tempo do projeto pelo Método Tradicional.

O resultado das interações probabilísticas para estimativa do tempo de perfuração e compleção dos poços da sonda WE do projeto pode ser visualizado na tabela 2 a seguir. Esses são os tempos utilizados para a montagem do cronograma pelo método tradicional.

Tabela 2: Sonda “WE” Estimativa de Tempos - P-80 (PERT/CPM)

Sonda WE (P-80) – Tempo (dias)			
Poço	Perfuração	Completação	Total
P1	-	106	
P2	125	74	
P3	139	53	
P4	180	50	
Total	444	283	<u>727</u>

Fonte: Adaptado de Azambuja, 2010

Da mesma maneira, foram calculados os tempos estimados para a perfuração e completação dos poços da segunda sonda – WT - através da metodologia P-80, que atua em paralelo à anterior. A tabela 3 reflete os resultados encontrados.

Tabela 3: Sonda “WT” Estimativa de Tempos - P-80 (PERT/CPM)

Sonda WT (P-80) – Tempo (dias)			
Poço	Perfuração	Completação	Total
P5	123	52	
P6	117	90	
P7	129	59	
P8	137	73	
Total	506	274	<u>780</u>

Fonte: Adaptado de Azambuja, 2010

A figura 29 mostra o cronograma oficial do projeto gerado através das estimativas dispostas anteriormente, utilizando o Método PERT/CPM. Como pode ser visto, o projeto de perfuração e completação de 8 poços da área do Pré-Sal foi planejado para ser implantado em 780 dias

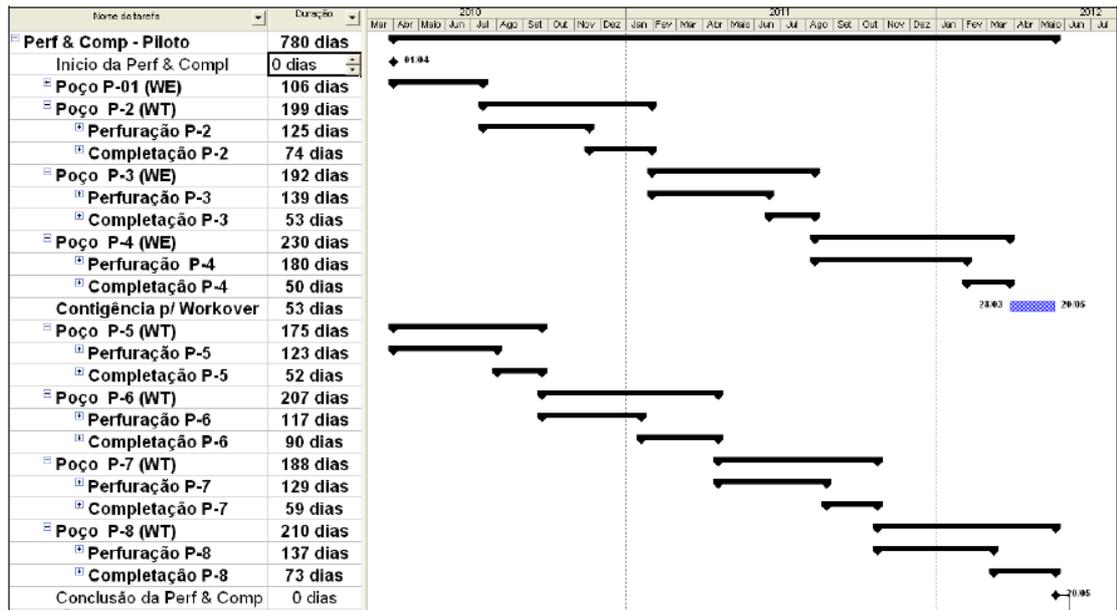


Figura 29: Cronograma oficial do projeto utilizando o Método PERT/CPM.

Fonte: Azambuja, 2010

6.6 PLANEJAMENTO DO PROJETO USANDO O MÉTODO DA CORRENTE CRÍTICA

Conforme relatado no item 4.3, tarefas são realizadas com um percentual de folga inserido nelas, o qual oscila entre 50% e 90% do efetivo tempo necessário para se realizar o trabalho. Dessa maneira, a Corrente Crítica, diferentemente das estimativas com grandes margens de segurança (como o método Tradicional citado anteriormente), quer eliminar essas folgas e sugere uma diminuição na estimativa de tempo por tarefa, em média 50%.

Portanto, aqui, deve ser provocada a diminuição da margem de segurança em cada tarefa do projeto, reduzindo em 50% o tempo de cada atividade, como prega a proposta de Goldratt no seu livro Corrente Crítica.

Nas tabelas 4 e 5, oriundas dos dados obtidos nas tabelas 1 e 2, é possível visualizar o resultado desta operação, com os tempos de operação para cada um dos poços reduzidos em 50%, isto é, o novo tempo para cada atividade será o $P80/2$.

Tabela 4: Sonda “WE” Estimativa de Tempos - P-80/2 (Método da Corrente Crítica)

Sonda WE (P-80/2) – Tempo (dias)			
Poço	Perfuração	Completação	Total
P1	-	53	
P2	63	37	
P3	70	27	
P4	90	25	
Total	223	142	

Fonte: Adaptado de Azambuja, 2010

Tabela 5: Sonda “WT” Estimativa de Tempos - P-80/2 (Método da Corrente Crítica)

Sonda WT (P-80/2) – Tempo (dias)			
Poço	Perfuração	Completação	Total
P5	62	26	
P6	59	45	
P7	65	30	
P8	69	37	
Total	254	138	

Fonte: Adaptado de Azambuja, 2010

Uma vez gerada a redução da margem de segurança em cada tarefa, o projeto pode se tornar vulnerável a possíveis atrasos e incertezas. Tendo isso em vista, com o objetivo de controlar prováveis flutuações na gestão do projeto, parte da segurança removida é inserida novamente no projeto na forma de “pulmões”.

A regra mais utilizada para a definição do tamanho do “pulmão”, *Project Buffer*, é calcular 50% do tempo total da corrente crítica. Neste caso, se a Corrente Crítica tiver a duração de 50 meses, o *Project Buffer* será de 25 meses.

Assim, sendo, foi decidido que o “pulmão” do projeto seria calculado como sendo a metade do somatório do que foi extraído na etapa prévia. Esse cálculo é de fácil entendimento, como mostra a fórmula a seguir:

$$Pulm\tilde{a}o = \frac{\sum \left(P80_{Pi} - \frac{P80_{Pi}}{2} \right)}{2}$$

$$Pulm\tilde{a}o = \left[\frac{\left(P80_{P1} - \frac{P80_{P1}}{2} \right) + \left(P80_{P2} - \frac{P80_{P2}}{2} \right) + \left(P80_{P3} - \frac{P80_{P3}}{2} \right) + \left(P80_{P4} - \frac{P80_{P4}}{2} \right)}{2} \right]$$

As tabelas 6 e 7 abaixo refletem os valores encontrados para os “pulmões” de projeto para cada sonda (WE e WT), baseados na regra mencionada anteriormente.

Tabela 6: Sonda “WE” – Determinação dos “Pulmões” do Projeto

Sonda WE (P80 – P80/2) – Tempo (dias)			
Poço	Perfuração	Completação	Total
P1	-	106-53 = 53	
P2	125-63 = 62	74-37 = 37	
P3	129-70 = 69	53-27 = 26	
P4	180-90 = 90	50-25 = 25	
Total	221	141	<u>362 / 2 = 181</u>

Fonte: Adaptado de Azambuja, 2010

Tabela 7: Sonda “WT” – Determinação dos “Pulmões” do Projeto

Sonda WT (P80 – P80/2) – Tempo (dias)			
Poço	Perfuração	Completação	Total
P5	123-62 = 61	52-26 = 26	
P6	117-59 = 58	90-45 = 45	
P7	129-65 = 64	59-30 = 29	
P8	137-69 = 68	73-37 = 36	
Total	251	136	<u>387 / 2 = 194</u>

Fonte: Adaptado de Azambuja, 2010

Os “pulmões” do projeto serão inseridos no final do projeto como “buffers” – “colchões” que darão margem de segurança para eventuais atrasos que possam ocorrer. Como apresentado, para a sonda WE há um “pulmão” de projeto de 181 dias e para a sonda WT há um “pulmão” de 194 dias.

Com os quantitativos de “pulmões” definidos para o projeto, foi possível elaborar o novo cronograma do projeto, segundo método da Corrente Crítica. Como é possível observar na figura 30, o cronograma tem prazo de conclusão para

perfuração e completação dos poços de 598 dias, já incluindo o “pulmão” final de 194 dias.

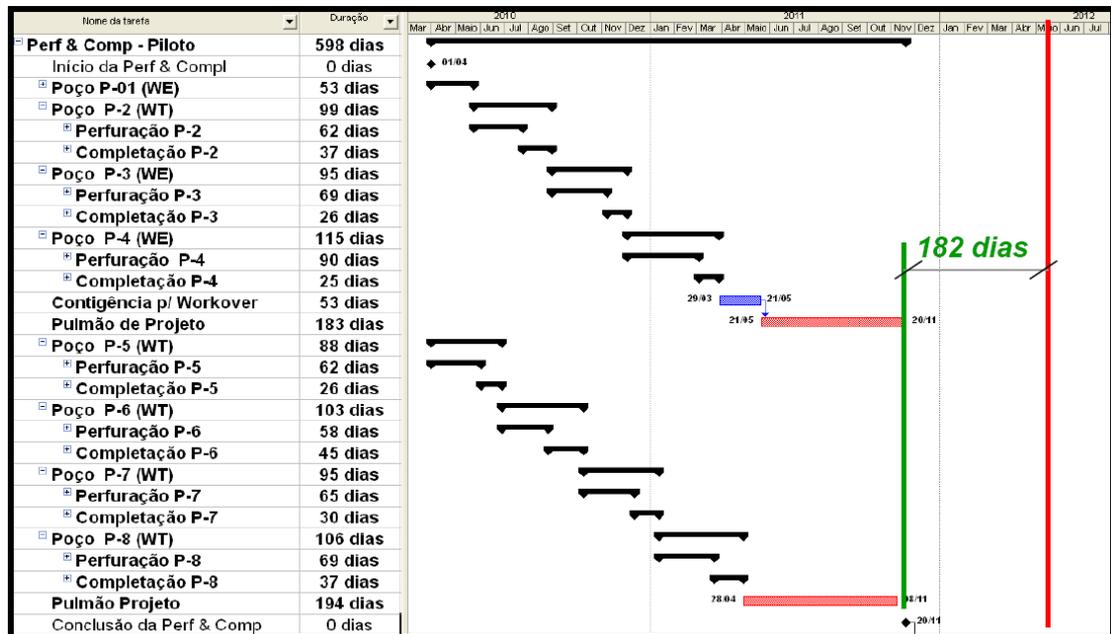


Figura 30: Cronograma oficial do projeto utilizando o Método da Corrente Crítica.

Fonte: Azambuja, 2010

Vale ressaltar aqui a grande variedade de softwares disponíveis no mercado que podem ser utilizados para a construção de um projeto que será implementado e monitorado pelo Método da Corrente Crítica. Alguns deles são: PS8, Prochain, CCPM+, Concerto e CC-Pulse. Algumas funcionalidades destes softwares estão detalhadas no glossário.

6.7 ANÁLISE DO RESULTADO

Para medir a efetividade do método da Corrente Crítica em relação ao método Tradicional PERT/CPM, é necessário que seja feita uma comparação entre os resultados obtidos nas etapas elaboradas no caso.

Ao se fazer uma análise quantitativa dos dados obtidos com a aplicação das duas metodologias para o mesmo projeto, é possível verificar a redução da estimativa do tempo total do projeto em 182 dias com o uso do método da Corrente Crítica, o que equivale a 23% de diminuição no prazo.

Segundo Azambuja (2010), a redução do tempo do projeto não só implica em uma entrega mais rápida, mas também, mais barata. Ao assumir que, no projeto

estudado, a custo diário de uma sonda é de US\$ 500 mil por dia. Em 182 dias, as duas sondas do projeto proporcionarão uma economia de US\$ 182 milhões no custo total estimado para o projeto.

Este resultado comprova que a aplicação do Método da Corrente Crítica pode proporcionar resultados efetivos em termos de redução de prazos e custos na implantação de um empreendimento, podendo tornar-se uma ferramenta eficaz para a viabilização de projetos.

Vale ressaltar que existem fatores adicionais que influenciam o comportamento e a execução do projeto. Para assegurar o resultado esperado e viabilizar a implantação deste, pode-se citar: melhoria nos processos, melhorias funcionais de acordo com a curva de aprendizado em projetos anteriores, aplicações de novas tecnologias e mudança cultural com o apoio da alta administração.

7 CONCLUSÃO, SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo trata das conclusões a respeito do trabalho. Apresenta, também, considerações sobre possíveis limitações existentes na aplicabilidade do método da corrente crítica, bem como desdobramentos para trabalhos futuros, que poderão ser elaborados a partir daí.

7.1 CONCLUSÃO

A trajetória realizada neste trabalho mostra como os conceitos de Gerenciamento de Projetos ganham novas dimensões e relevância diante da emergência de uma metodologia sistêmica e de mudanças no contexto competitivo. A pesquisa tratou, na verdade, de abordar sistematicamente o Gerenciamento de Projetos de acordo com a Teoria das Restrições - a Corrente Crítica.

Este trabalho apresentou, no capítulo 2, a conceituação do que é gerenciamento de projetos até o seu estágio atual e sua importância progressiva no controle e programação dos empreendimentos, sendo seus procedimentos, certamente, responsáveis pelo sucesso ou não de um projeto. Observou-se que a estruturação sugerida por estas metodologias foca nos pontos comumente apontados como causas dos desvios, insucesso e descontrole dos projetos. Dentre as variáveis mais importantes a serem controladas, a abordada em profundidade foi o Gerenciamento do Tempo.

A adoção das metodologias preconizadas pelo PMI é o caminho cada vez mais trilhado pelos gestores de empreendimentos. A Metodologia do PMI subdivide o ciclo de vida da gestão de um projeto em 5 diferentes grupos de processos: Inicialização, Planejamento, Execução, Controle e Encerramento, e tem seu foco principal nos processos de Planejamento e Controle.

No capítulo 3 foram abordados os conceitos que envolvem a Teoria das Restrições, e como ela possui um amplo espectro de aplicação que abrange desde ferramentas de gerenciamento da produção, de análise e solução de problemas, como seu Processo de Pensamento, até ferramentas para melhorias, como o seu Processo de Otimização Contínua. Através das ferramentas e conceitos do processo de Pensamento da TOC surgem então as etapas a serem seguidas para implementação do método da Corrente Crítica.

- O que mudar? – Fase 1: Pesquisa inicial
- Para o quê mudar? – Fase 2: Quebra dos paradigmas
- Para o quê mudar? – Fase 3: Apresentação e divulgação
- Como causar a mudança? – Fase 4: Proposta de implementação
- Como causar a mudança? – Fase 5: Validação

Desta maneira, é possível identificar que o método de implantação da Corrente Crítica, como método de gerenciamento de projetos, possui características similares ao desenvolvimento de um projeto em uma empresa:

- Sua aplicação tem características específicas, pois a cultura de cada organização difere das outras, levando os profissionais encarregados da aplicação desses conceitos a criar métodos únicos para cada caso, impedindo, desta forma uma implantação padronizada em ambientes distintos;
- As características comportamentais estão intimamente interligadas às técnicas, sendo, inclusive complementares;
- A implantação e aplicação de um gerenciamento dependem do conhecimento interno de cada organização, sendo, portanto, imperiosa a integração dos profissionais da própria empresa para o desenvolvimento do método. A exclusão destes atores levará, certamente, o do processo de implantação ao fracasso;
- A operacionalização da Corrente Crítica provoca um impacto importante na estratégia e na cultura organizacional da empresa.

No entanto, em sua lógica, como uma forma de heurística socializada propagando o processo de otimização contínua, não garante o sucesso, mas apresenta-se bastante útil como método racional na solução de problemas e decisões organizacionais.

No capítulo 4 foi apresentado o método da Corrente Crítica e as etapas a serem seguidas para sua implantação como ferramenta de gerenciamento de projetos.

Este método inova ao propor algumas soluções para que o sucesso em gerenciar projetos seja atingido. A proposição mais abrangente é a mudança da forma como a distribuição dos coeficientes de segurança é realizada ao longo do cronograma do projeto. As margens de segurança, antes aplicadas ao longo de todas as atividades de forma empírica, agora devem ser concentradas para proteger a data mais importante do projeto, a data prevista de entrega.

Esta proposição se vale da aplicação de “pulmões de tempo” ao longo do projeto. Estes “pulmões” não apenas servem como instrumentos de proteção contra as incertezas, mas seu consumo e gestão se transformam em um poderoso sistema de indicadores para a tomada de decisões na gestão das incertezas as quais os projetos são expostos.

O método leva ainda em consideração alguns problemas comportamentais que afetam a gestão das incertezas no desenvolvimento dos projetos. Goldratt (1997) expõe três processos comportamentais que atrapalham a obtenção do sucesso ao se gerenciar projetos:

- A Síndrome do Estudante: esperar até que uma tarefa fique realmente urgente para realizá-la.
- A Multitarefa Danosa: diversidade de tarefas alocadas em recursos que devem dividir sua atenção e esforços em atividades múltiplas, prejudicando, principalmente, aquelas tarefas que são críticas.
- A Lei de Parkinson: o trabalho se expande para preencher todo o tempo disponível para a tarefa.

Desta maneira, é possível perceber que uma vez implementado o método de forma consistente, os resultados, em termos de prazo são muito recompensadores.

O capítulo 5 relata os riscos e dificuldades ao se aplicar o Método da Corrente Crítica. Isto demonstra que, como técnica inovadora que é, ainda peca pela falta de massa crítica de trabalhos acompanhados por este método, não sendo, ainda, definitivamente estabelecidos seguros os percentuais adequados estimados para os “pulmões”. Ademais, o capítulo destaca a resistência das pessoas a mudanças de paradigmas.

O capítulo 6 apresenta o estudo de caso analisado para a verificação prática da conveniência da aplicação do método. A avaliação da técnica de gerenciamento por meio do método da Corrente Crítica permitiu que se comprovasse que o desempenho esperado a partir do planejamento proporcionasse reduções significativas na projeção de prazo para a execução do projeto.

O estudo de caso demonstra que a metodologia em questão é aplicável ao planejamento desse tipo de projeto. Além disso, questiona se uma eventual mudança de cultura e, por conseguinte, de metodologia de gestão de tempo, alcançaria os benefícios e resultados que justifiquem os investimentos necessários para uma mudança comportamental e um treinamento para implantação desta metodologia e especialmente, na quebra de paradigmas no planejamento através do PERT/COM.

Sem dúvida, o Método da Corrente Crítica é um procedimento que resulta em grandes benefícios para o controle dos prazos de execução de empreendimentos e na melhoria da competitividade.

6.2 SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

A pesquisa e desenvolvimento de técnicas e processos objetivando, cada vez mais, dar segurança ao cumprimento de metas na implantação de projetos, exigem que estudos, cada vez mais elaborados, sejam necessários.

Uma idéia que precisa ser examinada com maior atenção é a implementação do conceito de “pulmão” ao custo de um projeto. Sabe-se que a adoção deste conceito ao acompanhamento dos prazos é eficaz, como se demonstrou no decorrer do presente trabalho, mas é necessário que se desenvolva um procedimento específico que garanta resultados no cumprimento de metas estabelecidas para os custos de um empreendimento.

Outro aspecto importante é o estudo de técnicas que visem analisar até que ponto o dimensionamento dos “pulmões” é feito de forma adequada, principalmente quando se tem a interferência de vários projetos simultâneos, dificultando a correta avaliação das folgas usualmente alocadas aos cronogramas originalmente imaginados.

Novos métodos para se efetivar o gerenciamento de empreendimentos surgem periodicamente. Dentre eles, recentemente, estuda-se a aplicação do Método de Cadeia de Eventos (*Event Chain Method* – ECM), onde o gerenciamento das incertezas de um projeto passa por sua modelagem e pela análise da rede do cronograma, cujo foco é a identificação e o gerenciamento dos eventos e de sua cadeia, para mitigar os efeitos negativos que, tendências psicológicas e determinados preconceitos ou hábitos antigos e arraigados, usualmente adotados, distorcem as estimativas.

O desenvolvimento da excelência em gerenciamento de projetos é um processo de desenvolvimento contínuo e de longa maturação. Muitas outras habilidades, competências e conhecimentos são necessários para que o ato de gerenciar empreendimentos se torne uma realidade constante. A metodologia estudada neste trabalho tem um potencial que precisa ser mais bem explorado, tanto na área empresarial quanto na acadêmica.

REFERÊNCIAS

AZAMBUJA, A. R; FALCÃO, J. L.; LIMA, M. V. e MARQUES, F. L. **Análise da Aplicação do Método da Corrente Crítica na Gestão de Grandes Projetos da área de E&P da Petrobras**. 2010. FIA - Fundação Instituto de Administração.

COURI, Guilherme Adib. **Gerenciamento de projetos pela análise de valor agregado para otimização de escopo, prazos e custos**. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal Fluminense – 2006.

DINSMORE, Paul C. & CAVALIERI, Adriane. **Como se tornar um profissional em Gerenciamento de Projetos**. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2005.

PMI. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)**. Newton Square: Project Management Institute, 2000.

PMI. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)**. Newton Square: Project Management Institute, 2004.

PMI. **Construction Extension to A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) – 2000 Edition**. Newton Square: Project Management Institute, 2003.

CLELAND, D. I.; IRELAND, L. R. **Gerência de Projetos**. 1º ed. Rio de Janeiro. Reichmann & Affonso, 2002.

COX, Jeff e SPENCER, Michael S. **Manual da Teoria das Restrições**. Porto Alegre. Bookman, 2002.

CORBETT Netto, Thomas. **Contabilidade do Ganho**. São Paulo. Nobel, 1997.

CRUZ, Carla & RIBEIRO, Uirá. **Metodologia Científica – Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil Editora, 2003.

DETTMER, H. WILLIAM. **Goldratt's Theory of Constraints**. ASQC Quality Press, 1997

FPSO Worldfleet. <http://www.fpsso.net>, 2008.

GOLDRATT, Eliyahu M. e COX, Jeff. **A Meta**. São Paulo: Educator, 1993.

GOLDRATT, E. M. **A síndrome do palheiro: garimpando informação em um oceano de dados.** São Paulo. Educator, 1991.

GOLDRATT, Eliyahu M. **Critical Chain.** Great Barrington, MA. North River Press, 1997.

STANDISH GROUP. **Chaos Demographics – 2004 Third Quarter Research Report,** The Standish Group International Inc., 2004.

FERNANDES, Jorge H. C. **O que é um sistema?** DIMAP, UFRN. Junho, 2003.

KEELLING, R. **Gestão de Projetos: uma abordagem global.** Saraiva. São Paulo, 2002.

LEACH, Larry P. **The Critical Chain Project Manager's Fieldbook.** The International Project Management System Group, 1997.

LIMMER, C. V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras.** Livros Técnicos e Científicos. Editora S. A.. Rio de Janeiro, 1997.

NOGUEIRA, FERNANDO. **Pesquisa Operacional – PERT/CPM.** Notas de Aula, 2010

PRADO, D. **Planejamento e Controle de Projetos** - Série Gerência de Projetos. Volume 24. ed. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 2001.

THOMAS, JOSÉ E. ET ALL: **Fundamentos de Engenharia de Petróleo,** Ed. Interciência, 2001. 2º Ed, Rio de Janeiro;

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo diferenciais competitivos.** 4º ed. Brasport. Rio de Janeiro, 2002.

WEAVER, Patrick. **History of Project Management.** <<http://www.lessons-from-history.com>>. Outubro, 2006.

ANEXOS

ANEXO 1: GLOSSÁRIO - Técnicas de planejamento e elaboração de diagramas de rede

De acordo com PMBOK (PMI, 2004), além da técnica CPM, existem outras técnicas utilizadas na elaboração e utilização de diagramas de rede.

As técnicas matemáticas mais amplamente conhecidas, além da CPM, são:

GERT – *Graphical Evaluation and Review Technique*: permite o tratamento probabilístico, tanto para a rede lógica, quanto para as estimativas de duração das atividades;

PERT – *Program Evaluation and Review*: usa uma rede seqüencial e uma estimativa de duração por média ponderada para calcular as durações das atividades. Embora existam diferenças superficiais, o PERT difere do CPM, fundamentalmente, porque usa distribuição de médias (valores esperados) em vez de estimativa mais provável, originalmente usado no CPM;

Compressão da duração: é um caso especial de análise matemática que procura alternativas para reduzir o prazo do projeto sem alterar o seu escopo [...]. A compressão da duração inclui duas técnicas: Colisão (*Crashing*) e Caminho Rápido (*Fast tracking*);

Simulação: A simulação envolve o cálculo de múltiplas durações de projeto com diferentes grupos de premissas nas atividades;

Heurística de Nivelamento dos Recursos: as análises matemáticas, freqüentemente, produzem um cronograma preliminar de datas mais cedo que requerem, durante certos períodos de tempo, mais recursos do que a disponibilidade real. Ou, requerem alterações inviáveis nos níveis de recursos previstos. O nivelamento de recursos, normalmente, resulta numa duração maior para o projeto do que o previsto no cronograma preliminar. Esta técnica é, algumas vezes, chamada de “Método Baseado em Recursos” (*Resource-based Method*);

Softwares de gerência de projetos: são amplamente utilizados no desenvolvimento de cronogramas;

Estrutura de codificação: as atividades devem ter uma estrutura de códigos que permitirá classificações e extrações em diferentes atributos designados às

atividades, tais como: responsável pela atividade, área geográfica ou período de execução da atividade, fase do projeto, nível de programação, tipo de atividade e classificação EAP.

ANEXO 2: SOFTWARES que podem ser utilizados no planejamento de um projeto através do método da corrente crítica

PS8 - Entre as principais funcionalidades do PS8 encontram-se as capacidades de tratamento de ambientes de multi-projetos, a possibilidade de transacionar informações via internet (web), customização de relatórios, dentre outras.

Prochain – O software funciona como um *plug-in* do MS-Project, de modo a gerar macros, em Visual Basic, que acrescenta uma barra de ferramentas com as funcionalidades para implementação da Corrente Crítica. Entre as vantagens principais do Prochain são:

- utilização das funcionalidades de relatório e visualização de informações do MS Project.
- autonomia para ajustar as coordenadas do modelo gráfico de acompanhamento dos “Pulmões” (PB – *Project Buffer*).
- relatório detalhado de todos os “Pulmões” (PB e FB-*Feeding Buffers*).
- fornecimento automático da quantificação e qualificação dos riscos relacionados às atividades do projeto e seus respectivos impactos nos “pulmões”.

Concerto - Trata-se de um sistema que roda dentro do MS Project, como um *plug-in*. O Concerto possui relatórios, gráficos e acesso-web independentes, não dependendo somente da estrutura disponível no MS-Project. O Concerto apresenta relatórios bastante intuitivos, além de um mecanismo de análise de cenários que permite rapidamente verificar o impacto de se adicionar um novo projeto ao sistema.

CC-Pulse - Este software tem funcionalidades muito parecidas com o Prochain, bem como seus relatórios e gráficos, roda dentro do MS-Project e pode ser utilizado nas versões mono (CC-Pulse) e multi-projetos (CC-MPulse).

CCPM+ - software desenvolvido para trabalhar somente com monos-projeto e também funciona como um *plug-in* do MS-Project. Suas funcionalidades, bem como o gráfico de consumo de “pulmão”, são bem limitados em termos de opções e informações.