

Aplicação da Teoria das Restrições na Gestão de Projectos. Caso em estudo

BERNARDO AUGUSTO MUHETO

(Engenheiro Electrotécnico)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de mestre
em Engenharia Mecânica – Manutenção e Produção

Orientador (es):

Professor Doutor António João Abreu P. da Costa Feliciano Abreu, Professor Adjunto do ISEL/IPL

Júri:

Presidente: Professor Doutor João Carlos Quaresma Dias, Coordenador do Mestrado, Professor Coordenador C/ Agregação do ISEL/IPL

Vogais:

Professora Doutor Alexandra Maria Baptista Ramos Tenera, Professora auxiliar, FCT da Universidade Nova de Lisboa

Professor Doutor António João Abreu P. da Costa Feliciano Abreu, Professor Adjunto do ISEL/IPL

AGRADECIMENTOS

Após meses de trabalho e muito esforço, empenho e dedicação despendidos, tenho que agradecer a pessoa a quem não dediquei a devida atenção, nomeadamente a minha esposa e que ainda assim não deixou de me apoiar, quando era preciso. Também sem esquecer os amigos que sempre me apoiaram e incentivaram a continuar e os professores orientadores que me apoiaram.

- Débora da Conceição Teixeira Neves (esposa)
- Loide Pinto (amiga)
- Pedro Vales (amigo)
- Professor Doutor. António João P.C. Abreu (Orientador da tese)
- Professora Doutora Maria Teresa Oliveira de Moura e Silva

DEDICATÓRIA

À memória de Augusto Muheto, meu pai, em quanto em vida sempre me incentivou e apoiou a estudar. Sempre dizia-me “estuda”, embora não compreendesse o alcance da sua frase curta mas que com grande significado.

RESUMO

Este trabalho discute a questão das novas ferramentas aplicadas a gestão de projectos. A gestão de projectos ao longo dos anos tem sido um problema sério devido aos atrasos que ocorrem nos prazos determinados. Assim sendo deu-se grande destaque a utilização da cadeia crítica. Inicialmente foi feita uma revisão geral sobre algumas das ferramentas que ao longo dos anos foram sendo desenvolvidas, a fim de dar uma resposta aos problemas de gestão de projectos. Durante essa revisão foi mostrado os pros e os contras das ferramentas tradicionais. A seguir foi elaborado um projecto, que explica com detalhe como a ferramenta CCPM pode ser aplicada no projecto simples e genérico. Também foi feita uma aplicação teórica de um exemplo de um trabalho, a construção de um bote salva vidas, aplicando a CCPM.

PALAVRAS – CHAVE: Gestão de projectos. Teoria das restrições. Cadeia crítica.

ABSTRACT

This work discusses the issue of new tools applied to project management. The management of projects over the years has been a serious problem because of the delays that occur within certain time limits. Thus gave great prominence to the use of critical chain. Initially, we made a general review of some of the tools over the years have been developed in order to respond to issues of project management. During this review it was shown the pros and cons of traditional tools. Then we designed a project that explains in detail how the CCPM tool can be applied in the project simple and generic. We also performed a theoretical an application example of a job, the construction of a lifeboat by applying the CCPM.

Keywords: Project management. Theory of constraints. Critical chain method.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 - Conceito de cadeia critica.....	4
Figura 2.1 - Gráfico de Gantt simplificado de uma rede de projecto	9
Figura 2.2 - Actividade típica nos nós de um projecto em rede	11
Figura 2. 3 - Oito problemas identificados por Pittman (1994)	29
Figura 3. 1-Exemplo de Empresas usando a filosofia TOC	38
Figura 3. 2 – TOC, processo de pensamento e as suas três perguntas.....	39
Figura 3. 3 - Exemplo da árvore de representação de conflitos de gerir o tempo do projecto .	41
Figura 3. 4 - Probabilidade de uma tarefa com uma distribuição assimétrica.....	44
Figura 3. 5 - Tempo estimado dedicado as tarefas	51
Figura 3. 6 - Cronograma do projecto com recursos nivelados tradicional	52
Figura 3. 7 - Cronograma do projecto com apenas o BP.	57
Figura 3. 8 - Cronograma do projecto. BP e BA.	58
Figura 3. 9 - A programação do projecto completa e totalmente protegido.....	61
Figura 3. 10 - Programação de recurso 4 (preto) e buffer para entrada de novos	67
Figura 3.11 - Áreas de variação de BP.....	69
Figura 3.12 - Tamanhos de buffer após a conclusão das tarefas A, D, e E.....	72
Figura 3.13 - Gráfico de buffer de acompanhamento	73
Figura 3. 14 - Modelo de capacitação de implementação de CC	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2. 1 - Actividade e tempo	31
Tabela 2. 2 - Actividades e tempo	32
Tabela 3. 1 - Funções de Gestor de Projectos de um Escritório	64
Tabela 4.1 -Lista das actividades	80
Tabela 4.2 - Valores de ‘consumo’ do BP	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BP – Buffer do projecto

BR – Buffer de recurso

5FS – Focus em 5 Etapas

CC – Critical Chain

CCPM – Cadeia critica na gestão de projectos

DBR – (DBR- Drum-Buffer-Rope)

e col. – (abreviatura de "e colaboradores")

EDT – Estrutura de Divisão de Trabalhos.

ES – Tempo de Inicio Mais Cedo (Earliest Start)

EF – Tempo Final Mais Cedo (Earliest Finish)

ES – Tempo de Inicio Mais Cedo (Earliest Start)

et al – (abreviatura da expressão latina "et alii", que significa "e outros")

GPs – Gestores de Projectos

JIT – Just-in-Time

LF – Tempo Final Mais Tarde (Last Finish)

LS – Tempo de Inicio Mais Tarde (Last Start)

PCB – reserva de tempo de projecto

FIFO – Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair.

PERT/CMP – Program Evaluation and Review Technique/Critical Path Method

PMO – Project Management Office

ÍNDICE DE ASSUNTOS

1	CAPÍTULO – INTRODUÇÃO	1
1.1	Âmbito da dissertação	1
1.2	Objectivo da dissertação	3
1.3	Restrições e não restrições.	4
1.4	Cadeia crítica na gestão de projectos (CCPM).....	5
1.5	Estrutura da dissertação	5
2	CAPITULO – DESAFIOS NA GESTÃO DE PROJECTOS	7
2.1	Introdução.....	7
2.2	Mecanismos de planeamento e controlo tradicionais	8
2.2.1	O gráfico de Gantt	8
2.2.2	PERT / CPM no ambiente de projecto único	10
2.3	Breve revisão da literatura de gestão de projectos.....	12
2.3.1	Origens do PERT e CPM.....	12
2.3.2	Falhas nos projectos.....	13
2.3.3	Literatura de Gestão de Projectos únicos.	15
2.3.4	Literatura de Gestão de Múltiplos Projectos	16
2.4	Desenvolvimento de Directrizes.....	17
2.4.1	Grandes questões	19
2.4.1.1	Metas, objectivos e limite de um projecto	19
2.4.2	Calendarização de um projecto	20
2.4.3	O Dilema de gestão de projectos	21
2.4.4	Determinação de tempo estimado.....	22
2.4.5	Desenvolvimento de Rede de um Projecto	24
2.4.6	Pequenas questões	25
2.4.7	Projecto único.....	27
2.4.7.1	Variação e pontos de convergência	27

2.4.7.2	Variação no caminho não crítico	30
2.4.7.3	Calendarização do tempo ao invés da conclusão da actividade anterior. ...	30
2.4.7.4	Aumento do tempo da actividade planeada	31
2.4.7.5	Utilização muito cedo da folga do caminho	33
2.4.7.6	Contenção de recursos	34
2.4.7.7	Contenção e calendarização de prioridades	34
2.4.7.8	Variação e convergência	35
3	CAPITULO – CCPM.....	37
3.1	Introdução.....	37
3.2	A essência da toc	39
3.3	A Cadeia Crítica	40
3.4	Os problemas relacionados com os projectos persistem.	42
3.5	Incerteza na duração das tarefas	42
3.6	Ambientes tradicionais actuais.	45
3.7	Síndrome do estudante.	46
3.8	Lei de Parkinson	46
3.9	Elementos chave da cadeia crítica	47
3.9.1	Problemas na criação do plano do projecto.....	47
3.9.2	Estimar a duração das tarefas.	47
3.9.3	Incerteza na Tarefa	48
3.9.4	Contenção dos recursos.....	48
3.9.5	Mistura de Caminhos	49
3.9.6	Comunicações.....	49
3.9.7	Problemas na gestão de execução dos projectos	49
3.10	Calendarizar um projecto único.....	50
3.10.1	Modificar a duração estimada das tarefas	51
3.10.2	Estatística	53

3.11	Implementação de CCPM	54
3.11.1	Calendarizar a Cadeia Crítica -etapas 1 a 4	55
3.11.2	Unir os caminhos - Passo 5	57
3.11.3	Um outro olhar sobre a contenção de recursos.....	59
3.11.4	Comunicação - Passo 6	60
3.11.5	Três fontes de protecção do projecto.	62
3.12	Programação em ambientes multi-projectos.	63
3.12.1	Estabelecer prioridades nos projectos.....	64
3.12.2	Agendar recursos e estabelecer buffers.....	65
3.13	Controlo do projecto através de gestão de buffers.....	68
3.13.1	Acompanhamento do consumo de buffer	68
3.13.2	Saber quando agir.	69
3.13.3	Variação esperada (Zona Verde)	70
3.13.4	Variação normal (zona amarela).....	70
3.13.5	Variação anormal (zona vermelha).....	71
3.13.6	Ajuste de buffers.....	71
3.13.7	Melhoria contínua de informação sobre o consumo de buffer.	74
3.13.8	Implementação do Sistema CC	75
4	CAPITULO – CASO EM ESTUDO EXEMPLIFICATIVO	77
4.1	Descrição	77
4.2	Definição do projecto.....	79
4.3	Implementação da ccpm.....	82
4.3.1	Remover a segurança	82
4.3.2	Eliminar a contenção de recursos	82
4.3.3	Identificar a cadeia critica	83
4.3.4	Calcular e inserir o buffer do projecto	83
4.3.5	Calcular e inserir os buffers de alimentação	84

4.3.6	Os buffers de recursos.....	84
4.4	Controlo do projecto através de gestão de buffer	85
4.4.1	Acompanhamento do consumo dos buffers	85
4.4.1.1	Acompanhamento do consumo do buffer na zona verde.....	85
4.4.1.2	Acompanhamento do consumo do buffer na zona amarela	85
4.4.1.3	Acompanhamento do consumo do buffer na zona vermelha	86
4.4.2	Ajuste do buffer.	86
4.5	Considerações finais.	95
5	CAPITULO - CONCLUSÕES FINAIS.....	96
5.1	Conclusão	96
5.2	Recomendações futuras.....	96
	REFERENCIAS.....	97

1 CAPÍTULO – INTRODUÇÃO

1.1 ÂMBITO DA DISSERTAÇÃO

A Teoria das Restrições ou do inglês - Theory of Constraints (TOC) foi proposta e desenvolvida por Dr. Eliyahu M. Goldratt, por volta de 1980 (Lea & Fredendall, 2002; Boyd & Gupta, 2004). Segundo Meleton (1987), a TOC surgiu, em Israel, quando o Dr. Eliyahu M. Goldratt aplicou uma técnica de predição de átomos de cristal aquecido em problemas de programação de tarefas com grande número de variáveis. Em termos genéricos, a TOC é compreendida como um conjunto de princípios teóricos que fundamentam e sintetizam os vários conhecimentos particulares de gestão e controlo. Assim sendo concentra-se sobre elas (limitações), visando uma melhoria contínua das suas utilizações.

Segundo Corbett (2005), a característica (princípio) mais importante da TOC é assumir que em qualquer sistema existe no mínimo uma restrição, ou seja, alguma coisa que limita o desempenho eficaz ou o alcance de padrões exigidos. A afirmação de que todo sistema tem uma restrição é justificada ou explicada pelo facto de que, se caso não houvesse algo que, limitasse o desempenho do sistema, então, esse seria infinito. Nesse sentido, ou seja, o reconhecimento desta restrição, faz com que, as ferramentas de gestão possam ajudar melhorar o seu desempenho desta mesma, pois somente os recursos limitantes, isto é, aqueles que apresentam capacidade inferior à procura, devem ser utilizados no seu limite máximo.

Assim, é válido frisar que esse processo de gestão das restrições também facilita a compreensão e a possibilidade de optimização do sistema para os gestores da organização (Maday, 1994). E como é feita essa compreensão na prática? A TOC na prática auxilia os gestores na condução dos processos que utilizam os recursos limitantes (restrição), ou seja, visa optimizar o emprego dos recursos cuja capacidade é limitante nas actividades produtivas. De acordo com Goldratt e Cox (1984) e Watson, Blackstone e Gardiner (2007), essa abordagem de gestão sobre as restrições (recursos limitantes), fez com que a TOC fosse implementada com sucesso, em grandes companhias como, por exemplo: Amazon, AVCO, Bendix, Boeing, Delta Airlines, Ford Motor Company, General Electric, General Motor, Kodak, Philips, RCA, Westinghouse e, também, em organizações sem fins lucrativos, como British National Health Service, Israel Air Force, NASA, Pretoria Academic Hospital.

Com a publicação do livro a meta (versão original) em 1984, o Dr. Goldratt, lançou uma série de conceitos revolucionários que visavam trazer melhoria no desempenho global das organizações, incidindo alguns pontos de alavancagem¹ do sistema. Essas ideias revolucionárias da Teoria das Restrições mostraram ir ao cerne² de como as coisas funcionam no mundo real (nos assuntos de questão). O Dr. Goldratt, se concentrou em Restrições como a peça central na definição e gestão do fluxo de trabalho na produção, na indústria transformadora, nos processos administrativos, nos projectos de gestão e semelhantes.

O pensamento holístico³ é enfatizado por toda parte, deslocando o objectivo na direcção do trabalho e na medição da taxa de eficiência local para depois transferi-la no sistema todo; pôr mecanismos no sistema para protegê-lo contra os problemas inesperados como (Murphy), a Lei de Parkinson, etc... O sistema é dotado com uma orientação clara sobre a colocação de buffers (reserva de tempo) no fluxo do sistema, como um meio de alcançar o melhor objectivo nas acções prioritárias.

Talvez a mais importante contribuição do Dr. Goldratt, são os processos de pensamentos que empregam estrutura e linguagem para expor as causas e efeitos na definição dos problemas, estabelecendo dilemas⁴ de conflito orientador. Esses processos forneceram um conjunto de ferramentas complementares de resolução de problemas e tomada de decisão com base em utilização científica da lógica de causa e efeito, com os passos para a verificação e validação dos resultados tendo em mente os objectivos específicos atingir.

¹ Segundo dicionário porto editora este termo foi importado da económica que significa estratégia que visa maximizar os lucros de uma empresa, nomeadamente através do aumento do financiamento <http://www.infopedia.pt/pesquisa-global/alavancagem>, [acedido em 29-09-2013]

² O dicionário porto editora da língua Portuguesa define a palavra cerne como: “ parte central, essencial de algo; âmago” (<http://www.infopedia.pt/lingua-portuguesa/cerne>), [acedido em 29-07-2013].

³ Dicionário Priberam da língua Portuguesa define a palavra holístico como: “Que defende uma visão integral e um entendimento geral dos fenómenos” (<http://www.priberam.pt/dlpo/Default.aspx?pal=hol%C3%ADstico>), [acedido em 29-07-2013].

⁴ O Dicionário porto editora define como situação em que se é obrigado a escolher entre duas Alternativas que se excluem mutuamente ou pode ser um raciocínio Filosófico em que, posta uma alternativa ou disjunção, qualquer dos termos das alternativas leva à mesma conclusão (<http://www.infopedia.pt/pesquisa.jsp?qsFiltro=0&qsExpr=dilemas>), [acedido em 29-09-2023].

1.2 OBJECTIVO DA DISSERTAÇÃO

Podemos usar a palavra focus no lugar da palavra objectivo, pois ambas têm o mesmo significado. A palavra focus pode ser definida como: "Concentre-se: fazer o que deve ser feito". Em quase todos os sistemas há várias acções que, dependem do desempenho do sistema. Na verdade, apesar de haver essas várias acções, quando queremos corrigir alguma situação, não podemos tomar todas as medidas que incidem com essas acções para beneficiar o sistema; antes pelo contrário, apenas devemos focar (ter como objectivo, concentrar-se) aquela acção que consideramos objectivamente. Por vezes não há tempo, dinheiro e recursos suficientes, por muito que, se faça o que é melhor. Esta visão ingénua⁵ é uma aplicação correcta da teoria de Pareto⁶.

Portanto, quando nós não podemos fazer tudo ao mesmo tempo, é de extrema importância seleccionar correctamente as prioridades ou seja escolher em que focar. Mas, devemos ter em conta que, a regra 80-20, só é correcta quando não há interdependências entre os elementos do sistema.

Assim em resumo, o objectivo (focus) do trabalho será a aplicação da TOC, na gestão dos projectos utilizando a ferramenta CCPM, apenas focado na acção ou o elemento do sistema que constitui uma restrição do mesmo. No caso CCPM, esses elementos serão o tempo, os recursos e a cadeia critica. Ao mexer nestes elementos é como intervir em todo sistema. É como a lei de Pareto, é como estivéssemos a intervir em 20% para que os resultados sejam reflectidos nos 80% do sistema.

⁵ O dicionário porto editora da língua Portuguesa define a palavra ingénua como: "Sem malícia; inocente; Simples; Natural". (<http://www.infopedia.pt/lingua-portuguesa/ing%C3%A9nuo>), [acedido em 29-07-2013].

⁶ A teoria de Pareto (também conhecido como princípio 80-20) afirma que para muitos fenómenos, 80% das consequências advêm de 20% das causas. A lei foi sugerida por Joseph M. Juran, que deu o nome em honra ao economista italiano Vilfredo Pareto. Exemplo: Mais de 80% das descobertas científicas são realizadas por 20% dos cientistas. Wikipédia, (http://pt.wikipedia.org/wiki/Princ%C3%ADpio_de_Pareto), [acedido em 2013-07-29].

1.3 RESTRIÇÕES E NÃO RESTRIÇÕES.

Os elementos do sistema⁷ podem ser classificados em restrições e não restrições, conforme a sua capacidade de atender ou não as solicitações efectuadas sobre elas. Os elementos que não apresentam capacidades para atender as solicitações são denominados de restrições, e por outro lado, os elementos que têm capacidades são denominados não restrições (Dettmer 1997). Fazendo uma analogia com a corrente real conforme é ilustrada na Figura 1. 1, pode-se afirmar que a restrição, o elo mais fraco é sem dúvidas o boneco amarelo entre os elos da corrente, e os demais elos seriam os recursos não restrição. Para um projecto, uma restrição – elo mais fraco – seriam, por exemplo, o espaço físico de uma sala onde se poderiam realizar os trabalhos ou um recurso que não pode realizar duas tarefas ao mesmo tempo.

Uma restrição é qualquer elemento ou factor que impeça que um sistema atinja um nível maior de desempenho em relação a sua meta (WATSON et al., 2007). Esta definição indica que a teoria das restrições pode ter uma aplicação mais ampla do que simplesmente o planeamento da produção e sistemas de gestão de projectos. Para Verma (1997), a TOC pode ser definida como uma abordagem de gestão centrada na melhoria dos processos que restringem o fluxo da produção com vista a melhorar continuamente o desempenho das operações de produção; isto é, uma filosofia que busca otimizar a produção, por meio da identificação das restrições de um sistema, minimizando-as ou eliminando-as, a fim de melhorar o desempenho do mesmo como um todo.



Figura 1. 1 - Conceito de cadeia critica

Fonte: (<http://www.youtube.com/watch?v=y1wjnizcm>), [acedido em 27-07-2013]

⁷ O dicionário porto editora define a palavra sistema como, um conjunto de partes dependentes umas das outras. No caso em análise tem que ver com todos os elementos do projecto (<http://www.infopedia.pt/pesquisa.jsp?qsFiltro=0&qsExpr=sistema>), [acedido em: 06-10-2013].

1.4 CADEIA CRÍTICA NA GESTÃO DE PROJECTOS (CCPM)

A CCPM é uma ferramenta de auxílio a TOC na gestão dos projectos fora do contexto industrial, no âmbito com foi inicialmente elaborada. O Dr. Eliyahu M. Goldratt mais tarde apresentou como a TOC poderia ser utilizada para programação e controle de projectos usando um conjunto de conceitos frequentemente denominados de *Critical Chain Project Management - CCPM* e, em termos amplos, têm por objectivo auxiliar na resolução dos principais conflitos existentes nos projectos ou obter o maior valor financeiro possível dos projectos com o menor desperdício de recursos e com a menor quantidade de trabalhos em processos.

Assim, como nos cinco passos de melhoria contínua da TOC, o principal objectivo na CCPM é identificar a sequência crítica de tarefas que não permite ao projecto o término antes ou no prazo estipulado e possibilitar a exploração de melhorias como, por exemplo, a remoção de desperdícios ou a criação de buffer. Este assunto e outro, como por exemplo o método tradicional de calendarizar tarefas (PERT/CPM) serão tratados com mais detalhe nos capítulos seguintes.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos. Nos parágrafos seguintes é efectuada a descrição sumária de cada um deles.

Capítulo 1 – Introdução

Que agora termina introduz-se o objectivo do trabalho e aspectos introdutórios que têm que ver com as técnicas a serem utilizadas.

Capítulo 2 – Desafios na gestão de projectos

Nesse capítulo discute-se o conceito PERT/CPM, na sua vertente tradicional. Mostra-se também o desenvolvimento do gráfico de Gantt. Demonstra-se porque os projectos não terminam dentro dos prazos, bem como o desenvolvimento de rede PERT/CPM.

Capítulo 3 – TOC

Neste capítulo desenvolve-se o método TOC e a sua ferramenta CCPM. Mostra como se estima a margem de segurança do tempo nos projectos. Os elementos chave na cadeia crítica. Faz um estudo passo à passo de um exemplo teórico de como se calendariza um projecto utilizando a ferramenta CCPM.

Capítulo 4 – analisado do caso em estudo

Aqui encontramos uma aplicação prática do método CCPM, aplicado a um projecto com todos os passos detalhados.

Capítulo 5 – conclusões e recomendações futuras.

Algumas conclusões, face ao novo método e algumas recomendações de investigação futura.

2 CAPITULO – DESAFIOS NA GESTÃO DE PROJECTOS

2.1 INTRODUÇÃO

De acordo com Goldratt (2010), os projectos estão no centro da mudança nas organizações. Eles são os veículos para o desenvolvimento de novos produtos, os principais responsáveis nas melhorias dos processos, estão na vanguarda das mudanças, e assim por diante. As estratégias das organizações, dependem portanto assim da execução dos projectos e portanto, é indispensável que, os mesmos sejam realizados da forma mais eficazmente possível. Neste capítulo e o outro a seguir vão revelar, uma série de novos paradigmas que permitiram grandes avanços em relação aos métodos tradicionais Program Evaluation and Review Technique/Critical Path Method (PERT/CPM). Novas abordagens vão ser consideradas, como por exemplo, a disponibilidade dos recursos críticos no momento de lançamentos do projectos e o planeamento da calendarização dos projectos individuais. Novos conceitos de estimar tarefas e buffers (reservas de tempo) de tempo de protecção inteligente colocados em caminhos apropriados, que permitem aos gestores focalizar correctamente em áreas específicas que necessitam de atenção para o sucesso do projecto. Eliminação de multitarefas desnecessárias, por combinar com uma abordagem do fluxo de trabalho que reduz drasticamente o tempo de execução do projecto e melhoria de qualidade do mesmo Goldratt (2010).

A falha na maioria dos projectos geralmente significa que os resultados reais dos três objectivos do projecto, com pelo menos um deles, não se cumpriram às expectativas iniciais. Como o plano do projecto foi reduzido (mudaram as especificações originais); ou mesmo foi entregue atrasado (em relação à data prevista) ou o orçamento foi ultrapassado (custos reais do projecto ultrapassados). Acontece que, em alguns projectos, dois ou mesmo os três destes objectivos referidos no parágrafo anterior não foram atingidos. Ao longo das últimas quatro décadas, duas linhas de pesquisa, surgiram a partir de gestão de projectos

Os pesquisadores académicos e profissionais, têm estudado o ambiente de gestão dos projectos para identificar os problemas humanos (falta de compreensão técnicas, falta de trabalho em equipa, falta de comunicação, etc.) como causa dos fracassos dos projectos; contudo essas linhas de pensamentos, raramente conduziram o trabalho numa outra vertente, de pesquisa, como por exemplo a falta de uma observação atenta do projecto como um único sistema. Em muitos casos, os cientistas só discutiam o problema em estudo, como as causas das falhas dos projectos.

Ao passo que, o que se exigia, era uma análise do ambiente dos projectos como um sistema único. Assim iniciemos, em primeiro lugar, por fazer um breve panorama do gráfico de Gantt e programação da rede PERT / CPM (chamados mecanismos tradicionais).

2.2 MECANISMOS DE PLANEAMENTO E CONTROLO TRADICIONAIS

Os mecanismos de planeamento e controlo tradicionais em gestão de projectos destacam-se os seguintes: O gráfico de Gantt que foi desenvolvido cerca de 100 anos atrás, o PERT inicialmente chamado (Program Evaluation and Review Technique) e posteriormente alterado para (Programa de Avaliação e Técnica de Revisão) e por fim, CPM (Critical Path Method – Método do Caminho Crítico) que começaram a sua evolução á aproximadamente 50 anos. Cada um destes métodos tem vantagens e desvantagens, que serão resumidas nas secções seguintes.

2.2.1 O gráfico de Gantt

O gráfico de Gantt é constituído pelo um gráfico, como o nome mesmo indica, mas que, de barras horizontais, desenvolvido como uma ferramenta de controlo de produção em 1917 por Henry L. Gantt; um engenheiro Industrial Americano⁸. Frequentemente usado em gestão de projectos, este fornece uma visão geral de uma programação que, ajuda a planear, coordenar e controlar as actividades específicas de um projecto. Este gráfico pode ser tão simples como uma imagem desenhada à mão em papel milímetro, ou tão complexo como o *software* de computador que está por trás do seu desenvolvimento.

A Figura 2.1, mostra o gráfico de Gantt simples usado para um projecto). O eixo horizontal do gráfico representa o intervalo de tempo total do projecto (dividido em incrementos de tempo uniforme que pode ser de dias, semanas, meses e, etc.), ao passo que, as tarefas, que compreendem o projecto, são no eixo vertical. As barras horizontais são usadas para ilustrar as datas de início e fim das actividades individuais (por exemplo, a tarefa A tem uma duração de y dias, começando no início do dia 1 e termina no final do dia 5). Na sua forma mais simples, o gráfico de Gantt mostra todas as actividades necessárias para completar o projecto. Algumas das actividades devem ser concluídas numa sequência especificada, enquanto outras podem progredir simultaneamente. As tarefas B e C são processadas

⁸ (<http://www.eps.ufsc.br/teses98/ichihara/cap2.html>), [acedido em 13-12-2013]

sequencialmente e ao passo que as tarefas B e D podem ser processadas simultaneamente. Para iniciar a construção de uma casa, por exemplo, primeiro inicia-se com as fundações, só depois de estarem concluídas, pode-se executar outros trabalhos tais como: Levantar as paredes, o sistema de canalização e o sistema eléctrico. No entanto se quisermos, estes dois últimos podem ser instalados em simultâneo ou não.

O gráfico de Gantt torna-se complexo quando a programação é baseada em estrutura de desdobramento do trabalho (WBS). Continuando com o exemplo anterior (projecto da casa), a instalação do sistema eléctrico, por exemplo, pode ser decomposto em sob elementos, tais como: a instalação do disjuntor eléctrico, o painel, introduzir os fios eléctricos através da canalização, inspecção do sistema pelo inspector de obras, etc.

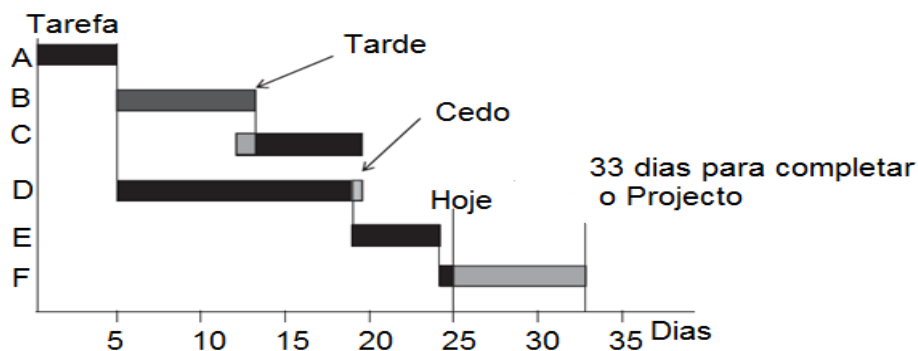


Figura 2.1 - Gráfico de Gantt simplificado de uma rede de projecto

Fonte: Adaptado do livro Theory Of Constraints (HandBook) dos Editores: James F. Cox III e John Schleier, Jr. (2010)

Em seguida, é necessário determinar as datas de início e do fim, bem como a responsabilidade de cada um dos recursos. Nesse contexto, a percentagem concluída de cada elemento é monitorado e os objectivos propostos. Observando novamente a Figura 2.1, a primeira linha vertical no gráfico (eixo dos xx), mostra a data actual (25), enquanto as partes concluídas e por concluir de cada barra horizontal são sombreadas de forma diferente para permitir a inspecção visual do progresso do projecto. Por exemplo, a tarefa B está atrasada dois dias e tarefa D terminou mais cedo um dia.

As principais vantagens da calendarização do gráfico de Gantt são: É facilmente entendido pelo público em geral e fornece um meio visual para acompanhar o andamento do projecto. As desvantagens são inúmeras: O quadro torna-se difícil para projectos maiores (mais de 30 actividades), quando ela se estende por mais de uma única página (ou pelo monitor, se computadorizado). O gráfico não indica as dependências das tarefas, e, portanto, não se consegue comunicar com outras actividades que estão atrás, pois estas podem afectar outras actividades.

2.2.2 PERT / CPM no ambiente de projecto único

CPM e PERT tiveram origens em 1957 e 1958, respectivamente⁹. O CPM examina as vantagens e desvantagens entre a redução da duração do projecto, aumento da actividade e os custos do projecto; ao passo que a PERT, analisa os aspectos da incerteza das datas de conclusão do projecto em desenvolvimento. O CPM¹⁰ foi originalmente concebido para resolver problemas de programação (calendarização) de reconstruções de fábricas pela DuPont, e PERT como programa de submarino nuclear Polaris pelo Escritório de Projectos Especiais da Marinha Americana.

A partir das suas origens até o presente, ambas as técnicas (e sua posterior incorporação em uma) têm sido anunciados como avanços na gestão de sistemas complexos. A programação das actividades com a técnica PERT/CPM consiste em determinar em que tempo (por exemplo, em dia, ou semana), uma actividade deve começar e terminar. As actividades não críticas, o momento inicial não precisa ser necessariamente igual ao momento final da sua actividade precedente, uma vez que estas possuem folgas (não pertence ao caminho crítico). A fim de formalizar este raciocínio, a técnica PERT/CPM utiliza quatro variáveis que são:

ES=Momento Inicial Mais Cedro (Earliest Start)

EF=Momento Final Mais Cedro (Earliest Finish)

LS=Momento Inicial Mais Tarde (Last Start)

LF=Momento Final Mais Tarde (Last Finish)

⁹ (<http://mayerle.deps.prof.ufsc.br/private/eps5102/TransparenciaPertCpm.pdf>), [acedido em 13-12-2013]

¹⁰ Luís Manuel Borges Gouveia (1997-1999),Gestão de Informação

A Figura 2.2, tem seis actividades. Cada actividade está associada um tempo de duração. Por exemplo a fim de materializar o exposto acima, observemos atentamente a figura em análise. O tempo da actividade A (ES=20) é igual o tempo inicial de B. Para um caminho não crítico, onde existe folga, por exemplo a actividade B, cujo tempo (ES=20) não é igual o tempo final (EF=27).

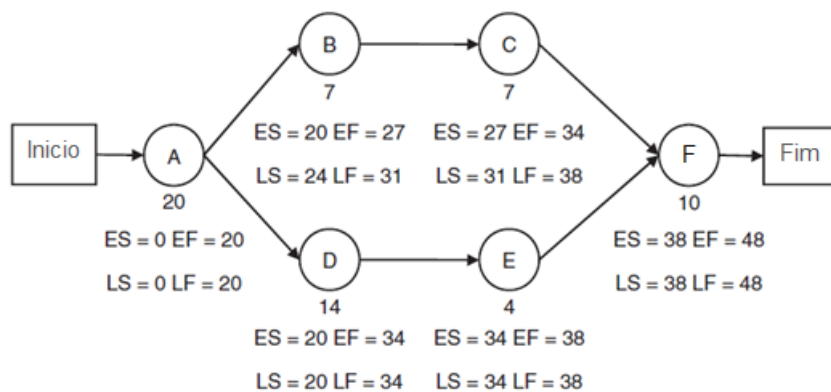


Figura 2.2 - Actividade típica nos nós de um projecto em rede

Fonte: Adaptado do livro Theory Of Constraints (HandBook) dos Editores:James F. Cox III e John Schleier, Jr. (2010)

A diferença entre LF e EF ou LS e ES é simplesmente a folga total associada a cada actividade. As actividades cuja folga é zero são chamadas de críticas, porque um atraso nestas actividades poderá causar um atraso no projecto. Na Figura 2.2, as actividades críticas são: A, D, E e F. Assim estas actividades fazem parte do caminho crítico.

Aqui encontramos as principais vantagens PERT/CPM, em comparação ao gráfico de Gantt, que são: PERT/CPM mostra se alguma actividade foi esquecida ou não. Clareza e facilidade de compreensão pelos clientes e outros interessados. Mostra a folga, por exemplo, das actividades B e C da Figura 2.2, que é. Para mais informação consultar¹¹. Abaixo podemos observar a equação do cálculo da folga.

$$LF_i - EF_i = LS_i - ES_i \quad [1]$$

¹¹ Gerenciamento de Projecto: PERT e CPM CD14-17, (<http://pt.scribd.com/doc/66332295/PERTCPM>), [acedido em 1-08-2013].

Portanto, apesar da folga, se por qualquer motivo uma dessas actividades (B e C), referidas no parágrafo anterior, estiverem atrasadas, por mais de quatro dias seguidos, o caminho crítico será afectado negativamente, porque ambas as actividades C e E devem ser concluídas antes da actividade F poder ser iniciada. A principal desvantagem deste método face ao anterior é a capacidade de disponibilizar vários recursos necessários ao mesmo tempo. O que se segue em grande parte tem a ver com a investigação sobre PERT/CPM, ou melhor será destacada a bibliografia que mostra que desde os tempos primórdios sempre ocorreram falhas na aplicação do método no contexto de projecto único.

2.3 BREVE REVISÃO DA LITERATURA DE GESTÃO DE PROJECTOS.

A literatura de gestão de projectos é enorme, pois vários milhares de artigos e dezenas de livros já foram publicados. Apesar da variedade de informação na gestão de projectos, e ter havido crescimento significativo, muitos dos problemas inicialmente identificados há quase cinco décadas, quer na literatura aplicada, quer na literatura teórica ainda hoje persistem. Esta revisão da literatura fornece apenas um breve vislumbre da contínua pesquisa dos temas de gestão de projectos desde o final da década de 1950 até hoje. O objectivo é mostrar que os problemas de gestão de projectos não têm sido resolvidos (Goldratt 2010). As origens das técnicas, PERT/CPM, também é uma questão que merece um destaque já a seguir, embora o assunto fosse já tocado na secção 2.1.2.

2.3.1 Origens do PERT e CPM

A literatura de gestão de projectos trás atenção os pros e os contras de PERT e CPM. Um relato breve fornecido, ilustra bem este diálogo contínuo. PERT e CPM tiveram sucessos imediatos e causaram interesse nas administrações de topo de várias organizações. Vários investigadores forneceram artigos que descreveram o uso dessas novas ferramentas de gestão; por exemplo, Malcolm, Roseboom, e Clark (1959) forneceram um relatório da situação com a história do desenvolvimento; por exemplo, o plano de fluxo, as estimativas de tempo decorrido, a organização dos dados; o cálculo dos tempos esperados, tempo final, folga, caminho crítico e a probabilidade da conclusão do projecto numa determinada data.

Assim que, este relato detalhado do PERT apareceu, Healy (1961) alertou para um problema com a técnica, dizendo que subdividir as actividades e seus tempos relacionados podem alterar as probabilidades associada à data de conclusão do projecto. Clark (1961) e Millstein (1967) criticaram Healy por causa da sua pesquisa com base nas realidades da

gestão com PERT, e Roseboom (1961) crítica Healy por simples facto a sua pesquisa se basear nas suas suposições que são irrealistas. Miller (1962) forneceu uma descrição de como planear e controlar com PERT; e Levy, Thompson e Wiest (1962) ambos proporcionam uma descrição semelhante de ABC da CPM, no livro Harvard Business Review. Ao mesmo tempo, Pocock (1962) descreve PERT, o seu contorno, e problemas (PERT é uma responsabilidade de gestão; PERT não é um sistema automático; PERT frequentemente entra em confronto com os padrões de organização tradicionais, PERT não pode ser uma técnica rigidamente padronizada). Kelley (1962) fornece investigação de apoio com base na matemática do CPM, e Bildson e Gillespie (1962) fornecem um modelo extensão de PERT (com a incerteza do tempo de actividade) e CPM (com custo da actividade caso hajam falhas). Paige (1963) fornece uma descrição detalhada de PERT / Custo. As pesquisas seguintes apresentadas em vários artigos posteriores, analisaram e atacaram os pressupostos PERT como sendo irreais ou falsas.

2.3.2 Falhas nos projectos

Os artigos referidos na secção anterior e pesquisas de organizações diferentes, tentaram determinar o nível de falhas de projectos e as suas causas. Por exemplo em 1957, C. Northcote Parkinson, observou que “ o trabalho expande-se de modo a encher o tempo disponível para sua conclusão”, agora conhecida como Lei de Parkinson. Outros como Marks e Taylor, 1966; Krakowski, 1974; atribuíram a presença desta lei (Parkinson), as actividades do projecto e os resultados sobre a duração do mesmo. Outras desvantagens que foram apontadas são, as tendências dos recursos negligenciarem os seus postos de trabalho, deslocamento de pessoas para outros de projecto, com mais prioridades, e duplicação de actividades dos recursos por parte da organização do projecto. Avot (1970) afirma: “ Muitos casos de gestão de projectos falham porque ofuscam as histórias de projectos bem-sucedidos”. Ele identificou as principais causas de fracasso dos projectos da seguinte forma: a base para o projecto não é sólida, o homem errado é escolhido como gestor de projectos, a gestão de empresa é desprovida de fundamentos, as tarefas não são adequadamente definidas, o sistema de gestão de projectos não é controlado adequadamente, a gestão técnica (isto é, muitos relatórios) são mal utilizados e o término do projecto não é planeado. Brooks (1995), refere que, o gestor de projecto da IBM OS/360, ofereceu cinco principais causas de atrasos em projectos de tecnologia da informação: (1) As técnicas de estimativas não bem desenvolvidas (as estimativas são geralmente optimistas); (2) As técnicas de estimativas confundem os esforços com o progresso; (3)

O desejo de enviar ao cliente na data concordada (mais irrealista); (4) O progresso do projecto é muito mal controlado; e (5), quando ocorrer o deslize na calendarização, a resposta é adicionar mão-de-obra.

Baseado na sua experiência de gestão de projectos, Hughes (1986), atribui a maioria das falhas dos projectos por não acompanhar princípios básicos de gestão, como ter um objectivo incorrecto sobre o sistema de gestão de projectos; ao invés de se ter as metas do projecto, pelo contrário, fixam em manter primeiro as estimativas do tempo; muito detalhado ou estrutura de actividade muito ampla. A falta de formação em técnicas de gestão de projectos também tem sido apontado como sendo uma das causas. A de (Lei de Parkinson), e falta de comunicação de metas. Para Black (1996), as maiores causas de falhas de projectos são 12:

1. Falta de planeamento
2. O gestor de projecto sem experiência
3. Alterações do projecto (mau planeamento inicial, e etc.)
4. Má calendarização
5. Falta de habilidades dos membros da equipe
6. Apoio à gestão
7. Financiamento
8. Contenção de custos
9. Recursos
10. Gestão da informação
11. Incentivos (falta de prémios e sanções)
12. A contínua falta de análise de risco

Na década de 1980 e início de 1990, uma série de artigos de Pinto e Slevin (1987), Pinto e Prescott (1988), Pinto e Slevin (1989) e Pinto e Mantel (1990) analisaram a presença de factores críticos de sucesso em implementações de projectos, as diferenças entre os estágios do ciclo de vida do projecto; diferenças entre projectos, e falhas de projectos, respectivamente.

Os factores críticos de sucesso são a definição da missão do projecto, o apoio da gestão do topo, consulta do cliente, pessoal, funções técnicas, a aceitação do cliente, feedback, comunicação e resolução de problemas.

Brown (2001) relata que três quartos de todos os projectos são concluídos mais tarde e ultrapassando orçamento final, de acordo com uma pesquisa de 1800 executivos, profissionais e consultores. Pitagorsky (2001) coloca a taxa de falha de 40 a 60 por cento. De acordo com James (2000), 40 por cento de todos os grandes projectos de TI terminam em “fracasso total”, enquanto outros 33 por cento estão “desafiados”¹², o que significa que são terminados tarde, acima do orçamento ou com menos recursos e funções originalmente especificadas não postas em prática. Agora na sequência, vamos ver alguma bibliografia sobre projectos.

2.3.3 Literatura de Gestão de Projectos únicos.

PERT / CPM é criticado por não fornecer as datas de conclusão realizáveis, e por utilização de recursos de forma ineficiente (por exemplo, Klingel, 1966; Badiru, 1993; Meredith e Mantel, 2003). Estas falhas podem ser identificáveis no plano inicial. Uma variedade de métodos para o planeamento de projectos de controlo tem sido defendida por investigadores (Wiest e Levy, 1977; Kerzner, 1994). Apesar destas críticas, Ainda não há consenso sobre quaisquer modificações ou um substituto para o tradicional PERT / CPM e técnica de planeamento de controlo que resultassem.

Como a maioria das pesquisas têm sido conduzidas no ambiente de único projecto, as críticas de PERT / CPM também foram focadas no ambiente de projecto único. Kerzner (1994) afirma que PERT: (1) é item final orientado, separa os planeadores e dos executores; (2) assume a capacidade infinita, e (3) tem falta de histórico sobre a qual basear estimativas. Outros pesquisadores encontraram problemas semelhantes e criticaram determinadas características PERT /CPM. Van Slyke (1963) e mais tarde Schonberger (1981) constataram que a variação de actividade aumenta a duração do projecto. Ambos descobriram igualmente que PERT assume caminho independente e questionam se a variação no caminho pode causar um outro caminho para ser atrasado.

¹² Segundo o dicionário porto editora, esta palavra tem significado tudo aquilo, que é posto em causa. (<http://www.infopedia.pt/pesquisa-global/desafiado>), [acedido em. 05-09-2013].

Van Slyke (1963) identificou ainda a causa da interdependência das actividades no caminho independente. Os pesquisadores em última análise, questionam a suposição de PERT / CPM de ter capacidade infinita e a desconsideração da variação da duração da actividade. Na secção seguinte como já fizemos referências anteriormente falaremos da literatura para múltiplos projectos.

2.3.4 Literatura de Gestão de Múltiplos Projectos

A gestão de vários projectos tem certos problemas que devem ser reconhecidos antes do desenvolvimento de novas ferramentas para o planeamento e controlo. Uma pesquisa recente na área de planeamento de múltiplos projectos e controlo reconheceu várias insuficiências do método PERT / CPM. Investigadores têm explorado as tarefas e regras a atribuir aos recursos, para planear melhor múltiplos projectos, (por exemplo, Lee et al, 1978; Trypia, 1980; Kurtulus e Davis, 1982; Kurtulus, 1985; Kurtulus e Narula, 1985; Allam, 1988; Mohanty e Siddiq, 1989; Bock e Patterson, 1990; Deckro et ai, 1991; Dean et al, 1992; Abdel-Hamid, 1993; Kim e Leachman, 1993; Lawrence e Morton, 1993; Speranza e Vercellis, 1993; Yang e Soma, 1993; Vercellis, 1994; Tsai e Chiu, 1996) têm investigado a questão de múltiplos projectos, tanto de forma organizacional (por exemplo, Coulter, 1990; Platje e Seidel, 1993; Payne, 1995) e bem como de uma base táctica (por exemplo, Tsubakitani e Deckro, 1990; Dumond e Dumond, 1993). Com excepção do Dumond e Dumond (1993) e Tsubakitani e Deckro (1990), esta pesquisa analisou um ambiente de múltiplos projectos estáticos. As investigações para o planeamento, programação e controle de funções de vários projectos encontraram características fundamentais inerentes em muitos projectos:

1. Os projectos múltiplos são interdependentes, devido à utilização de recursos comuns.
2. Algum método deve ser usado para priorizar o uso de recursos entre vários projectos.
3. Há alguns conflitos entre a utilização dos recursos e sobre o tempo de conclusão dos projectos individuais.
4. Seja organizacional ou táctico, um mecanismo de controlo deve existir para reduzir a variação entre o projecto e as datas previstas de conclusão real. Na secção seguinte e até ao final deste capítulo, vamos analisar doze directrizes na qual os gestores devem ou pelo menos deveriam apoiar a sua aplicabilidade.

2.4 DESENVOLVIMENTO DE DIRECTRIZES¹³

O uso difundido de técnicas de gestão de projectos e do fracasso geral dos mesmos (para cumprir com o tempo, com orçamento ou metas especificadas, fazer análise dos fundamentos do planeamento, programação e controle a partir de uma perspectiva sistémica), fez com que fossem desenvolvidas as 12 directrizes, para ajudar no planeamento, programação e controlo. Na continuação e nas secções seguintes, vamos ver o desenvolvimento e sua aplicabilidade. Essas directrizes são colocadas como ponto de partida para o desenvolvimento de uma abrangente solução para o planeamento, programação e controlo do projecto.

I - Reconhecer as diferenças entre projectos, as datas de término e ganhar dinheiro com os projectos. A estrutura da rede pode ser a mesma, mas para ganhar dinheiro num projecto, este deve ser iniciado o mais rápido possível e um projecto cuja data é conhecida deve ser iniciado o mais tarde quanto possível (para economizar dinheiro). O projecto deve ser visto como parte de um sistema maior – onde estão incluídos, os objectivos do projecto, as metas (como respeitá-las) e os objectivos da organização.

II - Reconhecer todas as actividades necessárias para alcançar o objectivo do projecto e da organização. Na aplicação do objectivo do projecto, deve-se ter em conta todo o sistema. Certificar-se que a agenda do projecto define plenamente as actividades necessárias para alcançar o objectivo do projecto e estar em linha com as metas do sistema (organização).

III - Reconhecer que a utilização dos recursos a 100% pode ser contrário aos objectivos do projecto e da organização. Usar recursos dentro do plano e entre os projectos de tal forma que o projecto seja concluído no prazo, dentro do orçamento e todas as especificações.

¹³ Instrução ou orientação que deve ser seguida para levar a bom termo determinada tarefa; Normas de Procedimentos. (<http://www.infopedia.pt/pesquisa.jsp?qsFiltro=0&qsExpr=Directrizes>), [cedido em 05 -09-2013].

Fonte das directrizes: Theory of constraints, Hand Book (2010) cap. 3 , da editora:James F. Cox III e Jhon G. Schleier,J.

IV - As regras para a construção dos tempos das actividades do projecto devem ser conhecidas e praticadas por todos os recursos, gestores de recursos e de projectos. A probabilidade de 0,5 de conclusão das actividades e dos projectos, são necessários para determinar a rede de uma forma correta. Buffers (reserva de tempo) devem ser aplicados estrategicamente ao nível do projecto.

V - Minimizar a quantidade de multitarefas por recursos críticos e a quantidade de multitarefa em actividades no caminho crítico do projecto, para reduzir o atraso nas actividades. Usar multitarefas cautelosamente, compreender seu impacto sobre a conclusão do projecto. Os buffers¹⁴ devem ser colados estrategicamente nos caminhos não-críticos, de contenção de recursos, e no final dos projectos, para reduzir o impacto da lei de Murphy.

VI - Desenvolver e implementar uma metodologia de alocação de recursos de forma que os recursos saibam que projectos devem priorizar entre vários, na perspectiva da organização (sistema).

VII - O gestor de projecto deve considerar todas as actividades e dependências por completar a fim de alcançar os objectivos do projecto, bem como todas as condições que devem ser cumpridas antes de uma actividade poder começar a quando do desenvolvimento da rede do projecto.

VIII - Reconhecer a existência de capacidades finitas e variação de duração das actividades que pode alterar a programação e controle de projectos quer simples quer múltiplas. Incluir um buffer no final de cada projecto, assim como nos pontos de convergência (convergência tecnológica e convergência causada pela contenção de recursos), tanto dentro dos projectos bem como entre eles.

IX - Reconhecer que a prática actual de minimizar os custos por atrasar a actividade pode ser contraproducente, pois o objectivo de entregar os projectos no prazo pode estar em causa.

X - Reconhecer que os gestores de recursos utilizam tempo estimado inflacionado para as actividades; os recursos fazem uso do tempo do projecto nas tarefas múltiplas, e finalmente, reconhecer que essa atitude provoca atrasos nos projectos.

¹⁴ A palavra buffers refere-se uma reserva de tempo colocado em sítios estratégicos para proteger o projecto (ver o capítulo 3)

XI - A teoria (pesquisa) deve ser revista para reflectir e apoiar a prática. As actividades da Cadeia Crítica ou uma cadeia quase Crítica devem ser agendadas assim que termina a actividade anterior, ao invés do tempo. Por exemplo, o tradicional software de gestão de projectos normalmente fornece tempo para recursos disponíveis com base na calendarização.

XII - Estabelecer um método claro e eficaz para o planeamento e controlo de múltiplo projectos, olhar para a contenção de recursos entre projectos. Reconhecer que nem todos os projectos podem começar o mais rápido possível. Os projectos devem ser canalizados com base na capacidade dos recursos críticos e escalonados com base na capacidade desses mesmos. Nas secções seguintes, vamos poder ver como fazer aplicação directa destas directrizes acabadas de mencionar.

2.4.1 Grandes questões

2.4.1.1 Metas, objectivos e limite de um projecto

Os objectivos têm hierarquias, e é descrita da seguinte forma: “Há objectivos, dentro de objectivos. Todos eles requerem uma definição cuidadosa se é que eles não-de ser úteis e rentáveis separadamente como um todo” (Granger,1964). Lembramos que, o objectivo de um projecto é de ser concluído com sucesso, o que geralmente se traduz em objectivos de nível mais baixo de minimizar os custos associados com o projecto, a sua conclusão (meta) no prazo, conforme descrito nas especificações. Mas qual é o verdadeiro objectivo do projecto? O objectivo do projecto pode ser classificado em dois tipos:

(1) Os projectos devem ser concluídos (ter limites) até à data determinada, e (2) a sua conclusão deve gerar receitas.

Causas: PERT / CPM não reconhece abertamente as diferenças entre um projecto que deve ser terminado na data da conclusão pré-determinada (projecto com data) e um projecto de que deve ser concluído no fim para se ganhar dinheiro o mais rápido possível (gerar dinheiro com o projecto). Esta questão é abordada pela directriz I

2.4.2 Calendarização de um projecto

Feldman (2001) identificou os “sete pecados capitais” de estimar projectos. Ele concluiu que nem todas as tarefas ou os custos são definidos e que as estimativas não representam a calendarização em plenitude. Qual é o objectivo do projecto em relação aos objectivos da organização? Qual é então a calendarização de um projecto que serve de apoio estas organizações?

Se estamos a definir um projecto que envolve a abertura de uma nova concessionária de carros por exemplo, poderíamos perguntar: quais são as actividades que devem ser incluídas no projecto? Qual é o objectivo do projecto? Neste caso, é para ganhar dinheiro com a venda de carros. No passado, a concessionária do nosso exemplo, talvez decidisse abrir uma nova loja de vendas numa cidade grande. Neste caso, poderia ter sido executado como se tratasse de vários projectos como, a compra do terreno; a construção das instalações, mobiliário do prédio, e contratação de serviços; estoques, encomenda; recrutamento e treinamento de funcionários, etc.. Suponhamos que leva nove meses a contar de início do projecto até que as portas do estabelecimento abrirem. São nove meses que o dinheiro sai para fora da empresa.

Se usarmos a perspectiva do sistema e reconhecermos que o objectivo é ganhar dinheiro no projecto (ou seja, a conclusão do projecto é fazer com que haja retorno de dinheiro); a rede pode ser reestruturada como um único projecto, de modo a executar diversas actividades numa construção paralela, e concluir o projecto em três meses. O fim do projecto é definido como abrir as portas para o negócio, em vez de completar a construção. Este reconhecimento do tipo de projecto e seu alcance real, permite que a empresa possa gerar lucros após três meses em vez de depois de nove meses.

Causa: Como tradicionalmente aplicado, PERT / CPM não reconhece todas as actividades necessárias para alcançar o objectivo de um projecto e da organização. Esta questão é abordada pela directriz II.

2.4.3 O Dilema¹⁵ de gestão de projectos

Williams (2001) afirma que calendarizar apresenta um duplo desafio na gestão de projectos. Por um lado, existe a necessidade de se combinar a capacidade exigente colocada sobre os recursos que devem estar disponíveis para desempenhar as suas funções. O objectivo geral da maioria das organizações é para ser bem-sucedido (ganhar mais dinheiro, na maioria dos casos), e todos os gerentes da organização compartilham esse objectivo. O gestor de projecto é geralmente atribuído o planeamento e a execução de um projecto de sucesso (no prazo, no orçamento e nas especificações). Para garantir que os recursos estejam disponíveis nos momentos adequados, os gestores de projecto desenvolvem listas detalhadas para cada gestor de recursos.

Os recursos, no entanto, não são controlados pelo gestor do projecto, mas sim, geridos por gestores de recursos. Para a organização ser bem-sucedida, os gestores de recursos são aconselhados a minimizar os custos operacionais associados ao uso dos recursos. Esta directiva para os gestores de recursos geralmente se traduz em manter os recursos activos em todos os momentos. Os gestores de recursos são dados um orçamento e medidas contra o orçamento e utilização eficiente dos seus recursos. O dilema é, então, entre os gestores de projectos que tentam concluir os projectos, com o tempo, orçamento e especificações por um lado e por outro os gestores de recursos que tentam fazer uso eficiente de recursos.

Em ambientes multi-projectos, os gestores de recursos que estão ser solicitados em todas as actividades em diferentes projectos agrava ainda mais esse dilema, porque cada gestor de projecto acredita que o seu projecto é o mais importante, mais crítico, etc., na prática, o ambiente piora. Um gestor de linha de produtos por exemplo pode ter uma série de projectos em andamento assim como o outro gerente. Em determinado período de tempo, podem ter alguns projectos em cada linha de produtos a competir por recursos comuns. Ou então o gestor de recursos é tirado de uma actividade para outra, possivelmente, sem completar a primeira. O gestor de recursos geralmente responde à roda estridente, o gestor de projecto que grita mais alto, em vez de ter um mecanismo formal para priorização de actividades dentro e através de projectos.

¹⁵ Situação em que deve-se escolher entre duas alternativas que se excluem mutuamente

FILOSOFIA raciocínio em que, posta uma alternativa ou disjunção, qualquer dos termos das alternativas leva à mesma conclusão. (<http://www.infopedia.pt/pesquisa.jsp?qsFiltro=0&qsExpr=dilema>), [acedido em 05-09-2013].

Na maioria das situações, os recursos também multitarefa (iniciam uma actividade, depois são informados que deve parar, para iniciar outra, e por vezes voltam na primeira actividade, e etc.) em todas as actividades, que geralmente estendem-se no tempo de conclusão é significativo notar que, possivelmente, haverá atrasos na conclusão de um ou mais projectos. Esta multi-tarefas, sem dúvida, afecta a qualidade do projecto também. As causas apontadas são que os gestores de recursos e de projectos são incapazes de planear de forma eficaz os recursos a usar em todas as actividades no mesmo projecto ou em todas as actividades em diferentes projectos.

Os gestores dos projectos são medidos pela sua capacidade para satisfazer os seus três objectivos - concluir os projectos no prazo, dentro do orçamento e especificações completas - enquanto os gerentes de recurso têm o objectivo diferentes de utilizar os seus recursos de forma eficiente e são medidos pela sua capacidade para manter os recursos totalmente utilizados. Estes são objectivos conflitantes e ter medidas contraditórias. Estes são abordados pela directriz III.

2.4.4 Determinação de tempo estimado

Em teoria, assume-se que o tempo de actividade é o tempo médio da distribuição beta (Miller, 1962). Na realidade, que tempo o gestor de recursos normalmente fornece? É o tempo médio? Raramente. Normalmente, se um gestor de recursos ou o recurso é solicitado a fornecer uma estimativa de tempo para uma tarefa, ele aumenta tempo. Se o recurso nunca foi repreendido pelo gestor do projecto, por causa dos tempos da actividade e também sempre cumpriu com que se comprometeu, então ele inflaciona ainda mais o tempo para garantir e ser bem-sucedida na conclusão da sua actividade.

O parágrafo anterior faz sentido, porque senão, pensemos no seguinte, se um recurso termina a tarefa por exemplo acima de 50 por cento do tempo estimado, o chefe, em seguida, é bem provável que pense que, esse recurso não desempenhou bem o seu trabalho. Assim então qual é a probabilidade do tempo de conclusão que o recurso deve dar ao seu chefe? Relacionado com o tempo de conclusão a 50 por cento ou um tempo relativo a 80 por cento? E se terminar o trabalho mais cedo? Dirá ao gestor do projecto? Provavelmente não, porque ao pensar no futuro, em projectos semelhante querer-se-á resguardar, para completar ou concluir na mesma quantidade de tempo.

No entanto, normalmente o gestor do projecto é informado com uma probabilidade de 80 por cento de tempo de conclusão. Isso acontece porque se o gestor do projecto souber que o recurso terminou cedo ele iria assumir que forneceu tempo a mais, e, em seguida, iria começar a questionar o tempo e os custos que o recurso forneceu para outras actividades. Deve-se lembrar, que tipicamente o custo de um recurso é baseado na quantidade de tempo utilizado para concluir o trabalho. O que acontece é que, sempre que o recurso terminar mais cedo do que sua estimativa de tempo, então o gestor de projecto acha que o seu recurso (cumpre bem a função). Existe uma forte tendência para expandir as estimativas de tempo das actividades e, se a actividade estiver concluída mais cedo, não informar a sua conclusão ao gestor.

Além disso, o gestor do projecto tem uma tendência para preencher o tempo da duração do projecto para garantir a sua conclusão. O gestor de projecto não vai fornecer o padrão a conclusão do projecto dentro da estimativa de tempo que é de apenas 50 por cento da certeza. O gestor provavelmente dá também uma probabilidade de 80 de realização. O que o gestor em geral faz, com sua estimativa do tempo do projecto? Reduz o tempo do projecto e custos e espera que as mesmas especificações. Por quê? O gestor do projecto começou como um recurso, a seguir, como gestor de recursos, depois trabalha como gestor de projecto, e agora é um gestor geral e tem pratica e sabe as regras do jogo. Frequentemente, os recursos são utilizados para trabalhar em mais de uma actividade ao mesmo tempo. Por quê? Duas condições: A primeira condição é a prática de multitarefas discutida anteriormente na secção 2.3.4. A segunda condição quando o recurso tem um atraso inesperado (curiosamente o atraso pode ser causado por uma falta de uma actividade ou ausência da setas na rede, que aponte para a próxima actividade; daí, a necessidade de utilizar uma distribuição beta com os tempos pessimistas) ou adiou a actividade até mais tarde. A condição de identificação de obstáculos para completar uma actividade é discutida na próxima secção.

Causas: As regras e medidas para determinar o tempo das actividades são ambíguas. Por exemplo, de acordo com os pressupostos da teoria PERT, o recurso ou gestor de recursos deve fornecer 0,5 de probabilidades do tempo para as actividades a fim de construir uma rede do projecto com precisão; no entanto, o gestor de projecto espera a conclusão da actividade do projecto com a probabilidade de 1,00. Esta questão é abordada pela directriz IV.

Os gestores dos recursos e dos projectos são incapazes de planear o uso de recursos, através de actividades no mesmo projecto ou em todas as actividades em diferentes projectos; a lei de Murphy atingiu algumas actividades e foram adiadas para o tempo alocado para outras actividades ligadas à actividade de precedência tecnológica ou pelo uso de uma fonte comum (recurso de prioridade). Estes são abordados pelas directrizes V e VI.

2.4.5 Desenvolvimento de Rede de um Projecto

Em teoria, o desenvolvimento de uma rede de um projecto é simples. Primeiro, vamos perguntar: Quais são as actividades do projecto? E depois pergunta-se outra vez: O que vai primeiro? Qual é o próximo? O que pode ser feito em paralelo? Estes passos são simplificações para dizer o mínimo. Na realidade, as actividades não podem começar por uma infinidade de razões não relacionadas com as actividades anteriores atrasadas (por exemplo, as ferramentas não estavam disponíveis, não foram fornecidos os materiais, mão de obra não estava agendada, o aplicativo não foi feito com a necessária licença, etc.). Na prática, cada actividade (nó) na rede devem ser examinada para determinar quem tem de estar presente para efectuar a actividade.

A mera realização das actividades anteriores não constitui sempre a condição de partida para as actividades seguintes. Por exemplo, uma equipa de serralheiros nos anos passados na Lisnave estava a reparar um navio. Depois de todos os preparativos de materiais e ferramentas tais como: maçaricos, eléctrodos, máquinas de soldar, mascara etc. verificou-se que faltava o bico de maçarico maior que pudesse cortar as chapas mais grossas, antes de começar a soldar. Portanto, vemos aqui que, enquanto várias actividades foram planeadas, uma actividade faltou que poderia atrasar a conclusão do projecto e essa actividade não foi antecipada (bico de maçarico grande). Há muitos pontos de entrada de um projecto que, se algo não estiver presente, nas actividades, e possivelmente o projecto vai ser adiado. Na literatura de gestão de projecto tradicional não tem nenhum meio ou aviso de tais situações – usa-se a distribuição beta e coloca-se 1/6 de probabilidade da duração da actividade pessimista ocorrer. Assim é preciso voltar a analisar os passos utilizados na construção de uma rede de projectos para reduzir a probabilidade de tempo de actividade pessimista que ocorra. É preciso as provas de falhas das actividades.

Por exemplo, no desenvolvimento da rede da cadeia crítica do projecto (utilizando Teoria das Restrições [TOC]), os projectistas de rede usam uma árvore com pré-requisitos para identificar os obstáculos para alcançar cada objectivo (actividade) intermédio.

Eles perguntam: “O que está nos impedir de iniciar esta actividade?” Inúmeros obstáculos são identificados, na maioria dos casos, estes são itens não incluídos na rede original. Em seguida, para ultrapassar este obstáculo é identificada uma actividade e incluída na rede. Desta forma, os projectistas de rede identificam e incluem muitas actividades no projecto e muitas setas de conexão (dependências) que foram omissas na rede original.

A maioria das redes criadas dessa forma tem pelo menos mais 25 por cento de actividades (nós) e são 50 por cento mais densa (mais setas). Uma rápida revisão das causas de fracasso dos projectos na literatura dos anos 40 mostra os fracassos das técnicas de estimação pouco desenvolvidas (estimativas de conclusão do projecto eram geralmente optimista); muito detalhado ou muita falta de estrutura ampla de actividade, de planeamento, programação ineficaz; as tarefas críticas eram deixadas de fora do plano de projecto, e, mais uma vez, um mau planeamento.

Todas essas “causas de fracasso do projecto” podem ser causadas por actividades (nós) e dependências (setas) em falta. A rede do projecto deve incluir todas as actividades e dependências necessárias para atingir a meta dos requisitos do projecto (requisitos legais, compras, concepção, produção, contabilidade, finanças, marketing, vendas, pessoal, e etc.). A maioria das redes são usadas para a concepção e desenvolvimento dos estágios e não têm uma perspectiva dos sistemas de um projecto. As consequências são que, o projecto pode ser concluído a tempo (esse tempo mostrado na rede), mas o resultado do projecto (ganhar dinheiro ou utilizar o produto final), não é conseguido. Causas: O projecto de rede não é desenvolvido para incluir todos os obstáculos que devem ser superados antes de uma actividade poder começar. Esta questão é abordada pela orientação VII.

2.4.6 Pequenas questões

As pequenas questões dizem respeito a erros ou falhas no uso das ferramentas do projecto. Usaremos exemplos simples numéricos para cada problema. Pelo estudo cuidadoso desses erros e as suas causas, uma abordagem no planeamento e agendamento dos sistemas de controlo, podem ser desenvolvidas e testadas para averiguar as questões que dizem respeito a cada um destes problemas.

Os exercícios de Gedanken¹⁶ ou experiências de pensamento, têm sido tradicionalmente utilizados nas ciências ao invés de nos negócios. O método utiliza a lógica matemática e simples de construir um exemplo ilustrativo para validar uma hipótese. O método tem sido geralmente aplicado para as áreas de investigação científica, como a mecânica quântica ou física astral, onde o tempo, espaço ou ambos separados.

Os exercícios Gedanken têm a vantagem de manter as restantes variáveis constantes, a fim de que os efeitos da variável em estudo estejam isolados. Esta simplificação permite ao pesquisador obter conhecimento e compreensão através da análise do sistema fragmentado. Assim consegue-se estudar as peças individuais, sem perder tempo com toda a peça completa, no meio de várias variáveis que interagem. Com compreensão total do comportamento de cada uma variável agindo isoladamente, o pesquisador pode ser capaz de construir uma teoria logicamente sólida sobre o sistema. O uso de gedankens nesta pesquisa baseia-se na constatação de que há muitos factores que contribuem nos atrasos da conclusão dos projectos, encontrados no planeamento, agendamento, e controlo. A seguir, vamos fazer uso desta técnica para permitir o exame de cada factor isoladamente de modo que possa ser determinado os seus efeitos sobre a conclusão do projecto.

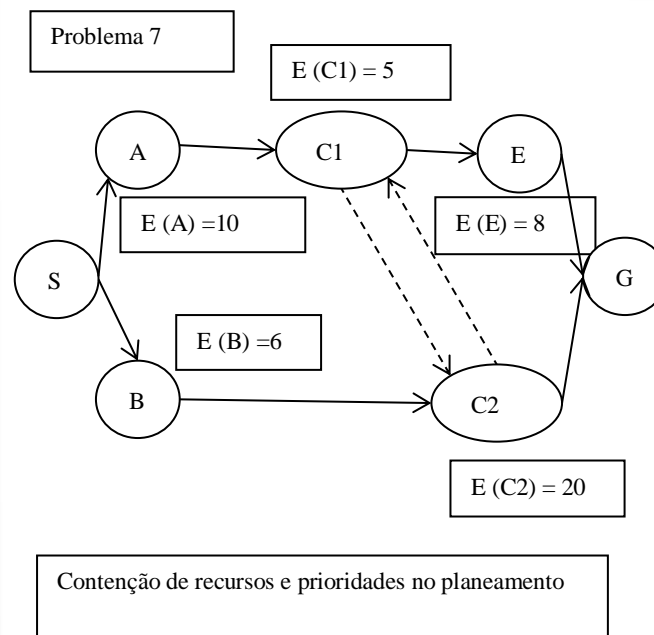
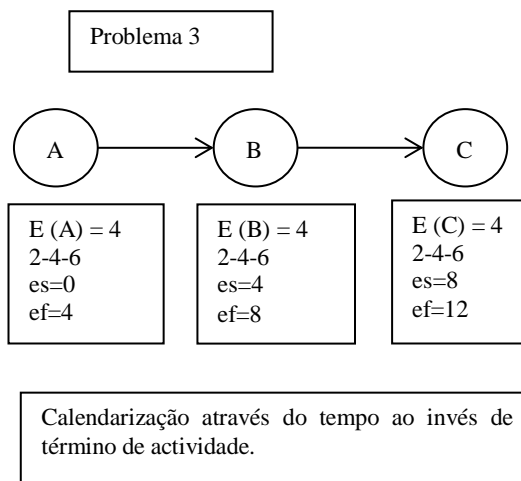
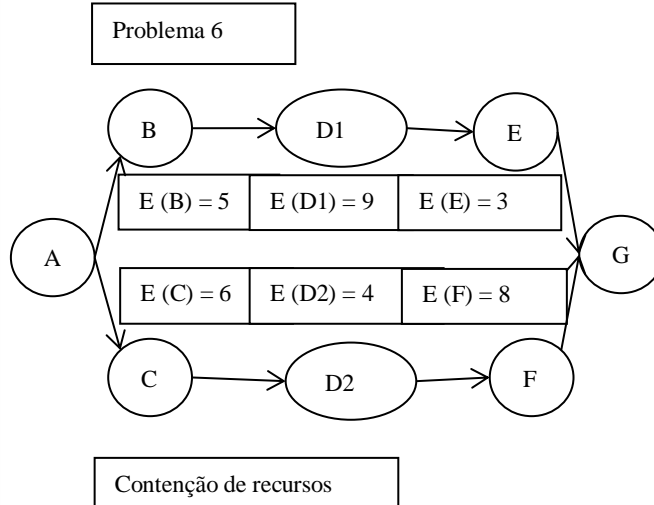
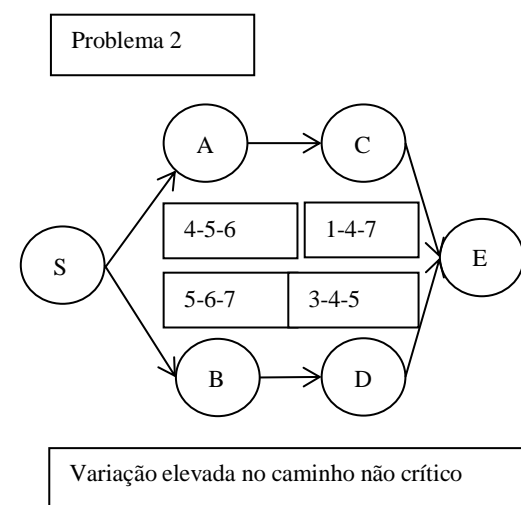
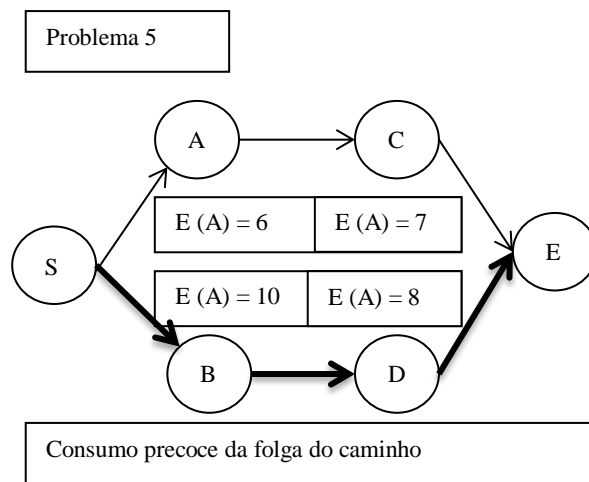
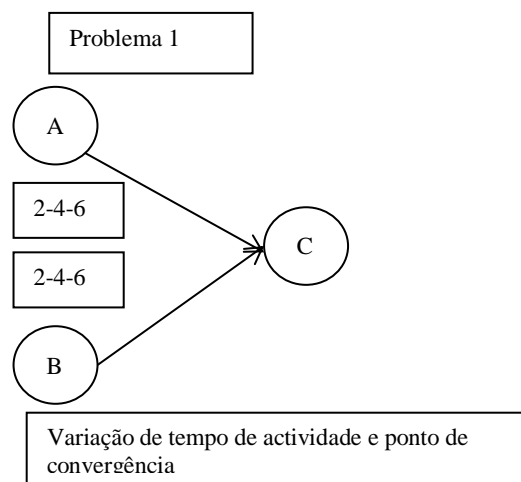
¹⁶ Gedanken é uma palavra alemã para ‘pensamento’. A experiência de pensamento é aquela que realizada na memória de cada pessoa. Na física, o termo experiencia gedanken é utilizado para se referir a uma experiência que não é prática para transportar para fora, mas útil considerar porque pode ser fundamentada teoricamente. (<http://dictionary.reference.com/browse/gedanken>), [acedido em 05-09-2013].

2.4.7 Projecto único

2.4.7.1 *Variação e pontos de convergência*

O primeiro dos oito pontos fracos atribuíveis aos pressupostos de PERT / CPM é o da variação da duração da actividade e pontos de convergência, conforme referido nas secções anteriores. Na maioria das redes PERT / CPM, têm pontos onde duas actividades ou mais devem ser concluídas antes de uma terceira actividade dar início.

Suponha que o tempo das actividades segue uma distribuição beta, a Figura 2. 3, problema 1, as actividades A e B, devem ser concluídas primeiro, antes de C começar. Uma vez que a duração esperada de ambas (A e B) é de 4 períodos [$E(A \text{ ou } B) = (4 \times 2 + 4 + 6) / 6 = 4$]; no planeamento típico PERT / CPM poderíamos calcular que, C começaria no período 4. Se por ventura as actividades A e B variarem de duração, a actividade C seguramente irá atrasar-se. A causa final do atraso da actividade é a intersecção das actividades A e B (ponto convergente). Assim podemos concluir que, quando há flutuações estatísticas, os cálculos do ponto de convergência de início e término são incorrectos. As causas: As convenções de rede requerem que todos os caminhos que convergem para um nó de extremidade de um projecto, as actividades sejam: sequenciais, dependentes uns dos outros, caminhos paralelos, e tenha pelo menos pontos de convergências. Assim PERT / CPM não protege contra a lei Murphy. Recordamos que estas questões são abordadas pela directriz VIII.



Nota: A figura desta página e da anterior fazem parte da mesma, denominada 2.3

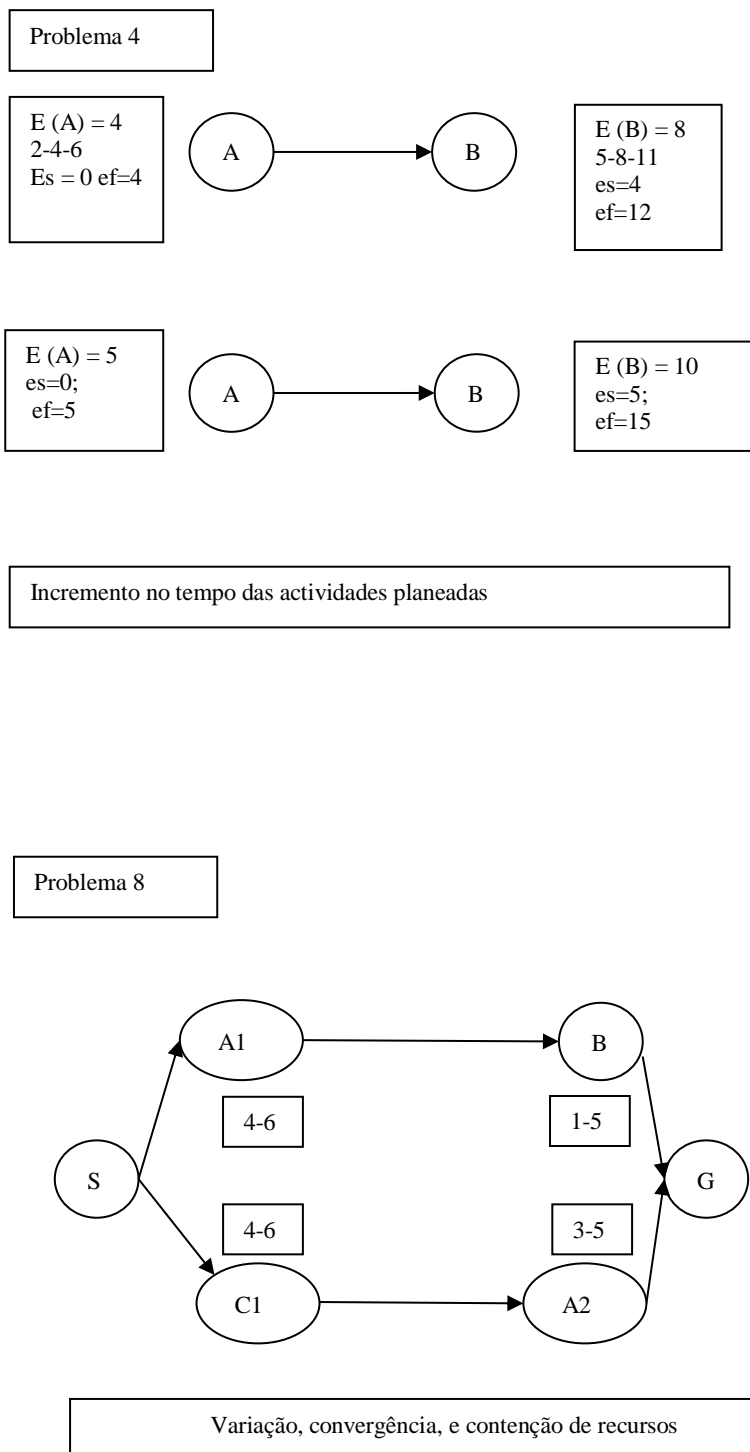


Figura 2. 3 - Oito problemas identificados por Pittman (1994)

Fonte: Adaptado do livro Theory Of Constraints (HandBook) dos Editores:James F. Cox III e John Schleier, Jr. (2010)

2.4.7.2 *Variação no caminho não crítico*

O problema 2 na Figura 2. 3, mostra um simples Projecto PERT / CPM com dois caminhos. Na gestão típica de projecto PERT / CPM, a duração esperada de cada actividade (assumindo uma distribuição beta) é uma estimativa pontual simples, baseada na estimativa optimista, mais provável e pessimista de duração das actividades¹⁷. O caminho superior (AC) toma o valor onze períodos, e o caminho inferior (BD) toma o valor oito períodos. O caminho crítico PERT / CPM neste caso é AC, com onze períodos. Van Slyke (1963) e mais tarde Schonberger (1981) sugeriram que os caminhos quase críticos devem ser geridos para garantir que a variação destes caminhos não afecte o caminho crítico.

É interessante notar que, se houvesse dois caminhos que não convergissem, a variação do caminho não-crítico não teria afectado o crítico, e portanto, este é um tipo especial de convergência do problema. (As hipóteses de PERT inclui que, um projecto tenha apenas um nó de saída e, portanto, qualquer projecto com mais de um caminho deve ter um ponto de convergência). A última causa do atraso da conclusão do projecto é a intersecção de um caminho não-crítico (BD) com o outro crítico (AC), isto só acontece quando a variação da duração das actividades existentes no caminho não-crítico é grande. As causas: a lei de Murphy; pois PERT / CPM não protege contra tal lei. Estas questões foram abordadas pela Orientação VIII.

2.4.7.3 *Calendarização do tempo ao invés da conclusão da actividade anterior.*

A prática de escalonamento de tempo, em vez da conclusão da actividade anterior é também afectada pela variação de duração da actividade. A Figura 2. 3, problema 3, mostra três simples actividade Rede PERT / CPM. Na prática, o gestor de projecto típico PERT / CPM gera e distribui para os gestores de recursos um programa de planeamento escrito ou gerado por computador com horários de início de actividade com base na duração esperada das actividades anteriores. Dado que as durações previstas das actividades de A, B, e C são 4, 4, e 4, respectivamente, uma programação típico PERT / CPM seria como se segue na Tabela 2.1:

¹⁷ Segundo Compatto citado pela Revista de Gestão e Projectos - GeP, São Paulo, v. 2, n. 2, p 150-165, jul./Dez. 2011 analise PERT/CPM calcula a duração esperada da actividade partir da média daquelas estimativas com a seguinte fórmula:

$$\mu = \frac{To+4\times Tm+Tp}{6}, \text{ To=Tempo Optimista; Tm=Tempo mais Provável e Tp= Tempo Pessimista,}$$

(www.spell.org.br/documentos/download/3231), [acedido em 4-9-2013].

Actividades	Data de Inicio	Duração Esperada	Data do Fim (Dias)
A	0	4	4
B	4	4	8
C	8	4	12

Tabela 2.1 - Actividade e tempo

Fonte: Adaptado do livro Theory Of Constraints (HandBook) dos Editores:James F. Cox III e John Schleier, Jr. (2010)

Os gestores dos Projectos não conseguem tirar vantagem dos tempos favoráveis da conclusão, quando o projecto é gerido de acordo com o cronograma acima. Deve-se notar que as conclusões optimistas as vezes são aproveitadas apenas pela última actividade na rede, já que, não há outras actividades planeadas para dar sequencia. Isto significa que a prática de gestão de agendamento tendo em vista o tempo, em vez da conclusão da actividade anterior deveria ser aplicada em projectos maiores. A prática tradicional de agendamento de projectos com vista ao tempo, em vez de conclusão da actividade anterior elimina a oportunidade de tirar vantagens das conclusões optimistas das actividades e, assim, produz poucos resultados ao projecto.

As causas: PERT / CPM não reconhece que pode ser necessária para alguns recursos mais do que uma actividade, agenda os recursos com base apenas em tecnologia de relacionamentos e estimativas de tempo. Estas questões são abordadas em directriz XI.

2.4.7.4 Aumento do tempo da actividade planeada

Os gestores de recursos (ao contrário de gestores de projecto), há muito tempo sentiram a pressão de terminar a sua actividade dentro do período esperado Os gestores de recursos, por causa desta pressão. muitas vezes, aumentam as estimativas de duração das actividades que eles apresentam ao gestor do projecto para garantir que a actividade seja concluída no tempo e mostrar elevada utilização de seus recursos. A baixa utilização de recursos se traduz em excesso de recursos que vai ser cortado. A Figura 2. 3, problema 4

mostra duas actividades simples do projecto PERT / CPM. O projecto superior é a rede que seria desenvolvida se os gestores de recursos fossem apresentar estimativas de duração das actividades com base nas estimativas reais. Ainda na rede superior, a duração esperada do projecto PERT / CPM seria de 12 períodos. A rede inferior é do projecto PERT / CPM que o gestor do projecto iria construir se cada gestor de recursos aumentasse a duração prevista da sua actividade em 25 por cento. Uma vez que o gestor do projecto constrói o cronograma do projecto com base na duração da actividade estimada fornecida pelos gestores dos recursos, o cronograma resultante seria como mostrado na Tabela 2. 2, ou seja a duração esperada do projecto seria de 15 períodos.

Actividades	Data de Início	Duração Esperada	Data do Fim (Dias)
A	0	5	12
B	5	10	15

Tabela 2. 2 - Actividades e tempo

Fonte: Adaptado do livro Theory Of Constraints (HandBook) dos Editores:James F. Cox III e John Schleier, Jr. (2010)

Se gestor do projecto agendasse o tempo (como se fosse um recurso) não ter em conta a conclusão da actividade anterior, a duração real esperada do projecto seria de 13,33 períodos. Neste caso, o gestor de projecto receberia elogios por concluir o projecto antes do tempo previsto; e gestor de recursos recebe também elogios por completar suas respectivas actividades antes do previsto. Se a duração estimada de actividade não tivessem sido aumentada e o gestor de projecto tivesse planeado a duração real esperada, o projecto teria sido 12,67 períodos. Obviamente, este é um resultado melhor do que 13,33 períodos, tanto em duração e em custos; mas o gestor do projecto teria sido provavelmente punido por não cumprir a data de conclusão prevista. Finalmente, se as estimativas de duração das actividades não tivessem sido aumentadas e o gestor do projecto tivesse programado para a conclusão da actividade anterior, a duração real esperada, do projecto teria sido 12 períodos. Aqui as causas finais do atraso do projecto são os gestores de recursos, por incluir a protecção local nos tempos das actividades e da prática de programação gestão de projectos de tempos de início

de actividade com base na estimativa do tempo esperado, em vez de programar as actividades para iniciar com base na conclusão real da actividade anterior, quando existe a variação.

As causas: A lei de Murphy, os gestores de recursos esperam terminar as actividades quando são planeadas, os gestores de recursos fazem o que eles acham necessário para garantir a utilização dos recursos e que os recursos estejam disponíveis. Questões baseadas em IV e X.

2.4.7.5 Utilização muito cedo da folga do caminho

A Figura 2. 3, que temos referenciado, o problema 5 mostra uma rede simples de PERT / CPM, as setas mais grossas indicam o caminho crítico. Existem dois caminhos na rede: ACE demora 13 períodos para ser concluído o projecto. O caminho BDE leva 18 períodos. A folga associada com o caminho não-crítico é, de cinco períodos. Todas as folgas associadas com o caminho não crítico são atribuídas as actividades A e C. A folga do caminho não-crítico é 5. O gestor do projecto deve atribuir como data de início da actividade A o período 5. A data de término prevista da actividade C seria, então, de 18 períodos. Quando se examina a parte do caminho crítico antes da actividade E (ou seja, BD), é óbvio que a data final esperada para caminho BD é também período 18. Deve ficar claro a partir do exemplo que se existir a variação da duração da actividade e pontos de convergências nesta rede, então não podemos esperar que a actividade E comece no período 18. Consequentemente, a duração real esperada do projecto não pode ser 18 períodos, mas em vez disso, deve ser um período mais longo.

Dois problemas existem na prática de gestão dos projectos em relação o projecto em estudo. Em primeiro lugar, toda a folga associada com o caminho não-crítico é absorvida na fase de planeamento do projecto. PERT / CPM trata a folga do caminho como se estivesse associada a uma actividade específica e proporciona pouco reconhecimento de que, uma vez consumida pelas actividades iniciais, ela não está disponível para a protecção das actividades mais tarde. Em segundo lugar, o projecto é adiado por causa da programação da data de início mais tarde das actividades. PERT / CPM calcula a data de início mais tarde, em vez de começar a programação das actividades com base na conclusão real das actividades anterior quando a variação existe. As causas: A lei de Murphy, para as grandes empresas, é importante definir os objectivos da organização, os gestores dos projectos atrasam as despesas para começarem as actividades o mais tarde possível. Estes resultam das questões I, II, III e IX.

2.4.7.6 Contenção de recursos

Muitos investigadores têm reconhecido que a suposta da capacidade infinita da PERT / CPM não reflecte com precisão a realidade (por exemplo, Davis, 1966, 1973; Westney, 1991; Badiru, 1992, Davis et al, 1992; Dean, Denzler, e Watkins, 1992; Pittman, 1994; Zhan, 1994). Quando a capacidade do recurso é finita, existe a possibilidade de um único recurso ser necessário realizar duas ou mais actividades em simultâneo. Pittman (1994) define contenção de recursos como "a demanda simultânea de um recurso comum dentro de um estreito espaço de tempo ". A Figura 2. 3, Problema 6 mostra um projecto simples PERT / CPM com oito actividades e dois caminhos. Neste exemplo, a variação da duração da actividade é ignorada e apenas a duração estimada da actividade é usada. A letra no nó designa a utilização dos recursos. Na verdade são apenas sete recursos utilizados para completar as oito actividades. O recurso D é utilizado duas vezes, uma vez no nó D1 e outra no nó D2. O planeamento PERT / CPM típico conclui que o caminho inferior AC-D2-FG é o caminho crítico, tendo 18 períodos, e o caminho superior AB-D1-EG é não-crítico com um período de folga.

Ao examinar a rede, vê-se claramente que o recurso D é exigido pela actividade D1 e D2, respectivamente; pelo menos no período 8. Como o recurso D só pode ser usado em uma actividade de cada vez, as actividades devem competir para a utilização de um recurso limitado. Ou actividade D1 usa recurso D ou actividade D2, mas ambos não podem usar o recurso D simultaneamente. Por causa disto mesmo haverá atraso na conclusão do projecto. A causa final de atraso do projecto é a falta de PERT / CPM reconhecer a contenção de recursos quando, os mesmos são escassos. As causas: PERT / CPM não reconhece que pode ser necessária para alguns recursos mais do que uma actividade; a utilização de recursos são medidas importantes para a organização desempenhar com sucesso a missão. Estes assuntos são abordados em directrizes III e VIII.

2.4.7.7 Contenção e calendarização de prioridades

Conforme exposto no ponto anterior sobre contenção de recurso, nesta secção vamos acrescentar prioridades no calendário das actividades. Como vimos é claro que PERT / CPM estende a duração do projecto quando existem a contenção e a limitação dos recursos. A Figura 2. 3, problema 7, mostra o efeito da duração prolongada das actividades sobre o projecto em relação ao planeamento de prioridades a fim de superar a contenção dos recursos.

A rede Figura 2. 3, problema 7, tem 5 actividades e quatro recursos. Mais uma vez, a variação do tempo das actividades é ignorada, e apenas as estimativas de duração esperada das actividades são usadas. O planeamento PERT / CPM típico conclui que o caminho inferior B-C2 é o crítico, tendo 26 períodos para o completar, e o caminho superior A-C1-D é o caminho não-crítico com 3 períodos de folgas associados. Se todas as actividades são iniciadas na data de início mais cedo, o problema da contenção de recursos ocorre no período 10. Se a actividade C2 está programada para usar recursos C em primeiro lugar, em seguida, a actividade C1, esta deve aguardar a conclusão da actividade C2 no período de 26 antes de C1 poder começar. Neste caso, a parte superior do caminho do projecto, não será concluída no período estipulado.

Por outro lado, se a actividade C1 é programada para usar primeiro o recurso C, a actividade C2 deve aguardar a conclusão da C1 no período 9. Neste caso, o projecto não será completado até período 26, antes pelo contrário. Em ambos os casos, a duração do projecto é muito prolongado, mas a diferença entre as duas opções de programação não é insignificante. A causa final de atraso do projecto é o fracasso do PERT / CPM de não priorizar o uso de recursos entre as actividades quando a contenção dos recursos o exige e os recursos existentes são limitados. A prioridade de uso de recursos pode afectar a conclusão do projecto no prazo; PERT / CPM não reconhece que pode ser necessário para alguns recursos mais do que uma actividade; PERT / CPM não prevê regras de prioridade para apoiar a conclusão do projecto. Estas questões são abordadas em directrizes VI e VIII.

2.4.7.8 Variação e convergência

A variação do tempo de actividade pode agravar o problema de contenção de recursos. Na Figura 2. 3, é mostrado o Problema 8, de um simples projecto PERT / CPM da rede com quatro actividades. São necessários apenas três recursos. Se assumirmos uma distribuição uniforme da duração estimada, então duração esperada de cada actividade é a seguinte: $E(A1) \approx 5$, $E(B) \approx 4$, $E(C) = 5$, e $E(A2) = 4$. Os cálculos PERT / CPM típicos concluem que a contenção de recursos não existe desde a data de conclusão prevista da actividade A1 é período de 5 e a data de início mais cedo da actividade A2 é também período de 5. O caminho inferior C-A2 é o caminho crítico PERT / CPM, tendo nove períodos. No entanto, se a actividade A1 leva seis períodos para completar, em seguida, ocorre um problema de contenção recurso, fazendo com que a actividade A2 passa a começar mais tarde do que a data de início mais cedo e, assim, prolongar a duração do projecto.

A variação de duração da actividade provoca contenção de recursos quando a actividade A1 requer seis períodos isto causa um problema de convergência.

A causa do atraso do projecto é a falta de PERT / CPM reconhecer pontos de convergências e contenção de recursos e recursos limitados quando a variação de duração da actividade existe. As convenções de rede requerem que todos os caminhos convergem para um nó de extremidade; os projectos consistem em actividades sequenciais dependentes, caminhos paralelos, e pontos convergentes; a lei de Murphy; PERT/CPM não protege contra a lei de Murphy; PERT/CPM não reconhece que alguns decursos são requeridos para mais de uma actividade e por fim a rede PERT/CPM não vê a folga da actividade estrategicamente. Estas questões são tratadas em directrizes III e VIII.

3 CAPÍTULO – CCPM

3.1 INTRODUÇÃO

Vários estudos foram realizados com intuito de analisar e comparar metodologias de melhoria contínua entre a TOC e o *Just-in-Time* (JIT), a *Total Quality Management* (TQM), e o Sistema Toyota de Produção (TPS). Juntas, elas respondem pela grande maioria das iniciativas de melhoria contínua nas empresas de manufacturas e de serviços (Matsuura et al. (1995); Watson e Patti (2008); Sale e Inman (2009); Gupta e Snyder (2009); Almeida et al. (2010)). De acordo com Cogan (2007), a TOC não utiliza medidas físicas para avaliação de desempenho, apoiando-se em medidas financeiras. Além disso, apesar de estar em concordância, na maioria dos aspectos, com o JIT e a TQM, faz críticas à filosofia JIT, por ignorar a questão das restrições; e à TQM, por incentivar a utilização de medidas não financeiras. No que se refere à questão do stock, que o JIT procura reduzir a zero, a TOC defende um stock “amortecedor” para proteger o equipamento em que existem restrições. Com relação à TQM, ela enfatiza em primeiro lugar a redução de custos; em segundo lugar um aumento dos ganhos, e em terceiro lugar a redução dos inventários.

A TOC, por outro lado, coloca em primeiro lugar o ganho; o inventário em segundo; e em terceiro, o custo (despesas operacionais). Por fim, no que se refere ao STP, Goldratt (2009) relata que as técnicas desenvolvidas pela TOC e pelo STP para a gestão de fluxo seguem os mesmos conceitos fundamentais voltados à cadeia de suprimentos. Dessa forma, ainda que seja possível verificar diferenças significativas entre os processos, técnicas ou ferramentas, as abordagens possuem conceitos muito semelhantes e, em alguns casos, são complementares. Eliyahu Goldratt despertou o interesse de gestores e directores de empresas das mais diversas áreas de actuação. Em especial no ambiente de manufactura¹⁸, onde no presente contexto se situa, e em primeiro lugar foi apresentada a filosofia de gestão, chamada de Teoria das Restrições (*TOC - Theory of Constraints*). A proposta, apoiada num romance como pano de fundo, acabou por fazer tanto sucesso que virou leitura obrigatória de cursos de engenharia de produção e de gestão em universidades de todo o mundo. É facto que as organizações cada vez mais são forçadas a otimizar os seus processos, minimizar seus custos, e aumentar a sua produtividade, sob pena de, se não o fizerem, perderem o mercado.

¹⁸ Manufactura é um sistema de fabricação de grande quantidade de produtos onde havia a divisão social de trabalho. Era preciso o desempenho de algumas máquinas do que a intervenção do homem. Neste processo pode ser usado somente as mãos (como era feito antes da Revolução Industrial) ou a utilização de máquinas como passou a ocorrer após a Revolução Industrial. (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Manufatura>), [acedido em 9-9-2013]

fronteiras. Como atingir estes objectivos tem sido na verdade o grande desafio enfrentado por seus gestores. A TOC oferece uma alternativa bastante interessante para esta equação, por visualizar a empresa não em partes isoladas, mas como um sistema integrado (ver capítulo 2 directriz I). Mais especificamente, um conjunto de elementos entre os quais há algum tipo de ligação. O desempenho global do sistema depende dos esforços conjuntos de todos os seus elementos. Assim como o elo de uma corrente, a empresa é tão forte quanto o seu elo mais fraco. Logo, se quisermos melhorar o desempenho do sistema, precisamos conhecer a sua principal restrição e actuar nela, de forma a promover um processo de melhoria contínua.

A Figura 3. 1, mostra um estudo de uma empresa onde foi implementado a TOC. Por exemplo houve uma redução média de tempo de produção de 70%; e uma melhoria média de prazo de entrega de 44%.

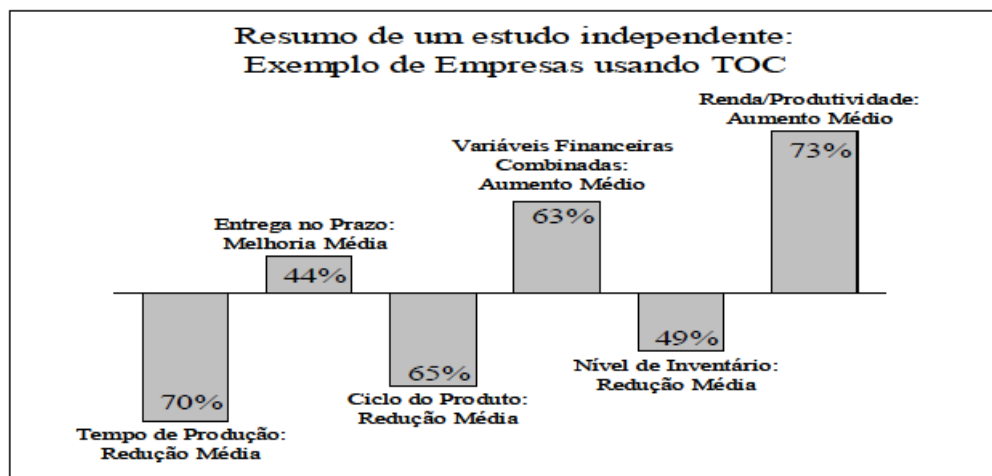


Figura 3. 1-Exemplo de Empresas usando a filosofia TOC

Fonte: The World of the Theory of Constraints, Vicky Mabin e Steven Balderstone, St. Lucie Press, 1999.

3.2 A ESSÊNCIA¹⁹ DA TOC

A palavra TOC vem do inglês (*Theory of Constraints*), que em Português significa teoria das restrições. A restrição de um sistema é nada mais do que qualquer coisa que impeça o sistema de atingir um desempenho maior em relação a sua meta (Goldratt, 1990). Para tanto, é fundamental conhecer a meta do sistema em questão e as medidas que vão permitir o julgamento do impacto de qualquer acção local nessa meta. De acordo com a teoria, e com base na premissa que a principal meta de uma empresa normalmente é seu resultado financeiro, se a empresa não possuísse uma restrição, seu lucro seria infinito. Partindo deste princípio, são consideradas dois tipos de restrições: físicas e não-físicas. A TOC procura tratar estas restrições através do seu “Processo de Pensamento” (*Thinking Process*) e respondendo as seguintes perguntas:

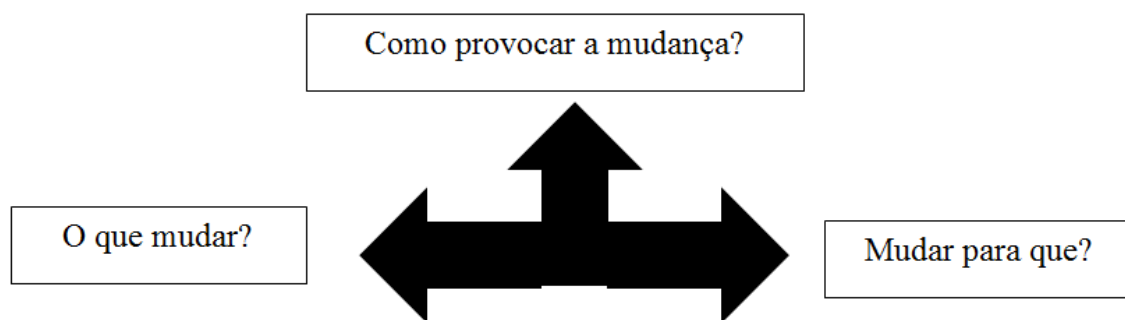


Figura 3. 2 – TOC, processo de pensamento e as suas três perguntas

Fonte: http://www.revista-ped.unifei.edu.br/documentos/V02N01/n2_art01.pdf [acedido em 16-12-2013]

¹⁹ Princípio fundamental; ideia principal. (<http://www.infopedia.pt/pesquisa.jsp?qsFiltro=0&qsExpr=ESS%C3%80NCIA>>), [acedido em 11-10- 2013].

A interpretação do Processo de Pensamento proposto pela TOC é de que para uma lista de sintomas observáveis, deve ser feita uma análise de causa-e-efeito com objectivo de identificar a causa principal do problema. Nas organizações, o problema principal é inevitavelmente um conflito não resolvido, chamado de Conflito Principal. Desafiando as premissas lógicas por trás do conflito principal, a sua restrição é identificada, permitindo assim traçar estratégias para melhoria do desempenho do sistema. Como cada organização apresenta sua própria cultura, um plano específico para implementação das estratégias é elaborado, incluindo as acções a serem tomadas, por quem e quando. Os processos envolvidos na TOC e apoiados nas perguntas acima, reconhecem que a performance da cadeia de valor de um sistema é ditada por sua restrição principal e o algoritmo resultante para maximizar a performance desta cadeia é:

1. Identificar a restrição.
2. Decidir como explorar a restrição.
3. Subordinar e sincronizar todo o resto à decisão acima.
4. Elevar a performance da restrição.
5. Se em qualquer um dos passos anteriores a restrição principal for alterada, volte ao passo 1.

Estes são os chamados “5 Passos da TOC”, que servem de base das mais diversas soluções, incluindo inventário, cadeia de suprimentos, contabilidade, desenvolvimento de produtos e gestão de projectos. Na aplicação da TOC em gestão dos projectos, dois tipos de sistemas podem estar envolvidos. O primeiro é o sistema de projecto único (*standalone*). O segundo sistema é o ambiente onde diversos projectos são conduzidos (*multi-project environment*).

3.3 A CADEIA CRÍTICA

Conforme explicado anteriormente, a gestão de projectos enfrenta conflitos fundamentais em duas áreas. A primeira, relacionada com projectos singulares, onde o gestor de projecto tem que entregar no menor curto tempo possível, mas dentro das especificações técnicas e orçamento esperados, garantindo a satisfação do cliente. A segunda, em ambientes onde vários projectos são executados em paralelo (simultâneo), e o desejo de começar novos projectos (visando obter seus benefícios mais rapidamente), tem que ser administrado em função do objectivo em completar os projectos já existentes. A Figura 3.3 mostra a árvore de representação de conflitos de Goldratt.

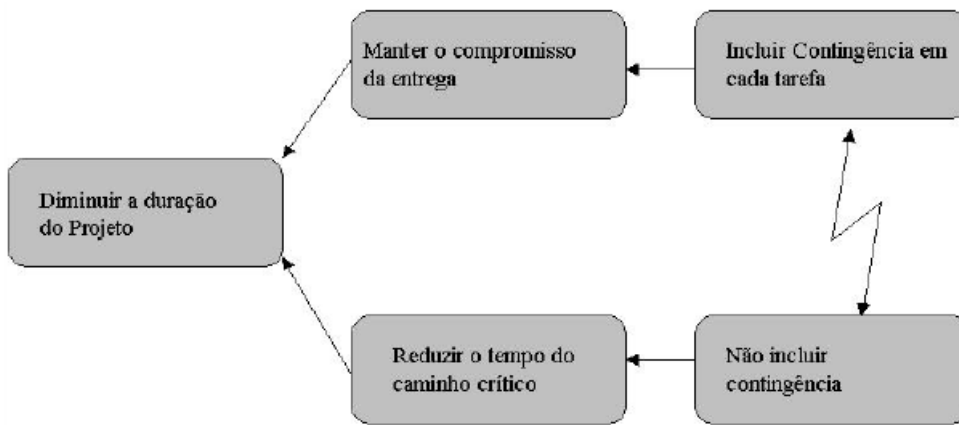


Figura 3. 3 - Exemplo da árvore de representação de conflitos de gerir o tempo do projecto
 Fonte: Goldratt (2003)

A Cadeia Crítica ou CCPM (*Critical Chain Project Management*) é a aplicação da TOC num ambiente de gestão de projectos. Pode ser definida como uma abordagem de gestão e de diagrama de rede, que leva a uma significativa melhoria na performance de projecto em de busca resolução dos seus conflitos principais. Como na Teoria das Restrições (TOC), a CCPM busca obter esta melhoria por desafiar diversas premissas existentes hoje na maneira tradicional de planeamento e controlo de projectos (ver capítulo 2 secção 2.1 à 2.1.2).

A primeira premissa quebrada é de que o melhor lugar para inserção de segurança no projecto é dentro de cada tarefa individual. Existe uma tendência natural das pessoas de passarem estimativas de tempo extremamente superestimadas em função de possíveis futuras responsabilidades e também da manutenção da estabilidade de seu próprio nível de conforto. Como exemplo, se uma tarefa leva em média 13 dias para ser completada, a estimativa normalmente oferecida pelo responsável da tarefa é de no mínimo 40% mais alta do que essa média. Isso ocorre em função da inserção de uma margem de segurança embutida na tarefa específica. A experiência mostra que quanto mais experiente o recurso for, maior é a inserção de segurança. Este capítulo irá falar sobre este assunto com mais detalhe. Para já, conforme vimos no capítulo 2, apesar dos esforços dos pesquisadores, ainda assim os problemas persistem. A secção seguinte responde a questão.

3.4 OS PROBLEMAS RELACIONADOS COM OS PROJECTOS PERSISTEM.

No capítulo 2 vimos uma série de problemas, muito familiar com os quais os gestores de projectos (GPs) continuam a lutar. A história sugere que uma solução definitiva é ilusória. O Goldratt, ao longo de sua vida profissional, sublinhou que as situações complexas e caóticas por vezes podem ser tratadas com uma abordagem simples de cinco etapas (detalhados primeiro por Goldratt e Cox, 1984; Goldratt, 1990). Esta abordagem de cinco etapas também pode ser aplicada em gestão de projectos (Leach, 2005). O primeiro dos cinco passos envolve a identificação da restrição (secção 3.1). Para os projectos, a restrição que impede uma organização de ganhar mais, agora e no futuro, é o tempo necessário para concluir um projecto com os recursos disponíveis. Em projectos de desenvolvimento de produtos, por exemplo, os projectos entregues com atraso podem perder uma parte significativa do seu potencial de mercado para os concorrentes.

Nos projectos tradicionalmente geridos, dois pressupostos estão na base dos atrasos na conclusão dos mesmos: (1) Os tempos das tarefas dos projectos podem ser exactamente preditos, e (2) o sistema de controlo e planeamento de gestão dos projectos é tradicional e efectivo (Leach, 2005). Os recursos são solicitados a fornecer uma estimativa do tempo necessário para completar uma tarefa particular. Uma vez que, todos os recursos do projecto relatam seus tempos estimados (de forma segura), o gestor frequentemente requer estimativas mais baixas. Se essas estimativas são aceites por todos os recursos (e os recursos geralmente têm pouca escolha), ela (estimativa), torna-se um compromisso em que o recurso será avaliado. Em resumo os problemas persistem porque os tempos das tarefas dos projectos são superestimados e (conforme veremos existem outros factores), a forma de gestão ainda é tradicional. Na secção seguinte vamos considerar a forma de estimar os tempos das actividades.

3.5 INCERTEZA NA DURAÇÃO DAS TAREFAS

Sabemos que os tempos das tarefas seguem uma distribuição padrão que é assimétrica à direita; nenhuma tarefa pode ser concluída no tempo nulo, mas o tempo máximo possível pode ser longo. Um exemplo simples é o tempo necessário para deslocar-se de um escritório de um cliente importante, que dista de Lisboa - Porto. Digamos, se circularmos dentro dos

limites de velocidade 120 Km/h (limite de velocidade permitida por lei²⁰, em Portugal) e não encontramos nenhum problema na auto-estrada (acidentes, manutenção e outros constrangimentos), poderemos fazer a viagem em 2H30, para uma distância de 300km. Contudo, se durante a viagem, houver um acidente em auto-estrada que não é evitável, certamente a viagem poderia levar-nos mais horas do que aquelas previstas. Assim, caso, nos comprometêssemos com o cliente, certamente não chegaríamos a tempo. Podemos fazer uma analogia em relação aos projectos. Quem se compromete concluir uma tarefa em certo tempo, normalmente, a estimativa irá ser uma variável, tal, com uma percentagem entre os 80 e 90.

Isto acontece porque, conforme referimos no parágrafo anterior, os tempos das tarefas seguem uma distribuição assimétrica, tal como é ilustrado na Figura 3. 4; e têm uma única propriedade; o tempo de conclusão não pode ser estimado com precisão, pois comporta um grau incerteza Goldratt (1997). No, entanto, podemos fazer uma aproximação. Os recursos que operam em ambientes tradicionais de gestão de projectos são obrigados digamos, a proteger seus postos de trabalho, fornecendo as vezes com adequada segurança que lhes permita ser aceites pelo gestor, para cumprir sua missão, e terminar a tarefa dentro do tempo que estimaram.

Por outro lado há quem diga que as incertezas que os trabalhadores usam como margem de segurança, se originam das dificuldades e obstáculos de difícil previsão no início do projecto que, desconhecidas e imensuráveis em tal momento passam a ser um problema para o planeamento do projecto, especificamente nas estimativas de duração das actividades (Herroelen, Leus e Demeulemeester, 2002).

²⁰ Limites de velocidade máximos DL 44/2005 de 23 de Fevereiro. (http://www.invicta.pt/codigo/limites_velocidade.asp), [acedido em 03-9-2013]

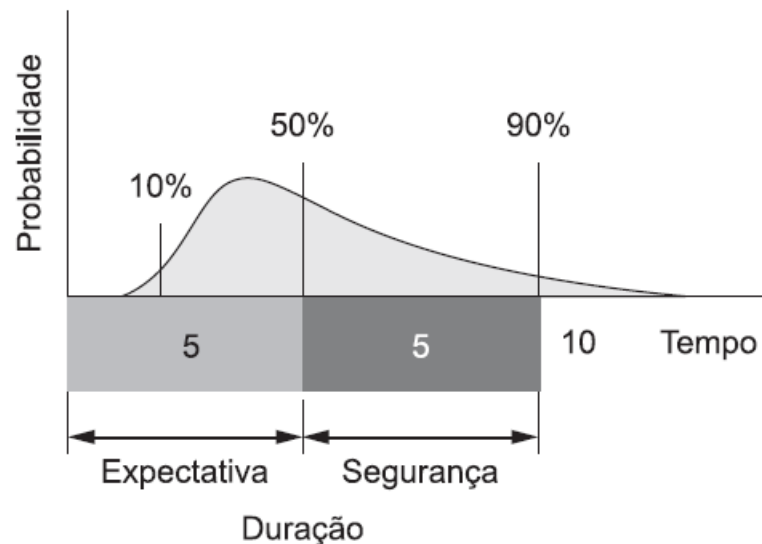


Figura 3. 4 - Probabilidade de uma tarefa com uma distribuição assimétrica

Fonte: Adaptado de Zultner (2003).

Goldratt (1997) defende que, estatisticamente, a data de maior probabilidade para finalizar uma actividade apresenta cerca de 50% de confiança. Isso significa que, em 50% dos casos, as actividades levarão menos tempo, e outros 50% dos casos, levará mais tempo. Dessa forma, a data que apresenta a maior probabilidade de ter sucesso, também é a data que estará errada em 50% das vezes, algo que não seria viável, sendo assim pouco utilizada (Raz, Barnes e Dvir, 2004). Assim, Goldratt (1997), supõe que, em geral, as estimativas possuem uma probabilidade de confiança de 80 a 90%.

A Figura 3. 4, mostra a situação em que, para se completar uma determinada actividade com 50% de probabilidades, seriam necessárias cinco unidades de tempo. Porém, para uma estimativa confortável, com 90% de confiabilidade, o tempo necessário dobrará, sendo necessárias dez unidades de tempo (Leach, 1999; Herroelen, Leus e Demeulemeester, 2002). Portanto, ao fazerem as estimativas das actividades, inserem-se margens de segurança. O tempo de conclusão estimado, se os recursos pudessem dedicar o seu tempo à tarefa, sem interrupção, seria o mais provável ocorrer num lugar para a esquerda dos 50%. Um tempo mínimo, no ponto mais à esquerda na curva de distribuição, pode ocorrer, mas com muito pouca probabilidade.

Para prever interrupções e atribuições urgentes, mas não planeadas, os recursos normalmente optam por fornecer um tempo em entre 80 a 90 por cento, confiantes de que podem alcançar, como já foi referido. Em geral, se os recursos entregarem na data prevista, eles recebem uma boa avaliação. Se uma tarefa for entregue tardiamente, a sua avaliação é diminuída, dependendo de como a tarefa final é entregue. Normalmente, os recursos são avaliados com base em quão bem eles executam suas tarefas, independente de outros recursos que trabalham nos mesmos projectos.

Em ambientes baseados em multi-projectos, onde vários projectos são realizados usando partilha de recursos, as estimativas das tarefas “precisas” são ainda mais difíceis para o planeamento de programas alcançáveis. Os mecanismos utilizados para planejar e programar projectos devem minimizar o risco de esforço improdutivo, abortivo, ou extravio. A metodologia deve também fornecer informações relevantes, oportunas para o controlo do gestor, de modo que a intervenção apropriada ocorra quando necessária durante a execução dos projectos. Além disso, o sistema tem de capturar a informação correcta de melhoria. Em ambientes tradicionais multi-projectos, um problema básico é a incapacidade de assegurar o progresso adequado sobre os projectos já em andamento, ao mesmo tempo ter a flexibilidade para aproveitar as novas oportunidades de negócios que possam surgir. Na secção seguinte vamos falar sobre ambientes tradicionais.

3.6 AMBIENTES TRADICIONAIS ACTUAIS.

No ambiente tradicional, os recursos podem ser atribuídos entre 3 á 5 grandes projectos, de uma só vez, além dos seus deveres normais. Para lidar com os tempos das tarefas, as estimativas oficiais dos recursos, aquelas que são entregues aos gestores, geralmente são duas vezes ou mais. A estimativa e duração das tarefas indicadas, são aquelas que podem ser satisfeitas se os recursos forem autorizados a trabalhar sem interrupção. No entanto, a maioria dos funcionários dos projectos não funcionam sem interrupção. Forçar multitarefas induz *stress* adicional sobre os recursos já muito carregados. De acordo com Goldratt (2010), apesar dos elogios das capacidades que, os recursos têm em trabalhar em multitarefas, a maioria das deles percebe que, são mais produtivos quando concentram os seus esforços apenas numa tarefa de cada vez. Portanto apesar dos recursos estimarem o tempo suficientemente grande, ainda assim como se explicam os sucessivos atrasos verificados nos projectos? Tipicamente acontece por três motivos (e outros já mencionados na secção 3.3), que, a seguir passamos a enumerar: (1) O síndrome do estudante, (2) a Lei de Parkinson.

3.7 SÍNDROME DO ESTUDANTE.

O nome síndrome do estudante foi desenvolvido por Goldratt (1997), a partir de um comportamento comum de estudantes que, por assim dizer, é como que adiassem a data do exame. Segundo Mangan (2013) “ a síndrome do estudante é um mecanismo de defesa natural. Significa adiar o trabalho até o último momento possível”. No entanto, isso acontece com a maioria dos alunos, só começam a estudar para os exames algumas horas antes, ou no máximo, dois dias antes do previsto. Embora este comportamento é típico para os alunos, também é para a maioria das pessoas. Nas negociações do tempo adicional, parece permitir assegurar a conclusão do projecto dentro do prazo acordado. Claro que, quando se chega no fim das negociações, conclui-se que afinal ainda há mais problemas que não tinham sido previstos. Portanto, o facto de ser difícil conhecer a data prevista da conclusão é, e pode ser um desafio. Um outro factor que provoca atrasos nos projectos é o chamado de a lei de Parkinson.

3.8 LEI DE PARKINSON

Ao invés de simplesmente manter o trabalho concluído, há uma tendência entre alguns recursos a continuarem a melhorar o trabalho concluído. Isto é por vezes referido como “polimento”, “limar” ou ainda “tirar algumas arestas”, trabalho esse reconhecido como a Lei de Parkinson whichstates, que diz: “o trabalho expande-se para preencher o tempo disponível”, (Parkinson, 1957). Não raro, os recursos tentam melhorar a qualidade de seu produto pela adição de “extras” não incluídos nas especificações originais para as tarefas (por exemplo é muito comum, especialmente em projecto de software). No entanto, a adição não especificada e não documentada pode causar problemas, e às vezes problemas maiores, ao longo do projecto.

O gestor raramente distingue incerteza da tarefa referida na secção 3.4, e o tempo que se perde, quando as tarefas são começadas tarde, constantemente interrompidas, ou quando os trabalhadores não conseguem entregar o trabalho final. A Cadeia Crítica (CC) reconhece esses comportamentos disfuncionais e estabelece políticas para impedir a sua ocorrência, coisa que não acontecia com os métodos tradicionais, conforme vimos no capítulo 2. Assim na próxima secção resume os elementos básicos da CC.

3.9 ELEMENTOS CHAVE DA CADEIA CRÍTICA

Embora muitos dos conceitos básicos de gestão de projecto são preservados no CCPM, ela é projectada para superar os problemas mais flagrantes que resultaram no fraco desempenho dos projectos, conforme descrito nas secções anteriores. Uma mudança necessária, exige uma abordagem diferente. Quando as pessoas estão a fazer o seu melhor e os resultados são inaceitáveis, como reconheceu Deming (1993), então, somos fortemente recomendados a mudar o sistema. Em gestão as mudanças são necessárias no planeamento de programação em ambientes de projecto único e multi-projecto. A seguir vamos ver vários elementos onde CCPM intervém.

3.9.1 Problemas na criação do plano do projecto

A maioria dos actores envolvidos nos projectos estão bastante familiarizados com os requisitos gerais dos projectos, que incluem temas como a identificação do objectivo do projecto, com uma carta do projecto, a compreensão da estrutura da composição de trabalho, aquisição de recursos e criação de um plano para o orçamento e tarefas agendadas. Uma vez planeado, a maioria dos livros de gestão de projectos sugerem que o caminho crítico, é a maior cadeia de tarefas dependentes, é o mais importante na conclusão do projecto. Portanto, esse caminho é dado tratamento preferencial ao atribuir recursos escassos. Ao planear um projecto de CC, o orçamento total pode ser o mesmo; mas há especiais requisitos que devemos ter em conta no acto de agendar o caminho crítico, pois difere da abordagem tradicional, como por exemplo estimar tarefas.

3.9.2 Estimar a duração das tarefas.

Nos projectos cujos recursos são humanos, naturalmente, incluem o tempo de segurança nas suas estimativas de duração, mas na definição de um cronograma de CC, essa segurança é removida das tarefas individuais (local) e agregada para proteger todo o projecto. Em geral, o tempo “seguro” de uma tarefa é de 80 á 90 por cento; e este tempo normalmente é empregue na conclusão da tarefa, para cobrir interrupções, trabalho não planeados, imprevistos urgentes no trabalho, e erro de estimação de tarefas. Em vez de fornecer os tempos de início e os tempos de fim, para cada tarefa, conforme recomendado pela gestão de projectos tradicional (ver capítulo 2), a CC usa as durações das tarefas e pede os recursos para trabalharem, o primeiro a entrar, primeiro a sair (FIFO), para todas as tarefas em filas, isto é, para as tarefas em fila, deve-se trabalhar a primeira que entra e esta também será a primeira a

ser concluída e por conseguinte a primeira a sair. Os tempos de início de cada tarefa, são fornecidos somente para as actividades iniciais em cada caminho com actividades sucessoras, mas não as actividades predecessores. Isto fará com que o recurso, não saiba, a que tempo termina sua tarefa designada. Na secção 3.4 falamos da incerteza na duração de cada tarefa, agora na secção seguinte, falaremos um pouco como CC tenta gerir a incerteza na tarefa.

3.9.3 Incerteza na Tarefa

O tempo das actividades é uma incerteza. Assim como uma reserva de gestão é estabelecida para cobrir a incerteza dos custos estimados, a incerteza da tarefa é gerida na CC com buffers (reservas) de tempo. Essas referências de blocos de tempo sem actividades programadas como buffers, são chamados de agendar reservas ou agendar margens. Os buffers (reservas) serão explicados detalhadamente mais tarde e será ilustrado com um exemplo de um projecto usando o conceito CC. Agora, na secção seguinte falaremos de como gerir os recursos dentro de um projecto.

3.9.4 Contenção dos recursos

Nos planos dos projectos mais tradicionais, encontram-se por vezes indisponibilidades de recursos, por haver tarefas paralelas, para o mesmo recurso, como vimos no capítulo 2. Assim, por causa disto, as tarefas muitas das vezes são entregues com atraso; desta maneira provocando mudanças no caminho crítico. Alguns projectos terão o caminho crítico a mudar várias vezes durante a execução dos projectos. Essas mudanças constantes resultam, além do que já foi dito, são também devidas as prioridades que são revistas continuamente desde o início do projecto e até ao fim do mesmo. Daí que seja necessário a contenção dos recursos. Isto é especialmente importante que, nos projectos sejam resolvidas as contenções de recursos antes do começo dos trabalhos (nenhum recurso deve fazer duas actividades ao mesmo tempo). Nos planos do projecto CC, é vital para resolver toda a contenção de recursos por inverter o cronograma do projecto, ou seja, a partir do final do cronograma do projecto, eliminar a contenção de recursos (os recursos não devem trabalhar em duas actividades ao mesmo tempo) por todo o caminho de volta para o início do projecto.

Após esse esforço de nivelamento de recursos, a Cadeia Crítica é identificada como a maior cadeia de dependências de tarefas e recursos. Idealmente, a Cadeia Crítica permanece o mesmo durante toda a execução do projecto. Assim como também é preciso especial atenção para não misturar caminhos críticos com não críticos.

3.9.5 Mistura de Caminhos

Há um risco especial no cronograma do projecto onde os caminhos ou cadeias de actividades dependentes funde-se com outras. Se um dos caminhos é a Cadeia Crítica, a data de conclusão do projecto pode ser posta em causa pela conclusão tardia de um caminho não-crítico. Como veremos um exemplo de cronograma do projecto CC, uma atenção especial é dada às cadeias de actividades dependentes que se interagem com Cadeia Crítica.

3.9.6 Comunicações

Há muitas diferenças de políticas entre gestão de projectos tradicional e a CCPM, e essas diferenças exigem mudanças nos comportamentos organizacionais e individuais. Um processo especialmente importante para os projectos em CC é o sistema de comunicação eficaz, que inclui métodos de notificações dos recursos (uma mensagem para um recurso): (1) Iniciar uma cadeia de actividades, (2) preparar para o próximo trabalho da Cadeia Crítica, ou (3) realizar um trabalho crítico num projecto de maior prioridade num ambiente multi-projecto. Tais notificações ajudam a garantir que as tarefas em CC, que determinam a conclusão do projecto, serão dadas prioridades adequadas. Mais tarde, neste capítulo, iremos descrever como a CC supera todas as dificuldades que representam desafios para a conclusão do projecto com sucesso.

3.9.7 Problemas na gestão de execução dos projectos

Idealmente, nenhum projecto deve ser iniciado a menos que todas as especificações sejam recebidas, como por exemplo, a ficha do projecto aprovada, um cronograma aceitável tenha sido aprovado, e todas as outras etapas preparatórias sejam realizadas. Além disso, nenhuma tarefa deve ser iniciada, a menos que todos os materiais necessários estejam disponíveis e a tarefa esteja no início de uma fila de trabalho. Ter tudo na mão antes de iniciar um projecto ou uma tarefa é referido como tendo um “kit completo”. Enquanto um projecto de pesquisa pode violar esta regra, outros projectos não o deveriam.

O escritor da bíblica sagrada refere o seguinte: ‘quem querendo construir uma torre, não se senta primeiro para calcular se pode completar a obra ou não?’ (Lucas 14:28) Em controlo de projectos tradicional, uma vez que um projecto é iniciado, cada tarefa é gerida como se fosse um evento independente. O trabalhador é recompensado se uma tarefa atribuída é concluída na data ou antes. São exortados a trabalhar mais, porque se não for concluída na data de término, são punidos, de várias maneiras.

Existe ainda outra justificação que prefere a divisão do trabalho do projecto. Ela diz, se cada tarefa é concluída no tempo, então, também o projecto será. Claro que, esse raciocínio ignora a realidade em que, a maioria das tarefas, se não todas, termina tarde. Portanto, ainda que sejam apenas algumas tarefas que terminam tarde, como quase sempre acontece, todo o projecto estará atrasado. A Cadeia Crítica utiliza buffers para controlar tarefas, incerteza, duração e para monitorar o progresso do projecto. Mais a frente na secção, intitulado “Controlo do projecto: O Poder de gestão de buffers” será detalhado com mais pormenores e como isso é conseguido.

3.10 CALENDARIZAR UM PROJECTO ÚNICO

Uma das maneiras mais fáceis para ilustrar a forma como a CC aborda as questões apresentadas anteriormente é contrastar o que é feito em ambientes de projectos tradicionais com um único projecto. Para isso vamos usar um projecto simples, com 4 recursos e 10 actividades como exemplo. Cada recurso pode executar seu próprio trabalho, mas não pode realizar o trabalho de qualquer outro recurso. Para proporcionar uma melhor compreensão da programação do projecto simples em causa, vamos utilizar um processo CC manual, que está descrito na secção seguinte. No entanto, existem programas em *software*²¹ comerciais (*software* que não temos para este trabalho) no mercado disponíveis, que, podem executar essas etapas de programação, tanto em projecto único (simples) ou em ambientes multi-projecto (projecto vários). As vantagens da solução CC no ambiente multi-projecto são ainda mais drásticas, se utilizado o software.

²¹ Prochain (www.prochain.com), Conserto (www.realization.com), PS8 (www.sciforma.com)

3.10.1 Modificar a duração estimada das tarefas

Seguindo as actividades iniciais de planeamento do projecto (ou seja, identificar o objectivo do projecto, autorizar a abertura do projecto, determinar as tarefas necessárias e a divisão da estrutura do trabalho, etc., conforme referido na secção 3.8.7), um passo mais crítico na elaboração de um plano de projecto é obter a duração estimada das tarefas. Na maioria das organizações com uma estrutura funcional ou matriz para a definição das estimativas da duração das tarefas, são necessários seis recursos do projecto que serão os principais responsáveis, um chefe de equipa e apenas secundariamente um GPs. Os recursos sabem que as tarefas do projecto serão, em adição de suas responsabilidades habituais de trabalho. No entanto, eles muitas vezes não sabem quanto tempo vão demorar as tarefas. Eles sabem que, vão esperar para completar as suas tarefas do projecto dentro do tempo estimado (por eles). Se os recursos pudessem trabalhar de forma ininterrupta na tarefa até que seja concluída, provavelmente forneceriam as durações estimadas em dias conforme mostradas na Figura 3. 5. No entanto, não acontece por simples facto de que eles estariam arriscar o seu posto de trabalho, por fornecerem estes tempos ao gestor de projecto (PG).

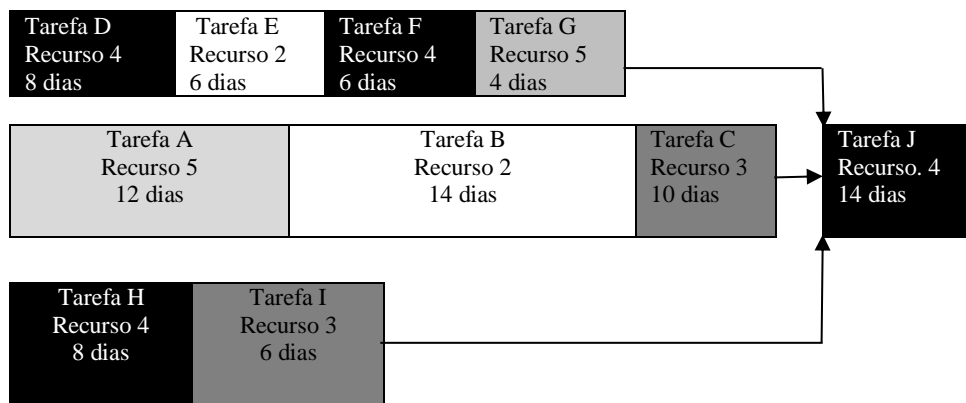


Figura 3. 5 - Tempo estimado dedicado as tarefas

Fonte: Adaptado de Goldratt (2010)

Para os recursos experientes (os quais sofreram as atribuições de trabalho não planeado e interrupções que afectaram suas capacidades de concluir suas tarefas no tempo) dependem de seu conhecimento intuitivo que, o tempo de trabalho real será um elemento de uma distribuição assimétrica. Portanto, os recursos, normalmente dão uma estimativa de duração das tarefas que eles podem esperar para atender pelo menos 90 por cento do tempo. (Lembramos que os recursos de gestão de projectos tradicional, são responsáveis para completar a tarefa, dentro dos seus tempos estimados).

Suponhamos que, para o nosso exemplo simples, os recursos fornecessem os tempos das tarefas ilustrados na Figura 3.6, para um projecto de recursos nivelados tradicionalmente²². A tarefa D, no caminho de cima, da Figura 3.6, e a tarefa J (no final do projecto), mostram as distribuições contínuas associadas com as estimativas dos tempos de 16 e 28 dias respectivamente.

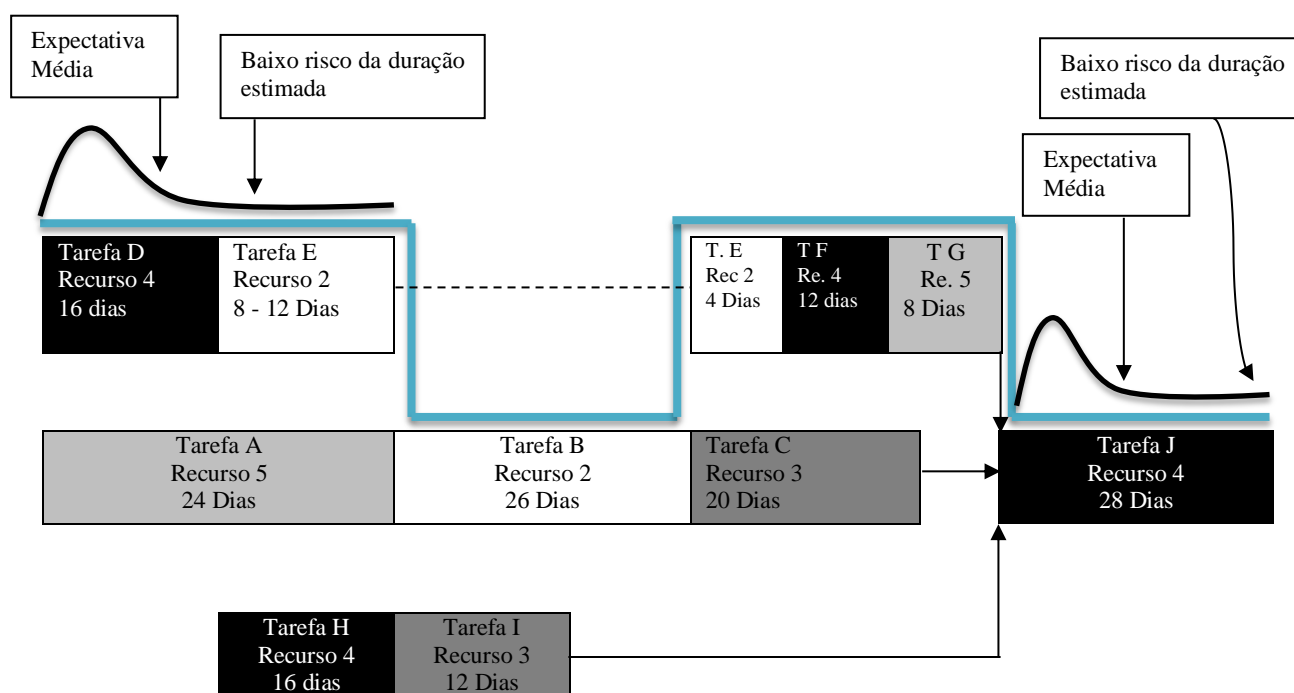


Figura 3.6 - Cronograma do projecto com recursos nivelados tradicional
 Fonte: Adaptado Goldratt (2010)

²² Nivelamento de recursos de um projecto, é uma prática bastante comum na programação, às vezes é referido como um recurso limitado no caminho crítico de gestão de projecto em círculos tradicionais.

Serve para mostrar que, todas as tarefas têm distribuições semelhantes, que justificam os tempos apresentados, embora elas (distribuições) não estejam todas mostradas na figura.

As tarefas que compõem a cadeia crítica são destacadas com uma linha azul grossa sólida, desde da tarefa D à 2/3 da tarefa E (8 dias), para a tarefa B, muda de volta para tarefa E (para completar os últimos 4 dias da Tarefa, de 12 dias) e, em seguida, continua para as tarefas F, G e por fim J. Note-se que o caminho de menor actividade (H e I) da Figura 3.6, está programada para começar o mais cedo possível (imediatamente após que o recurso 4 conclua a tarefas D), tal como é prática geral no cronograma tradicional. A suposição errónea generalizada de que um início mais cedo ajuda a garantir o término também mais cedo. O projecto está programado para ser concluído em 104 dias úteis. A Microsoft Project 2007™ *software*, divide a tarefas E em duas partes e inclui tarefa B no caminho crítico, conforme é reflectido na Figura 3.6.

Um importante conceito da Teoria das Restrições (TOC ver secção 3.1) afirma que a soma dos óptimos locais não é igual o óptimo global. Na gestão de um projecto, o conceito implica que se concentrar na conclusão da tarefa individual, não garante que o projecto será concluído dentro do prazo. Todo o projecto pode estar em perigo de não ser concluído no tempo previsto mesmo que apenas estejam algumas tarefas atrasadas (especialmente se elas estão na Cadeia Crítica). Isto significa que o nosso objectivo não se deve concentrar na conclusão duma tarefa individual, antes, deve sim, na conclusão do projecto. Esse objectivo foi atingido no CC, removendo a segurança (tempo) inserido nas tarefas individuais e concentrando-se este tempo, onde ele irá proteger a conclusão do projecto, em vez da realização das tarefas individuais.

Será que podemos realmente fazer isso (remover a segurança) e não colocar em risco a conclusão de cada tarefa? Sim, podemos; mas vamos tomar notas de algumas mudanças nos padrões de comportamento organizacional, que discutiremos mais tarde. Primeiro, vamos olhar para as estatísticas que realmente indicam que há pouco perigo global na remoção de algum tempo a partir de estimativas de duração das tarefas dadas pelos recursos.

3.10.2 Estatística

A compreensão da estatística básica informa-nos que cerca da metade das tarefas de um projecto serão concluídas antes da sua duração estimada e outra metade será concluída depois. A incerteza da soma das tarefas é igual à raiz quadrada da soma dos quadrados de cada variação da tarefa individual.

A variação aqui é a diferença entre o tempo estimado e o real.

$$E = \sqrt{(\text{Diferença na tarefa A})^2 + (\text{Diferença na tarefa B})^2 + \dots + (\text{Diferença na tarefa J})^2} \quad [1]$$

Naturalmente, a fórmula anterior em [1] que chamaremos de E, é uma técnica que só é aplicável em situações repetitivas quando a duração das tarefas é independente; mas que nos ajuda a entender um assunto complexo. Intuitivamente, quando acumular toda a protecção em um só lugar (um buffer), as actividades que terminam cedo e tarde devem compensar umas as outras. Assim, TOC argumenta que precisamos apenas cerca de metade da segurança usada para proteger cada tarefa individual. Para os projectos mais curtos, onde os deslocamentos podem não acontecer como esperado, pode precisar de mais 50 por cento da segurança removida das tarefas individuais, e em projectos maiores, talvez não seja preciso tanto. No entanto, 50 por cento é uma regra de ouro para o estabelecimento de buffers de um projecto (a reserva de tempo que estabelecemos no final da Cadeia Crítica).

3.11 IMPLEMENTAÇÃO DA CCPM

Munidos com o conhecimento de questões CC e o ambiente de projecto único, estamos preparados para calendarizar o projecto do exemplo introduzido anteriormente da Figura 3.6. Há seis etapas genéricas na calendarização da CC:

1. Construir um cronograma do projecto inicial, que tem tempos de segurança, e remover metade da duração²³ das tarefas (cerca de 50%).
2. Trabalhar a partir do final do projecto, eliminar toda a contenção de recursos.
3. Identificar o caminho mais longo de dependências de recursos e tarefas - a Cadeia Crítica (o segundo passo para trás).
4. Calcular e inserir o buffer do projecto (normalmente cerca de metade da segurança removida das tarefas na Cadeia Crítica).
5. Calcular e inserir buffers de alimentação para todos os caminhos (cadeias) que se fundem

²³ Ocasionalmente, uma tarefa pode consumir quase o valor total do tempo alocado a mesma; se a assim for o tempo da tarefa, portanto, não deve ser reduzido (por exemplo, tempo de cura do peixe e outros produtos, tempo de assar, o tempo de teste e etc.)

na cadeia crítica, resolver qualquer contenção de recursos recém-descobertos dentro do projecto. (Calcular o tamanho do buffer usando o mesmo procedimento para o buffer do projecto.)

6. Adicionar buffers²⁴ de recursos de comunicação para garantir notificações oportunas para recursos que não têm antecessores para começar a trabalhar, e todos os recursos que têm trabalho atribuído da Cadeia Crítica.

Uma sétima etapa opcional pode ser necessária se a data de conclusão planeada é longe demais, no futuro.

7. Analisar a programação e avaliar as opções para completar o projecto numa versão anterior a data; fazer alterações seleccionadas, analisar e aprovar as alterações e actualizar ou agendar. Como veremos, para a maioria dos projectos em CC é fácil saber quais os recursos adicionais que devem ser adquiridos, e para que períodos de tempo²⁵. Portanto, vamos nos concentrar nas primeiras seis etapas do nosso exemplo.

3.11.1 Calendarizar a Cadeia Crítica -etapas 1 a 4

Para agendar o projecto mostrado na Figura 3.6, como um projecto em CC, a segurança embutida em cada tarefa é removida e metade desta é movida para um lugar onde ela pode proteger todo o projecto da incerteza. Isto significa que o ponto de partida para o desenvolvimento de uma programação ou agendamento em CC tem que ser a Figura 3. 5, ou seja, o projecto com os tempos estimados das tarefas. Este foi o passo 1.

O passo 2 é nivelamento dos recursos, realizada a partir do final do projecto e voltar para trás, mudar cada recurso que tenha sobreposição de tarefas, manter o comprimento total do projecto o mais curto possível. Diferentemente da abordagem tradicional, onde a redistribuição dos recursos ocorre após a identificação do caminho crítico; com CC a contenção dos recursos é realizada antes da identificação da Cadeia Crítica.

²⁴ (<http://www.refresh.com/CriticalChainProjectManagement.pdf>), [acedido em 24-10-2013], define: “buffer de recurso - Um mecanismo de alerta utilizado para garantir que os recursos disponíveis trabalhem em tarefas, quando necessário”

²⁵ O passo 7 (CC), aquisição de recursos adicionais, em termos de TOC nas 5 etapas, corresponde 4 que é “elevar”

O passo 3 envolve um outro passo para trás por meio do projecto, a fim de identificar quais os caminhos mais longos. Mais uma vez, a partir do final do projecto, e trabalhando para trás sobre a via escolhida, a cadeia crítica (☆) é identificada como Grupo J, C e B, mas depois, como a tarefa E utiliza o mesmo recurso da tarefa B, a Cadeia Crítica sobe para Grupo E, e finalmente Tarefa D²⁶ (ver Figura 3.6).

O passo 4 resulta na inserção de buffer do projecto. O tamanho deste buffer, tecnicamente, é a metade do número de unidades de tempo (dias neste exemplo) de segurança que foram removidas das actividades que formam a cadeia crítica. O buffer de projecto é colocado no fim da cadeia crítica, empurrando, assim, a data do fim para além do ponto final da última tarefa.

Figura 3. 7A Figura 3.7 mostra os quatro primeiros passos na programação CC que passamos a resumir: (1) Usar o projecto com tempos estimados. Encurtar os tempos estimados das tarefas pela metade, (2) nivelamento de recursos, (3) a identificação da Cadeia Crítica, e (4) a inserção do buffer (reserva de tempo) do projecto. A Cadeia Crítica é identificada com estrelas brancas ao lado das tarefas (ver a Figura 3. 7). Note-se que o buffer do projecto (Passo 4) não tem nenhuma tarefa ou recurso atribuído. O buffer de projecto pode ser usado para gerir o tempo perdido nessas tarefas que não foram completadas. Ao invés de ter segurança em tarefas individuais, da cadeia crítica, onde não pode ser exigido (e normalmente é desperdiçado devido à síndrome do estudante, sacos de areia, e a Lei de Parkinson, ver secção 3.6 à 3.8), o *buffer* do projecto é uma segurança que garante a conclusão do projecto.

Notamos também que remarcou-se a menor cadeia de tarefas, para começar o mais tarde possível, sem ocorrência de contenção de recursos em tarefas F e H. O projecto da figura mencionada anteriormente está programado para ser concluído em 78 (o tempo total da cadeia crítica, cujas figuras têm estrelas brancas (52) mais o tempo do buffer do projecto (26)) dias, mas há vários outros passos. Lembremos que o software está disponível para realizar essas etapas. Em termos de TOC, o objectivo são cinco etapas (5FE), como vimos nas secções anteriores. Na programação CCPM as etapas 1, 2, 3 e 4, correspondem as etapas 1 (identificar a restrição) e 2 (explorar a restrição) da TOC.

²⁶ Este método é uma boa regra ou heurística técnica, quando fazemos uma programação manual ao invés dos programas de software disponíveis no mercado. Assim fica mais difícil identificar a melhor Cadeia Crítica.

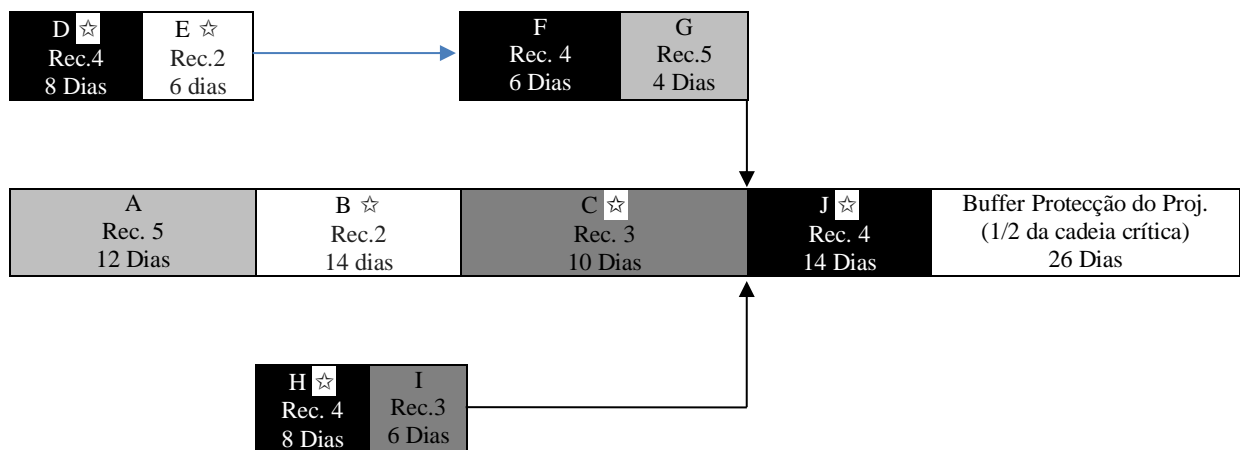


Figura 3. 7 - Cronograma do projecto com apenas o BP.

Fonte: Adaptado de Goldratt (2010).

3.11.2 Unir os caminhos - Passo 5

Quando a cadeia não crítica de actividades dependentes se funde com a cadeia crítica todo o projecto pode ser atrasado. Para proporcionar uma protecção para tais possibilidades, deve-se pôr buffers de alimentação. Assim neste passo 5, o que se exige é adicionar no final de cada caminho não crítico no ponto em que ele se une com a cadeia crítica um buffer (chamado buffer de alimentação - BA). Como já foi referido na secção anterior, a semelhança do buffer do projecto, o buffers de alimentação também é um bloco de tempo que não está atribuído á tarefas ou recursos específicos.

O tamanho deste buffer é determinado utilizando a mesma lógica como o buffer do projecto. A regra geral é usar metade do tempo total estimado, reduzida a tarefa de cada caminho de alimentação ou caminho não crítico. Se o caminho tem uma tarefa da cadeia crítica, então ela (a tarefa) é excluída do cálculo, porque o buffer do projecto já a protege. A Figura 3. 8, ilustra a colocação e o tamanho dos buffers de alimentação para o nosso cronograma do projecto em estudo. O buffer de alimentação para a cadeia superior (5 dias) é a metade do tempo previsto para as tarefas F e G²⁷ (10 dias).

O buffer de alimentação para a cadeia inferior (7 dias) é metade do tempo programado para as tarefas H e I (14 dias). A Figura 3. 8, apresenta dois fenómenos importantes exclusivos para CC. Observemos atentamente primeiro a tarefa A que não está na Cadeia

²⁷ Conforme fizemos referência anteriormente, as tarefas que fazem parte da cadeia crítico, não devem ser incluídas nos cálculos, dos buffers de alimentação, visto que já foram calculadas na cadeia crítica. É o caso das tarefas D e E (com estrelas que mostram que fazem parte da cadeia crítica).

Crítica, mas é uma actividade predecessora da tarefa B (que está na cadeia crítica). A tarefa tem 12 dias, então ela deve ter uma reserva de buffer de alimentação de 6 dias. No entanto, essa quantidade de buffer levaria a tarefa iniciar 4 dias mais cedo, face o início da cadeia crítica, pois, não é logico embora seja possível. Portanto, uma linha escura no buffer de alimentação de 6 dias indica o facto de que 4 dias do Buffer de 6 dias são consumidos antes do início do projecto. Algumas ferramentas de programação CC adicionam “dias mais cedo” para o buffer de projecto para protecção adicional, outros simplesmente registram o facto de que um dos buffers já foi parcialmente consumido. Para este exemplo, quatro dias foram adicionados ao buffer de projecto, aumentando de 26²⁸ para 30 dias.

Um segundo ponto a ser observado com atenção é a aparente violação da prática de iniciar todas as tarefas o mais tarde possível. Neste caso, o GPs decidiu que devido o recurso 3 na Tarefa I ter a possibilidade de retardar o início da Tarefa C no caso do CC as tarefas H e I são atrasadas mais do que um total de seis dias (uma possibilidade distinta uma vez que o buffer de alimentação é de sete dias); o caminho inferior na Figura 3. 8, deve começar tão cedo quanto possível²⁹. Esta acção faz uma grande diferença entre tarefa I.

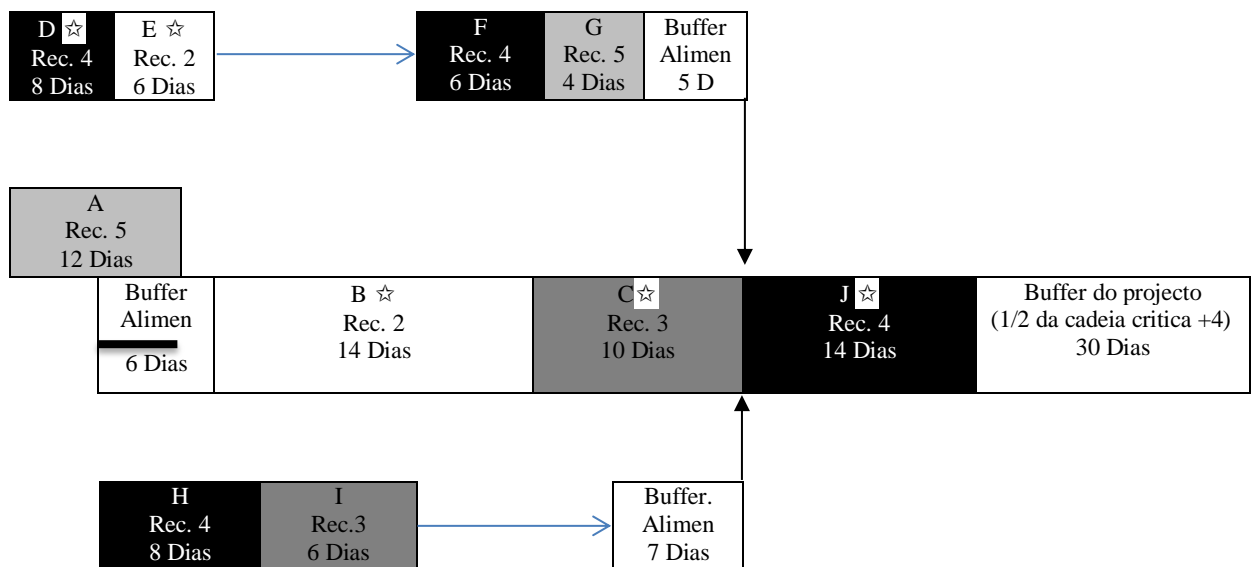


Figura 3. 8 - Cronograma do projecto. BP e BA.

Fonte: Goldratt (2010)

²⁸ É igual a metade do tempo da cadeia crítica (52 é igual a soma dos tempos das tarefas com estrelas brancas na cadeia crítico).

²⁹ Como o recurso 4 irá continuar com a Tarefa F, logo que tarefa H é completada (seguir os padrões de CC), não há necessidade de estar muito preocupado com a conclusão antecipada do caminho de cima.

e o buffer de alimentação, no final da qual o caminho menor se junta a cadeia crítica. Não é incomum que ocorram essas lacunas, dada análise fundamentada de risco e nivelamento de recursos adicionais devido à inserção de buffers de alimentação. As lacunas em caminhos não-críticos, como as diferenças entre as tarefas E e F no caminho superior na Figura 3. 8, também não são motivo de preocupação³⁰. Unir caminhos que é etapa 5 da CC, em termos de 5FE, seria o passo 3 que é subordinar a decisão à acima.

3.11.3 Um outro olhar sobre a contenção de recursos

A fim de desenvolver um plano de projecto que tenha algum sucesso de conclusão no prazo indicado, devemos programar as tarefas de tal forma que o recurso não seja atribuído duas tarefas ao mesmo tempo. Na calendarização da CC, que normalmente começam as tarefas o mais tarde possível e, quando a programação é manual, se possível deve-se agendar as tarefas mais curtas no final do projecto. Isso geralmente irá resultar em menos contenção de recursos, e proporcionar melhores oportunidades para a recuperação do tempo mais cedo durante a execução do projecto;

Como mencionado anteriormente, o caminho crítico em projectos tradicionais pode alterar muitas vezes. Na programação CC, a resolução de contenção de recursos é duplamente importante e a possibilidade de contenção de recursos deve ser verificada em cada etapa do processo. Olhando para o cronograma do projecto na Figura 3. 8, vemos que as tarefas F e G são forçadas a ter tempo mais cedo, através da inserção de um buffer de alimentação de 5 dias. No entanto, nenhuma nova contenção de recursos surge devido à inserção deste buffer de alimentação. A tarefa I, recursos 3, que foi ‘empurrada’ antes por acção anterior pela GPs, não é afectada pela inserção de um buffer de alimentação de 7 dias.

Assim que a tarefa B (que antecede tarefa C) for concluída, normalmente a GPs irá informar o recurso 3 a terminar a tarefas I e passar para tarefa C no CC³¹. Desde que a tarefa D está ligada ao CC, o recurso 4, primeiro vai completar essa tarefa, então depois começar a tarefa H. A tarefa D requer 8 dias para se completada, a tarefa H pode ser atrasada o início, mas o buffer de alimentação e buffer de projecto podem absorver quaisquer atrasos.

³⁰ Raramente, pode ocorrer uma diferença na cadeia crítica, devido à inserção de um buffer de alimentação que exige recursos adicionais de nivelamento. Essas lacunas geralmente são ignoradas.

³¹ Neste exemplo simples, tanto a tarefa C e tarefa I são antecessores tarefa J, por isso a escolha daquela em que se concentrar é discutível. Assim, a situação descrita aqui não é típica e o recurso 3 pode optar por continuar a trabalhar na tarefa I até que seja concluída.

Este exemplo simples do projecto é incomum, porque inserção de buffers de alimentação não resultou de nova contenção de recursos. Normalmente espera-se sempre nova contenção de recursos decorrentes quando são adicionados os buffers de alimentação no cronograma do projecto.

O agendamento de um recurso para trabalhar em mais de uma tarefa ao mesmo tempo, pode facilmente resultar no recurso multitarefa, havendo assim portanto um retrocesso (pouco progresso) nas tarefas atribuídas. Assim é muito importante certificar-se de que isso não ocorra em projecto único (simples), devendo portanto nivelar todos os recursos, para evitar este tipo de multitarefa improdutiva. É claro que, em ambientes de multi-projectos, é de todo impossível nivelar todos os recursos sobre todos os projectos com alguma confiança de modo a evitar a contenção dos mesmos. Para evitar ou melhor, minimizar a contenção de recursos devemos usar outra técnica CC, que iremos discutir mais tarde, quando falarmos de ambientes de multi-projectos. Na secção seguinte vamos falar sobre como alertar o recurso que deve começar a tarefa – comunicação.

3.11.4 Comunicação - Passo 6

É imperativo que um recurso atribuído a uma tarefa da Cadeia Crítica comece imediatamente assim que a tarefa anterior é concluída. A CC utiliza um sistema de notificação que informa o próximo recurso que ele vai ser obrigado a trabalhar numa tarefa CC. Esta notificação é dada com um intervalo de tempo antes que a tarefa da CC anterior tenha sido concluída. O exemplo do projecto em consideração, este intervalo de tempo seria de dois ou três dias no máximo.

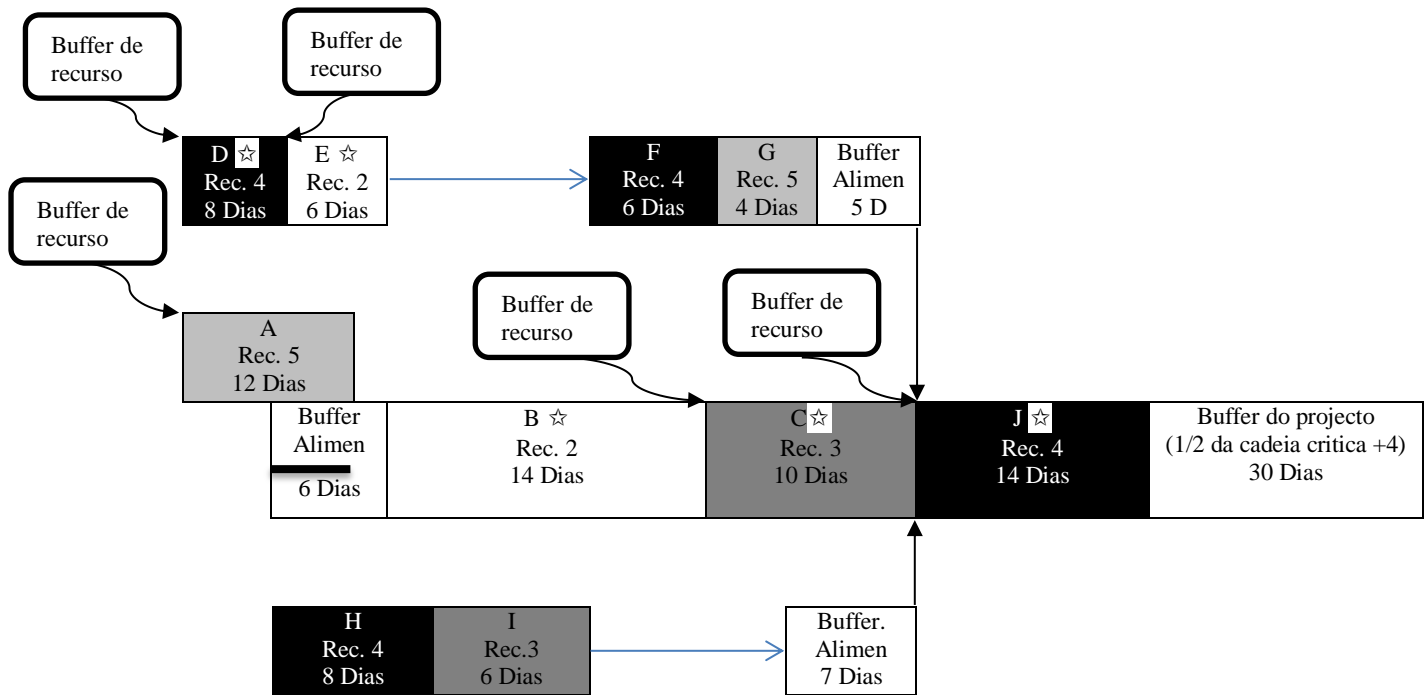


Figura 3. 9 - A programação do projecto completa e totalmente protegido

Fonte: Adaptado do Goldratt (2012)

O passo 6 da programação³² do projecto da CC garante a notificação que ocorre; os buffers dos recursos no cronograma do projecto são colocados em locais apropriados. Os buffers de recursos não têm qualquer tempo de tarefas, eles são ferramentas de comunicação. Além disso, os buffers de recursos devem ser colocados no plano do projecto para informar os recursos atribuídos às tarefas sem predecessor quando eles devem começar a trabalhar. As tarefas A e D não têm antecessores e, portanto, necessitam de sinais de alerta³³.

O problema de ineficiente multitarefa foi discutido anteriormente. A política geral deve ser estabelecida de que uma vez uma tarefa é iniciada, deve ser concluída antes da outra na fila dar inicio. Certas excepções podem ser permitidas, por exemplo, quando o recurso deve esperar algum requisito antes de poder completar a tarefa actual. No entanto, a excepção mais importante é quando o recurso é necessário numa tarefa da CC. A notificação de tempo, mencionada anteriormente, deve ser fixada com o tempo suficiente para que o recurso ao sair do seu trabalho actual seja de forma ordenada e se preparar para outra tarefa CC.

³² O passo 6 de CC, em comparação as 5 etapas da TOC, corresponde ao Passo 3, "subordinar".

³³ No lugar de buffers de recursos, algumas empresas simplesmente relataram as próximas tarefas da CC e onde começar.

Agora temos um cronograma do projecto CC totalmente protegido, mostrado na Figura 3. 9, sem recurso de contenção e com três buffers de alimentação, um buffer de projecto e 5 buffers de recursos. O projecto está agora agendado para ser concluído em 82³⁴ dias. Há cronogramas em CC alternativos que são possíveis para o exemplo do projecto, utilizado neste capítulo. Isso ocorre porque a ferramenta de programação ou agendamento pode optar por mover diferentes tarefas para a frente ou para trás e, assim, alcançar uma programação um pouco diferente³⁵. A preocupação mais importante não é que o calendário que seja o mais curto possível (como a maioria da literatura académica sugere), mas que a data prometida da conclusão do projecto seja adequadamente protegida.

Na Figura 3. 9, os buffers de recursos (um ou dois dias) foram colocados no cronograma do projecto para notificar os recursos 4 e 5, quando devem começar a trabalhar neste projecto. O recurso 4 é informado para começar a tarefa D. Após esta terminar, em seguida, ir imediatamente para a tarefa H, depois da devida notificação através do buffer de recurso. O recurso 2, igualmente é avisado para começar o trabalho na tarefa E na Cadeia Crítica. Logo que o trabalho seja concluído passa para a tarefa B. Como a tarefa H, cujo início foi transmitido em buffer de recurso da tarefa D, um buffer de recurso separado para tarefa H não é necessário. Apesar do recurso 3 ainda estar a trabalhar em tarefa I (conclusão tardia) quando a tarefa B estiver em fase de conclusão, o buffer de recurso ou outra comunicação informa sobre a próxima tarefa em CC e a aconselhar o recurso 3 para começar a estabelecer o trabalho de uma maneira ordenada e estar pronto para começar a trabalhar em Tarefa C assim que a tarefa B estiver completamente concluída. Depois que a tarefa C for concluída, o recurso 3 pode voltar imediatamente para tarefa I e concluir o trabalho³⁶.

3.11.5 Três fontes de protecção do projecto.

A discussão anterior e a Figura 3. 9, ilustram que existem três tipos de protecção que visam melhorar a probabilidade da conclusão dos projectos na programação CC, que são:

³⁴ É a soma de 52 com 30 (novo tempo de buffer do projecto = 26+4)

³⁵ O software CC vai encontrar o melhor ou a menor programação, mas se a programação é realizada manualmente, o que se exige é o suficiente.

³⁶ A tarefa I e C devem ser completadas antes do início da tarefa J e, por conseguinte, a conclusão final das tarefas não pode provocar uma mudança a tarefa J.

1. Um buffer de projecto (o tempo deve ser utilizado para as tarefas da cadeia crítica que não sejam concluídas nos seus tempos de duração mais curtos).
2. Vários buffers de alimentação (o tempo deve ser usado para proteger a cadeia crítica, se houver problemas com as actividades que não fazem parte de CC).
3. Vários buffers de recursos (que não agregam tempo do cronograma do projecto, mas fornecem avisos antecipados para certos recursos, quer para iniciar um caminho quer para moverem-se para uma tarefa CC quando necessário, e por vezes, desviar-se do padrão (de não parar o trabalho numa tarefa até que seja concluída), a fim de iniciar uma tarefa CC no tempo).

A fim de apresentar os princípios da programação do projecto em CC, esta seção considerou um cronograma simples em ambiente de projecto único. Nós também apresentamos algumas pistas sobre mudanças comportamentais básicas que são necessárias para fazer o projecto em CC, como uma programação mais eficaz. A responsabilidade para a mudança de comportamentos será abordado mais tarde, mas primeiro vamos olhar para o complicado mundo da programação onde muitos projectos podem coexistir.

3.12 PROGRAMAÇÃO EM AMBIENTES MULTI-PROJECTOS.

Um dos principais problemas num ambiente de multi-projectos é estabelecer prioridades. Nem todo o projecto pode ser numero um. Definir prioridades para projectos em ambiente de multi-projectos é difícil, mas essencial. A experiência, de muitas organizações, mostra que renunciaram a política de multi-projectos simplesmente, a fim de tirar proveito de novas oportunidades de negócios. Porque adição de novos projectos, muitas vezes põe em risco o progresso dos projectos em andamento. A suposição de que um início mais cedo possibilita um término das tarefas também mais cedo é incorrecta. Conforme descrito anteriormente, e no capítulo 2,³⁷ as organizações com muitos projecto, cria-se por vezes caos no processo de gestão de projectos, salientaram trabalhadores conscientes, e tendem ao esgotamento das melhores pessoas da organização.

³⁷ Ver directriz XII no capítulo 2

3.12.1 Estabelecer prioridades nos projectos

Está além da agenda deste capítulo 3, resolver todos os problemas de prioridade, mas é imperativo para todas as organizações no ambiente multi-projectos usar alguma prioridade no projecto. Não é de bom censo permitir, que a definição de prioridades seja entregue a um recurso (gestor ou outra pessoa) que não tem uma perspectiva global da organização e de muitos projectos em andamento, seja padrão. Muitas organizações têm estabelecido um gestor de escritório de projectos (PMO - Project Management Office) para a gestão de sua carteira de projectos. Algumas das funções possíveis de um PMO são descritas na Tabela 3. 1. Uma observação atenta da tabela mostra o estabelecimento das prioridades nos projectos com base nos negócios, recursos e competências organizacionais.

Capacidades do Gestor de Projectos	Processos de Coordenação Negócios	Prioridades do projecto	Medidas de negócios
<ul style="list-style-type: none"> • Práticas de gestão de Projectos • Maturidade do gestor de projectos • Uso de gestão intensivo de projectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Visão estratégica • Alinhamento de metas • Colaboração nos Negócios 	<ul style="list-style-type: none"> • Prioridade nos negócios • Aplicação dos recursos • Aproveitar competências 	<ul style="list-style-type: none"> • Relatórios do Progresso • Feedback sobre o desempenho • Satisfação do cliente

Tabela 3. 1 - Funções de Gestor de Projectos de um Escritório

Fonte: Adaptado de Goldratt (2010).

3.12.2 Agendar recursos e estabelecer buffers

Uma vez que as prioridades do projecto são estabelecidas conforme vimos na secção anterior, o conceito-chave da TOC sobre buffers, pode ser aplicado para controlar o início de novos projectos. Em ambientes multi-projectos, cada projecto está previsto, da mesma forma como em ambiente de projecto único, mas sem levar em conta o uso de recursos em outros projectos.

Devido à grande incerteza na duração das tarefas, não é possível o nivelamento de todos os recursos em todos os projectos e espera-se que tal nivelamento inicial possa permanecer eficaz para qualquer período de tempo, uma vez que a execução do projecto é iniciada. A fim de minimizar a necessidade de recursos em multi-tarefas e certificar-se de que o atraso no projecto não afectem outros projectos, a entrada de novos projectos para o sistema deve ser controlada.

Neste capítulo vamos usar os termos descritivos “recurso de agendamento” e “buffers de programação”, para restringir a entrada de novos projectos. Um recurso de agendamento (SR-scheduling resource) é algo semelhante ao recurso de restrição no Tambor-Pulmão-Corda³⁸ (TPC) implementado nas fábricas, usado para minimizar conflitos de recursos e evitar sufocar a organização com muitos projectos. Tal como o material está programado numa linha de produção com base na restrição do sistema (o cilindro que controla o ritmo de produção), podemos agendar o início dos projectos nas nossas operações com base na programação da disponibilidade do recurso.

É claro que, a identificação de uma restrição do recurso na maioria dos ambientes multi-projectos é impossível e desnecessário. Portanto, a escolha do SR correcto não é crítica, mas deve ser aquele que é utilizado na maioria dos projectos. O início de cada projecto (em ordem de prioridade pré-determinada) está programado de tal forma que o SR é nivelado nos projectos. Isto é, as tarefas SR's³⁹ nunca são sobrepostas. Os novos projectos podem ser iniciados apenas no momento em que a primeira tarefa do SR esteja concluída. Além disso, não é aconselhável agendar tarefas do RS em diferentes projectos.

³⁸ O tambor é o recurso restrito, pulmão é a reserva ou stock e a corda é o tempo gasto entre os processos. (<http://dvl.ccn.ufsc.br/congresso/anais/2CCCF/20080718100244.pdf>), [acedido em 15-10-2013]

³⁹ Note-se que pode haver várias SRs, reduzindo o tamanho do buffer exigido para separar projectos

Para fornecer alguma protecção a agenda global em multi-projectos, um buffer de programação é usado em cada projecto. O buffer de programação é inserido em cada projecto em frente da primeira tarefa a ser realizada pelo SR. Quando surgem problemas em qualquer projecto, um buffer de tempo irá minimizar a derrapagem por todo o cronograma do projecto.

O tamanho do buffer é opcional, mas deve ser relativamente grande. Porque toda a nossa carteira de projectos programada depende deste buffer de programação. Uma regra geral é fazer com que o buffer seja tão grande como a duração dos tempos das tarefas programadas recentemente num projecto de prioridade alta. No entanto, o tamanho do buffer pode também, depender de experiência, configurações dos projectos individuais, e outros factores.

Por exemplo, suponhamos que seleccionamos o recurso 4 como um SR, no exemplo que temos vindo a considerar. As duas últimas tarefas (F e J) do recurso 4 do projecto em análise (ver Figura 3. 9) estão programadas com durações sequenciais com total de 20 dias. Este projecto é incomum uma vez que o recurso 4 foi necessário executar quatro tarefas distintas no mesmo projecto. O próximo projecto prioritário requer apenas o recurso 4 executar duas tarefas, sobre a média desta organização. Portanto, a organização decidiu que 20 dias é um buffer de programação suficiente para atrasar o início do Projecto 2.

A Figura 3. 10, mostra a última parte do projecto actual (projecto 1), e mais dois projectos que estão sendo iniciados com o Recurso 4 (cor preta) que está disponível para realizar o trabalho sobre eles. A figura, além mostrar como já foi dito a parte inicial do projecto 1, mostra também todo o projecto 2 e a parte inicial do projecto 3. Queremos com este exemplo apenas destacar, como os buffers de programação dos projectos 1 e 2 estão em sequência no lançamento dos Projectos 1 para o projecto 2 e do 2 para o projecto 3, com base na disponibilidade do recurso 4 (preto). Deve haver um exemplo ocasional de um recurso que está ser obrigado a realizar um trabalho em diferentes projectos ao mesmo tempo, o PMO ou o gestor de recursos pode decidir qual a tarefa que deve ter prioridade.

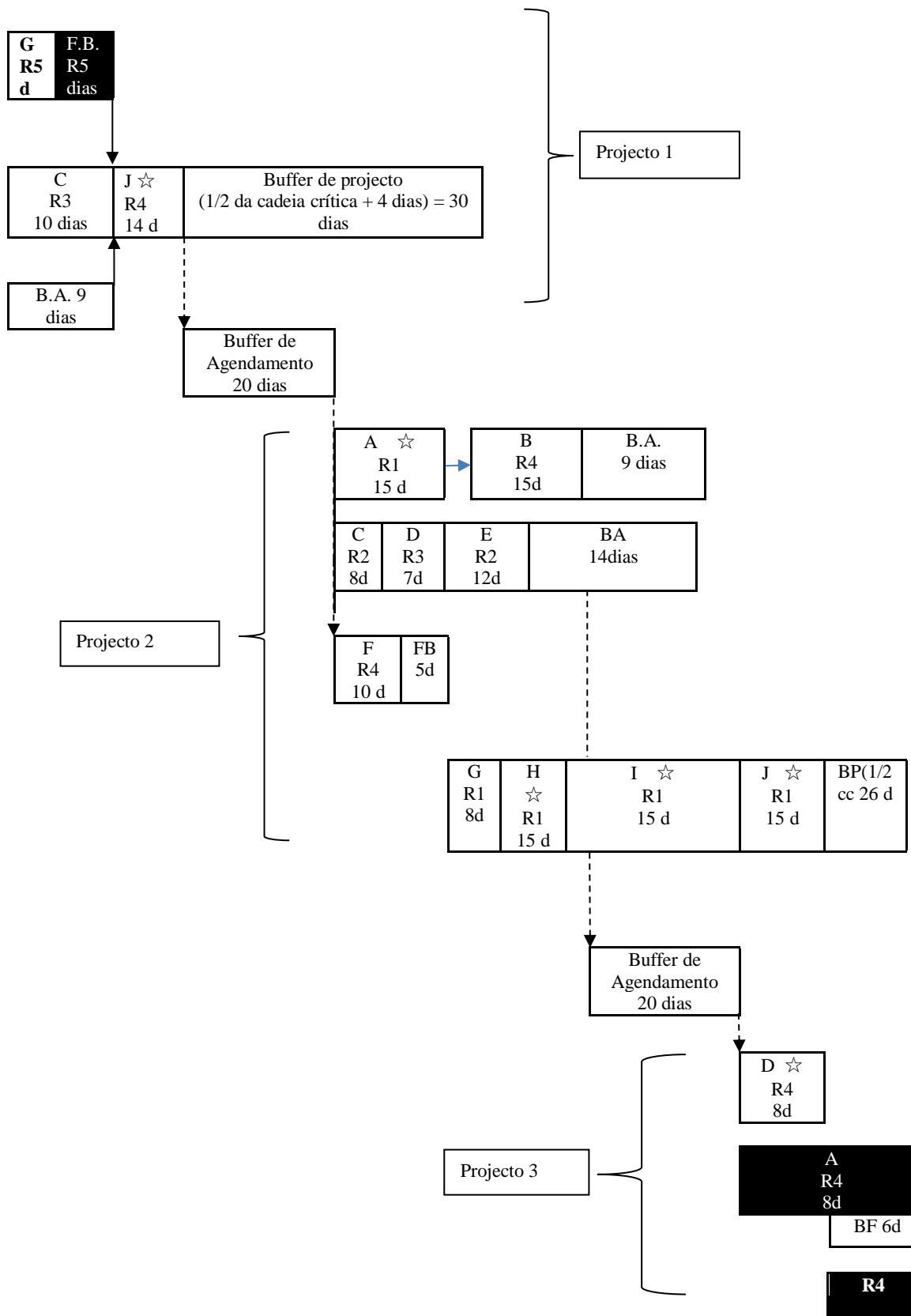


Figura 3. 10 - Programação de recurso 4 (preto) e buffer para entrada de novos
 Fonte: Adaptado de Goldratt (2010).

3.13 CONTROLO DO PROJECTO ATRAVÉS DE GESTÃO DE BUFFERS

Nós já discutimos a propósito de buffers como dispositivo de planeamento de projectos para se concentrar protecção, quer projectos individuais, quer controlar o início de projectos em ambiente multi-projectos. Outro uso muito importante de buffers em CC é como uma ferramenta de gestão do projecto que vai ajudar o GPs, saber quando deve agir e quando não deve. Nas secções seguintes vamos ver a sua importância.

3.13.1 Acompanhamento do consumo de buffer

Para calcular o consumo de buffer, o GPs deve ter informações actualizadas sobre cada tarefa que foi iniciada e não foi concluída. Em cada posto de trabalho (diário ou entre uma e duas vezes por semana), cada membro da equipe do projecto actualmente a trabalhar na tarefa deve ser perguntado a quantidade de tempo que resta para completar a tarefa. É improdutivo, para fins de gestão de projectos, pedir uma data de conclusão ou a percentagem do trabalho que foi concluído. (Historicamente, Percentagem completa, muitas vezes tem sido superestimada). A estimativa de tempo restante é necessário para o GPs saber para tomar uma acção. O tempo restante, somado ao tempo decorrido, uma vez que a tarefa foi iniciada, pode ser comparado com o tempo estimado original, para determinar o buffer de penetração ou de recuperação. A duração da sobrecarga da tarefa, ou seja, a tarefa será concluída algum tempo além da redução estimada (agressiva), esta pode ser calculada da seguinte forma:

Para uma tarefa que tenha sido iniciada e não concluída; adicionar a quantidade de tempo que falta para completar a tarefa (fornecida pelo recurso atribuído a tarefa), ao tempo decorrido desde que a tarefa foi iniciada; comparar a actual duração total com a duração prevista inicial estimada. Se a duração actual é maior do que a duração estimada, então a diferença entre os dois é a quantidade de excedente que deve ser reflectido no buffer apropriado como foi atrás usado⁴⁰. O cálculo do tempo excedente não é baseado em quando a tarefa foi originalmente planeada para começar. Não há preocupação com “as datas de início” ou “as datas do término”, cada tempo de actividade é calculado apenas sobre a sua própria duração prevista. Este assunto será discutido mais tarde.

⁴⁰ A recuperação do buffer ocorre de um modo semelhante, quando a duração da tarefa real requer menos do que a sua duração estimada (agressiva).

A CC concentra-se em durações das tarefas e fornece notificações de iminente trabalho para cada recurso da Cadeia Crítica e para cada tarefa sem uma tarefa predecessora. Caso contrário, o trabalho é executado na ordem de chegada na fila de um recurso. Se a tarefa está atrasada na cadeia não crítica, a quantidade de excesso estimado é subtraída do buffer de alimentação. Se, em algum ponto, um buffer de alimentação torna-se totalmente consumido, então qualquer excesso remanescente é mostrado como utilizado no buffer de projecto. Para qualquer tarefa da Cadeia Crítica, o excedente deve ser subtraído do buffer do projecto. Em ambiente multi-projectos, o escritório de gestão de projectos (ou função equivalente) deve acompanhar o desempenho da SR (Figura 3. 10). De modo que os buffers de agendamento possam ser ajustados, se o SR indica um período mais curto ou mais longo do que o previsto para uma das suas tarefas atribuídas.

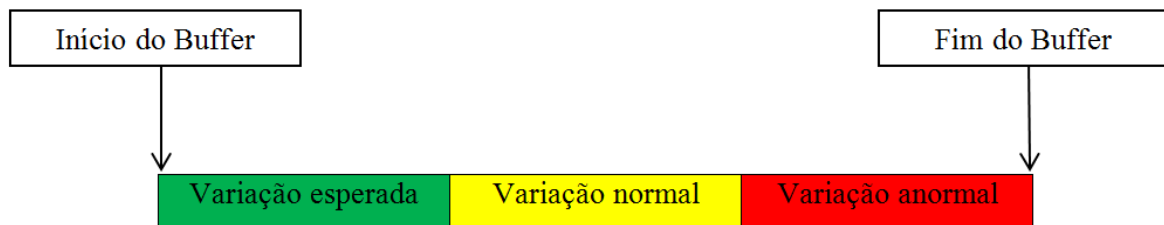


Figura 3.11 - Áreas de variação de BP

3.13.2 Saber quando agir.

Os GPs precisam ter um conhecimento significativo sobre o estado do seu projecto e eles precisam também saber quando tomar acções correctivas. A quantidade de utilização do buffer proporciona a necessária informação. Os buffers são geralmente divididos em três partes iguais de tempo que podem ser pensados como “variação esperada”, “variação normal”, e “variação anormal”. Eles são algo análogo ao verde, amarelo e vermelho de uma luz de controlo de tráfego. A Figura 3.11, mostra esta divisão em partes iguais. Na Figura 3. 9, o buffer do projecto tem 30 dias, o que significa que haveria aproximadamente 10 dias em cada uma das secções de variação de buffer⁴¹.

⁴¹ Com os softwares disponíveis, no mercado "cartas de febre" (Newbold, 2008) e outros, o consumo de buffers é redimensionado automaticamente ao longo da vida de um projecto.

3.13.3 Variação esperada (Zona Verde)

O tempo agregado nos buffers em CC serve para proteger a data de conclusão do projecto. Se tudo funcionar de acordo com o cronograma de CC, alguns ou todos os buffers serão utilizados e o projecto será concluído antes ou na data prevista. Na medida em que o trabalho do projecto prossegue, pode-se esperar que um terço dos buffers possa ser utilizado devido à incerteza inerente a tarefa. Isso significa que, no exemplo, o projecto da Figura 3. 9, será de esperar que entre 10 ou 11 dias sejam utilizados a partir de buffer do projecto. Nenhuma acção é necessária para corrigir o sistema neste momento. Deming (1993), mostra que tomar medidas correctivas quando nenhuma acção é exigida, pode perder tempo produtivo e deixar o objectivo de lado.

3.13.4 Variação normal (zona amarela)

Existem dois tipos de variações em qualquer processo. Os chamados de variação “causa comum” e “variação causa especial”, (Deming, 1986). A variação de causa comum é inerente ao desenho do próprio processo, porque nenhum processo é perfeito. Pela sua própria natureza, os tempos das tarefas do projecto são incertos. A utilização do segundo terço de buffer CC é geralmente causada devida à incerteza inerente às previsões da duração da tarefa. Pequenas variações na operação de um projecto não são motivo para alarme, mas se o segundo terço do buffer começa a ser utilizado para cobrir excedentes das tarefas, os planos deveriam ser formulados para recuperar o tempo perdido. No entanto, para evitar a adulteração, a acção não deve ser iniciada até que a variação anormal, o último terço do buffer, é começado a ser consumido.

A utilização do último (variação anormal ou zona vermelho) buffer desta secção é geralmente por uma causa especial, e é aconselhável estar preparado. É o tempo para a GPs agir e desenvolver um plano de acção a ser usado se a secção do buffer vermelho é consumido. Assim antes que aconteça, enquanto a segunda secção do buffer (variação normal) esta a ser consumido deve-se tomar medidas preventivas, tais como: a possibilidade de utilização de horas extras ou aumento de recursos, ou garantir um acordo para reduzir as tarefas do projecto.

3.13.5 Variação anormal (zona vermelha)

A variação anormal é causada pela variação especial, que é geralmente o resultado de um único evento fora do normal, no decurso da operação do projecto. Ou uma conjuntura de eventos. Tais eventos podem ser tão simples como a doença de um recurso do projecto ou tão importante como um desastre natural. Quando a parte vermelha do buffer é penetrada, é definitivamente tempo para a acção e a implementação dos planos feitos enquanto buffer do meio (amarelo) era consumido.

Se um buffer de alimentação está envolvido, a acção apropriada é monitorar cuidadosamente o buffer do projecto. Se o buffer do projecto ainda mantém a segurança adequada, a acção imediata pode não ser necessária. Se o buffer do projecto está envolvido, o plano de acção deve ser iniciado imediatamente. Se um buffer de agendamento está envolvido, o início do próximo projecto deve ser adiado, se possível. Algumas tarefas precedentes do próximo projecto podem já ter sido iniciadas antes do conhecimento do problema vir a tona. Se o próximo projecto já foi iniciado, seria prudente atrasar o início de outros projectos.

3.13.6 Ajuste de buffers

Com a conclusão do projecto, espera-se que alguns ou todos os buffers sejam utilizados. É cada vez menos importante manter o tamanho total dos buffers de protecção, a menos que eles sejam necessários. Lembra-se que houve a necessidade de acrescentar quatro dias de um buffer de alimentação, no projecto em estudo da Figura 3. 9, pois começa com 30 dias de buffer de projecto. Comparado com o tempo CC original, isto é, uma proporção (rácio) de $30/52 \approx 0,58$. Esta relação do tempo de duração de uma tarefa para o buffer deve ser mantida durante a execução do projecto. Usando a Figura 3. 9, por exemplo, quando as tarefas A, D, e E forem concluídas, as tarefas B, C, e J da Cadeia Crítica fica com 38 dias de trabalhos. Mantendo a mesma proporção (rácio) de 0,58, isto significa que o buffer do projecto, dever ser ajustado para 22 dias $[30 - (10-2)]^{42}$. A nova secção do buffer será dividido em $(22/3=7,3$ dias). Como o buffer original do projecto é de 30 dias, vamos dividir por três, o que dá 10 dias de consumo de segurança. A Figura 3.12 linha a, mostra os valores de segurança. O buffer de penetração de 10 dias, utilizando o tamanho original do buffer, indica que já foram consumidos os 10 dias, conforme indicado pela linha grossa preta na horizontal

⁴² É importante notar que, como a actividade A teve a necessidade de consumir 2 dias de buffer. Assim estes 2 dias devem ser descontados no buffer do projecto $(10-2=8)$. O que significa que $(30-8=22)$ o novo buffer do projecto só tem agora 22 dias.

no primeiro 1/3.

- a. Tamanho original do buffer de consumo (linha preta sólida indica o consumo dos 10 dias)



- b. O buffer de consumo recalculado (linha preta sólida o consumo dos 2 dias)

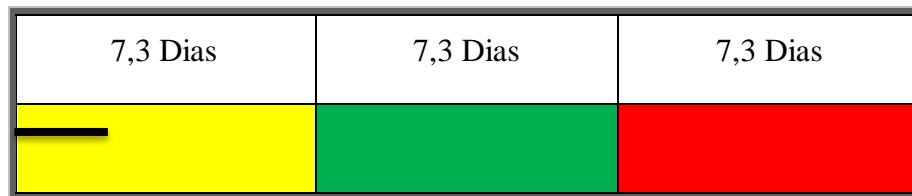


Figura 3.12 - Tamanhos de buffer após a conclusão das tarefas A, D, e E.

Por vezes, o consumo do buffer é referido como taxa de consumo de buffer. Pode ser definida como “A taxa na qual o buffer do projecto na cadeia crítica está ser consumido. A velocidade é calculada como a razão entre a percentagem de penetração do buffer de projecto e a percentagem de conclusão da cadeia crítica”. Se o resultado é 1.0, indica que a relação entre a cadeia crítica executada e o buffer utilizado está ser mantida. Se usarmos esta fórmula no exemplo do projecto, a taxa de consumo Seria: [percentagem do consumo do buffer: (10 dias) / (30 dias) = 0.33]; a percentagem de Cadeia Crítica completa: [(14⁴³ dias) / (52 dias) = 0,27]. A divisão de 0.33 com 0.27 é igual à 1,22, valor esse que indica a relação entre a cadeia crítica executada e o buffer utilizado, como referido no parágrafo anterior. O valor calculado é maior do que 1.0; isto significa que a relação não se verifica.

⁴³ O valor de 14 (8+6) dias é a soma do tempo das actividades D e E já terminadas, na cadeia crítica.

Os buffers de alimentação também são ajustados conforme são concluídos os caminhos de alimentação. Desde que uma tarefa qualquer tenha sido concluída, o seu buffer de alimentação não é mais necessário. No entanto, no caso da tarefa A tinha 12 dias, e no total eram necessários 16 dias para a sua conclusão, então os 2 dias utilizados na tarefa A, como buffer, foram tirados dos 6 dias do buffer de alimentação. O GPs deve saber como e porque realizar os cálculos do buffer cada vez que eles recebem relatórios das tarefas activas. Em configurações de projectos complexos seria muito difícil sem software do projecto CC que relata os buffers redimensionados, de penetração e outras informações uteis de gestão de projectos. Vários softwares em CCPM calculam os buffers de diferentes maneiras. No exemplo que temos vindo a falar, dá-nos uma visão como os buffers são ‘consumidos’.

A Figura 3.13, mostra o gráfico típico em percentagem entre as actividades concluídas na cadeia critica, e o buffer do projecto já ‘consumido’. A área vermelha no topo necessita de uma acção imediata. A área cor de amarela no meio na diagonal representa a zona onde os planos devem ser feitos de modo a prevenir a zona vermelha. A área cor verde, onde as coisas estão bem-feitas, nenhuma acção deve ser tomada. Por exemplo uma observação atenta do gráfico, mostra que, são completadas 40% das actividades, mas quanto ao consumo do buffer já vai em 80% (é o pico que observamos na parte vermelha). Esta situação é inaceitável.

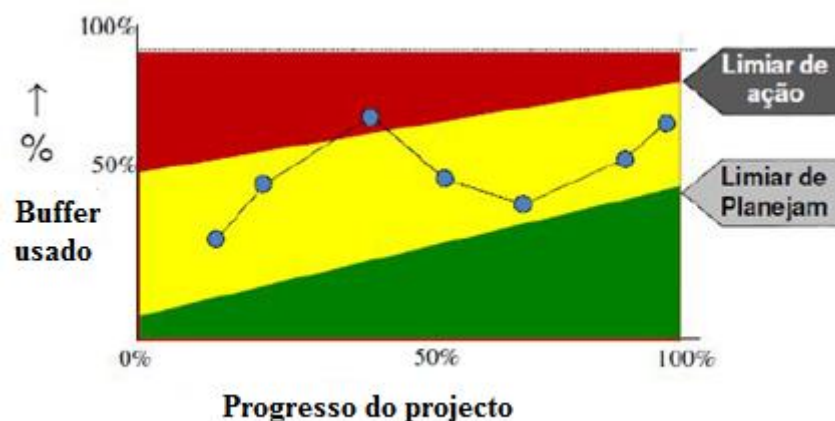


Figura 3.13 - Gráfico de buffer de acompanhamento
 Fonte: Adaptado de Finocchio (2009)

3.13.7 Melhoria contínua de informação sobre o consumo de buffer.

Quando o consumo de buffers entra a zona de variação esperada (amarela, ver as Figura 3.11 e Figura 3.13), todas as tarefas que tiverem o tempo esperado (pessimista) com derrapagens devem ser analisadas as causas. Esta investigação pode ser iniciada por qualquer buffer de consumo, a partir do início de um projecto. As causas de derrapagem incluem as seguintes:

- Material danificado ou de má qualidade
- Recursos doentes ou ausentes devido à emergência de família
- Tarefas mal definidas (ou mal entendidas)
- Problema de qualidade com o trabalho anterior
- Recursos atribuído a um projecto mais crítico pelo PMO (ou órgão similar)
- Problemas de subcontratação, tais como a má qualidade ou atraso nas entregas.
- Evento inesperado como condições atmosféricas anormais⁴⁴

Seja qual for a causa, que esteve na base, todos os eventos devem ser agregados através de um arquivo. Esta informação deve ser usada para analisar como os processos e os procedimentos podem ser alterados a fim de evitar futuras ocorrências de saturação. Os dados definitivos não devem ser usado para apontar dedos ou repreender empregados. Todos os envolvidos nos eventos de saturação mais comuns e mais crítico deve fazer parte de uma equipe para formular uma solução. Este grupo pode incluir indivíduos envolvidos nas tarefas antecessoras e sucessoras. Desta forma, a organização pode melhorar continuamente o seu projecto.

⁴⁴ Por exemplo, inundações que ocorreram na Madeira, Funchal em 25 de Novembro de 2010.

(http://www.dn.pt/inicio/portugal/interior.aspx?content_id=1720174&seccao=Madeira), [acedido em 22-08-2013]

3.13.8 Implementação do Sistema CC

Há sempre resistência à mudança, às vezes por razões muito boas. Os autores da TOC desenvolveram seis “níveis de resistência” para mudar (por exemplo: Kendall, 2005; Goldratt, 2010). Este tema é familiar em psicologia comportamental e em muitos outros círculos. Com base na pesquisa comportamental anterior (Budd e Budd, 2010), refere que com base na TOC foram identificados seis níveis de resistência. A Figura 3. 14, mostra um processo de 10 passos para a incorporação de preocupações e sugestões de muitos indivíduos na organização⁴⁵. O passo 1 estabelece a motivação para a mudança (Por que mudar?).

A massa crítica de indivíduos deve reconhecer os constrangimentos resultantes do uso continuado do sistema actual, neste caso, a gestão de projectos tradicional. O passo 2 é a primeira camada de TOC de resistência. As etapas restantes procedem-se em sequência numérica. Todos os passos devem ser abordados e nenhum ignorado. Alguns têm que ser revistos várias vezes, se alguns membros foram deixados para trás no outro passo, então voltar a perguntar a etapa anterior. A linha tracejada a partir do passo 8 até o passo 5 serve para “avaliar o resultado de CCPM pela organização”, certificar-se de que todas as consequências não intencionais significativas de CCPM que surgiram foram abordadas. Os passos 5, 6, 7 e 8 respectivamente indicam que podem ter que ser repetidas várias vezes. Uma vez que foram tomadas todas as 10 etapas, o sistema CCPM está em vigor e pronto para funcionar e beneficiar a organização como o planeado.

No entanto, com as mudanças no ambiente, podem desenvolver novas práticas que exijam mudanças no sistema instalado. Portanto, uma linha tracejada também se estende a partir do Passo 10, de volta para a Etapa 1, o que significa a necessidade de um sistema de gestão de projecto revisto significativamente. É claro que novas melhorias na CCPM devem desenvolvidas a cada dia, e o sistema deve ser revisto de vez enquanto, o que pode exigir apenas uma parte dos 10 passos.

⁴⁵ Para uma abordagem alargada, ver Rob Newbold Capítulo 5, "Making Change Stick" ; Goldratt, critical chain project management.

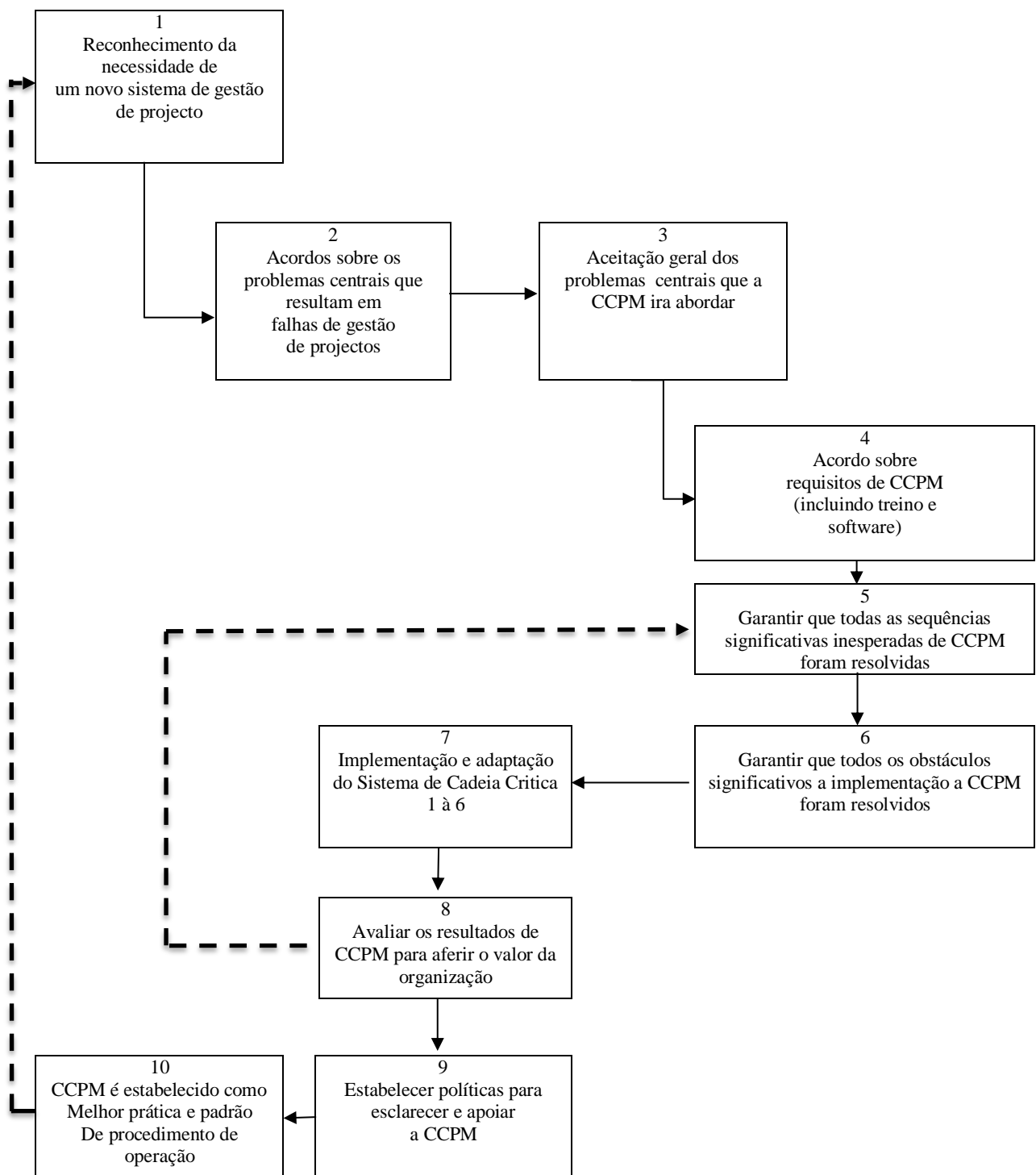


Figura 3. 14 - Modelo de capacitação de implementação de CC

Fonte: Adaptado de Goldratt (2010)

4 CAPÍTULO – CASO EM ESTUDO EXEMPLIFICATIVO

4.1 DESCRIÇÃO

O presente estudo tem por objectivo um projecto de construção de um bote salva-vidas para uma plataforma localizada na região de Africa Austral mais precisamente no oceano atlântico. Como é chamada, a plataforma PP2, foi instalada pela Companhia Gil, em 1994, como uma estrutura compatível com 4 pilares localizados a mais 390 m de profundidade. Esta plataforma é composta por 4 (quatro) pisos primários, cinco (5) pisos secundários, duas (2) ancoragem de barcos, oito (8) botes salva vidas, e 2 (dois) guindastes permanentes.

A plataforma PP2 também inclui cinco (5) escapes de botes salva-vidas, onde dois (2) estão localizados no lado norte da plataforma e três (3) localizados no sul do primeiro nível. O bloco onde se encontra a plataforma cobre 475.4 Km². A plataforma mede aproximadamente 512m a partir do fundo do mar até o topo da sua torre. Isso classifica-a como o quinta mais alta estrutura independente no mundo, mais alta que a Torre Eiffel, apenas 324m⁴⁶. Esta PP2 que, serve o bloco 14 é operada pela Cabinda Gulf Oil Co. Ltd., uma subsidiária da Chevron com 31%. Os outros parceiros são Agip Angola de 20%, a Sonangol 20%, a Total Angola 20% e Exploração Petrogal de Portugal com 9%⁴⁷. A Figura 4.1 ilustra a localização do bloco 14 onde a plataforma se situa.

⁴⁶ (http://pt.wikipedia.org/wiki/Torre_Eiffel), [acedido em 8-8-2013].

⁴⁷ (<http://www.offshore-technology.com/projects/bblt/>), [acedido em 8-8-2013].



Figura 4.1 - Localização do bloco 14

Fonte: inpex corporation (www.inpex.co.jp/english/news/pdf/2012/e20120821.pdf), [acedido em 14-06-2013]

A empresa que explora a PP2 está a planear aumentar a capacidade de produção do crude, mas existem vários constrangimentos para que isso seja possível. Para que isso seja possível é preciso aumentar a capacidade de recursos humanos existente para mais de 60 pessoas. Mas segundo as normas e os regulamentos de segurança para este tipo de actividades é preciso aumentar também a capacidade de evacuação das pessoas em caso de acidente na plataforma. Pois os oito botes salva vidas disponíveis não são suficientes. No entanto depois de vários estudos pela empresa contratada para o efeito, verificou que presentemente, não existe espaço físico para ancoragem dos botes salva-vidas. Assim era necessário um estudo de estrutura de aço existente na plataforma, a fim de determinar o seu impacto estrutural e o local apropriado. O novo ofício mostra que deveria ser adicionado no lado sul dos alojamentos da plataforma.

A empresa contratada depois de varias visitas ao local, a fim de desenvolver os estudos preliminares que determinarão o aumento da capacidade da actual plataforma de estruturas de aço para suportar o novo bote salva - vidas e também para dar uma visão geral do impacto que a nova adição fará com que a integridade geral da estrutura da plataforma, concluiu que havia condições para que o trabalho fosse realizado, isto é a construção do bote salva vidas.

4.2 DEFINIÇÃO DO PROJECTO

A implantação da cadeia crítica no projecto em questão foi realizada por equipa de consultores especializados que se deslocaram a plataforma conforme já referido na secção anterior. O projecto de implantação da cadeia crítica é parte de um projecto mais amplo executado pelos consultores da empresa, pois existem os estudos da estrutura, de modificação da estrutura da plataforma e a construção do bote salva-vidas. O caso em estudo centrar-se-á apenas na construção do bote salva-vidas. É um estudo de um projecto único que visa essencialmente demonstrar a aplicação da metodologia da *cadeia critica*. O projecto passará a ser chamado de “ bote salva vidas” é composto por 8 actividades e, das quais são necessários 3 recurso/pessoas.

A gestão de prazos das actividades já tinha sido realizada por meio da técnica do CPM/PERT. Na Tabela 4.1, segue a lista das actividades, descrição das mesmas, predecessor imediatos o tempo e bem com recursos.

Actividades	Descrição	Predecessores imediatos	Tempo (dias)	Recursos
A	Pré - Projecto	-	4	R1
B	Lista de Matérias	A	2	R1
C	Desenho do rotor	B	8	R2
D	Desenho do casco	B	2	R2
E	Desenho da cobertura	B	6	R3
F	Desenho da tampa	B	2	R3
G	Montagem final	C,D,E,F	4	R1
H	Teste final	G	2	R1

Tabela 4.1 -Lista das actividades

O tempo padrão de cada actividade também se encontram devidamente documentadas pelo dono do projecto e foram facilmente obtidas, pois eram utilizadas frequentemente para o controlo de prazos via método tradicional CPM. Estes tempos foram estimados com uma boa margem de segurança, pois os processos de desenvolvimento de produto estão sujeitos a variações complexas, e mudanças de requisito do cliente. Sendo assim, os prazos estimados encontram-se na zona altamente provável (tempo pessimista, zona de segurança), conforme referido no capítulo 3, secção 3.5.

Neste caso, toda a segurança fica inserida no prazo de cada tarefa individual. Com a posse dos tempos padrões de cada actividade, pode-se observar na Figura 4.2, uma representação esquemática do diagrama de rede actual das sequências das actividades, na qual a largura delas é mais ou menos proporcional à sua duração e cada recurso é distinto e representado por uma cor. Assim, o recurso com a cor azul fará as actividades TA, TB, TG e TH, o recurso com a cor verde fará as tarefas TC e TD; e o recurso com a cor laranja fará as tarefas TE e TF respectivamente. A combinação do número e seguido de letra minúscula dentro de cada caixa (rectângulo ou triângulo) representam os dias que cada uma das tarefas leva a ser concluída. Por exemplo a tarefa TA, tem o tempo de 4d (4 dias) e TB é de 2d (2 dias) e assim sucessivamente. Do mesmo modo a combinação da letra maiúscula e seguido de um número dentro de cada caixa (rectângulo ou triângulo) representam os recursos das várias actividades. Por exemplo as tarefas TA, TB, TG e TH, têm como recurso R1, e assim por diante.

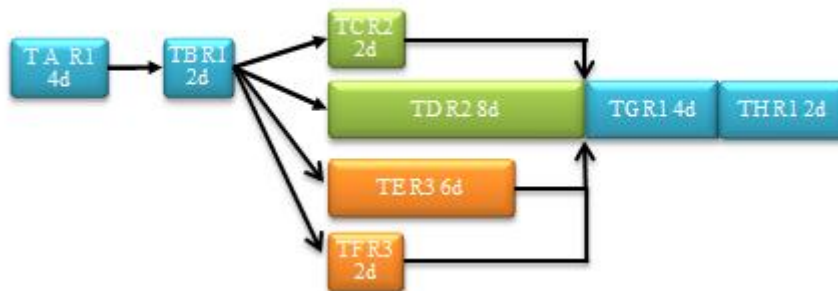


Figura 4.2 -Sequência das actividades

Na Figura 4.2, verifica-se que a programação das actividades é feita seguindo a data do início, ou seja, a actividade é iniciada quando a anterior é terminada.

4.3 IMPLEMENTAÇÃO DA CCPM

4.3.1 Remove a segurança

Para agendar o projecto mostrado na Figura 4.2, como um projecto de CC, a segurança embutida em cada tarefa é removida, isto é, cortar pela metade a duração de todas as actividades. A Figura 4.3, mostra o que foi exposto.

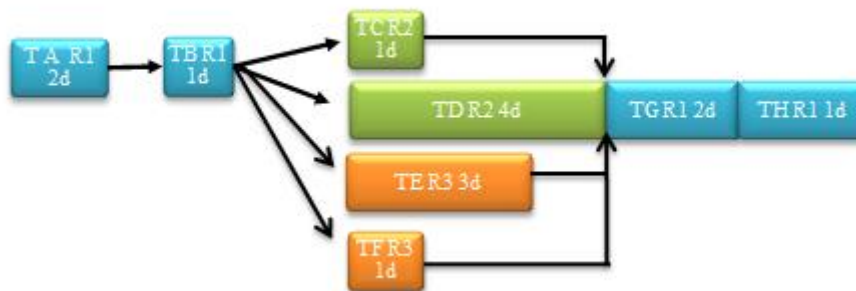


Figura 4.3 - Metade do tempo da duração de todas as actividades

4.3.2 Eliminar a contenção de recursos

Trabalhar a partir do final do projecto, eliminar toda a contenção de recursos, isto é, evitar multitarefas. Um recurso deve fazer apenas uma actividade de cada vez. O projecto em causa existem dois recursos (R2 e R3), que devem ser escalonados de modo evitar multitarefas. A Figura 4.4, mostra o escalamento do projecto (contenção de recursos).



Figura 4.4 - Contenção de recursos

4.3.3 Identificar a cadeia crítica

Identificar a cadeia mais longa de dependências dos recursos e tarefas (Cadeia Crítica). A linha preta tracejada mostrada na Figura 4.5 representa a cadeia mais longa, sendo portanto esta a crítica

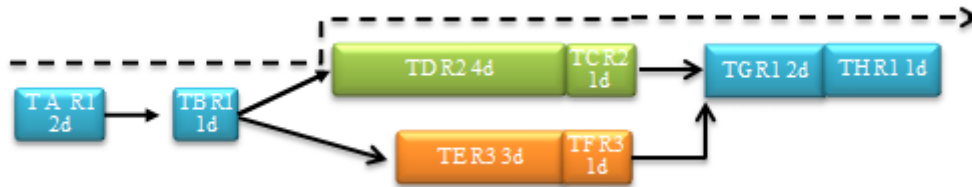


Figura 4.5 - Identificar o caminho mais longo (cadeia crítica)

4.3.4 Calcular e inserir o buffer do projecto

O cálculo do buffer do projecto é muito importante porque, serve para proteger o projecto. O buffer do projecto é inserido no final do projecto e é metade (1/2) do tempo da soma de todas as tarefas que fazem parte da cadeia crítica. A Figura 4.6, documenta o buffer do projecto (BP) com seis dias, cuja cor é rosa, inserida no final da cadeia crítica.

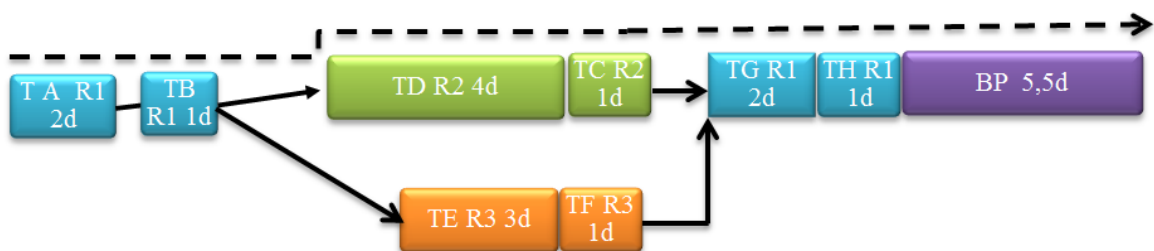


Figura 4.6 - Buffer do projecto (BP)

4.3.5 Calcular e inserir os buffers de alimentação

Calcular e inserir os buffers de alimentação para todos os caminhos que se unem com a cadeia crítica. A Figura 4.7, mostra o buffer de alimentação (BA) com a cor encarnada, inserido no final da cadeia não crítica. O seu valor é dois (2), metade do tempo das tarefas TE e TF.

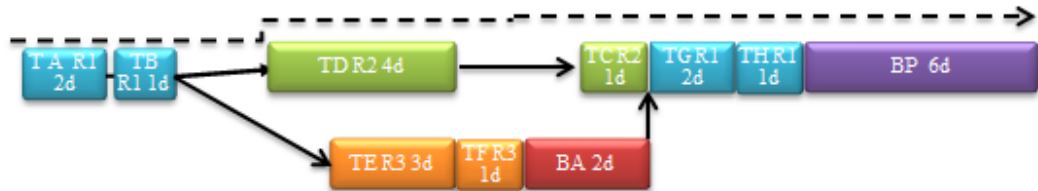


Figura 4.7 -Buffer de alimentação (BA)

4.3.6 Os buffers de recursos

Adicionar buffers de recursos de comunicação para garantir notificações oportunas para recursos que não têm antecessores para começar a trabalhar, e todos os recursos que têm trabalho atribuído da Cadeia Crítica. O tempo para estes buffers é estimado no máximo 3 dias, por isso nos quadradinhos, apenas aparece escrito BR. A Figura 4.8, mostra os buffers de recursos.

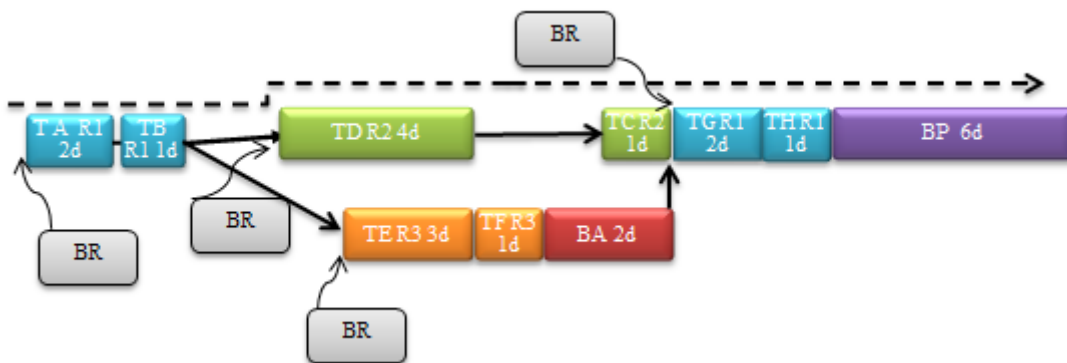


Figura 4.8 - Buffers dos recursos

4.4 CONTROLO DO PROJECTO ATRAVÉS DE GESTÃO DE BUFFER

É de suma importância o controlo da execução do projecto, e isso é feito através do nível do ‘consumo’ do buffer do projecto. Os passos seguintes mostram como é feito este controlo e eventuais cálculos que se justifiquem.

4.4.1 Acompanhamento do consumo dos buffers

Conforme discutido na secção 3.13.1 do capítulo 3, o buffer do projecto divide-se em três partes iguais. O caso em estudo cada terço dá ≈ 2 ($5.5/3 \approx 2$). A Tabela 4.2, mostra os primeiros 3 terços, do buffer inicial do projecto.

Variação Esperada	Variação Normal	Variação Anormal
2 Dias	2 Dias	2 Dias

Tabela 4.2 - Valores de ‘consumo’ do BP

4.4.1.1 Acompanhamento do consumo do buffer na zona verde

A zona verde é de variação esperada que representa o primeiro terço do consumo do buffer ≈ 2 dias. Nesta zona não é preciso tomar qualquer acção especial. Segundo recomendações de Leach (2004) esta zona, no gráfico de FEVER (Figura 3.13), tem dois limites (15% e 75%), respectivamente.

4.4.1.2 Acompanhamento do consumo do buffer na zona amarela

Esta zona é de variação NORMAL que representa o segundo terço do consumo do buffer = 4 dias. Caso a zona seja ultrapassada pode ser elaborado um plano de contingência, mas não é necessariamente ser executado. Esta zona, no gráfico de FEVER (Figura 3.13), tem dois limites (30% e 90%), respectivamente.

4.4.1.3 Acompanhamento do consumo do buffer na zona vermelha

Esta zona é de variação ANORMAL que representa o total do buffer ou seja o último terceiro terço do buffer em que no nosso caso, é igual a 6 dias. Caso esteja nesta zona é preciso avançar com o plano de contingência elaborado no ponto anterior. Esse plano passa por exemplo, contratar mais pessoas ou fazer horas extraordinárias.

4.4.2 Ajuste do buffer.

O Gráfico de *FEVER* é uma ferramenta que, auxilia os gestores e não só, a ver como evolui o projecto ao longo do tempo. As dimensões são: A Cadeia Critica do projecto já executada (TC) (%), no eixo dos XX (abscissas), versus o buffer consumido pelo projecto (CB) (%), eixo dos YY (ordenadas). Cada ponto no gráfico representa uma actualização das duas variáveis já referidas, em função do tempo decorrido do projecto. Nas figuras seguintes observaremos que, conforme o trabalho vai evoluindo ao longo do tempo, reflectir-se-á nos vários gráficos de fever.

Para melhor compreensão, observemos a Figura 4.9, a seta encarnada apontada de cima para baixo, será o referencial do tempo gasto do projecto, conforme é indicado no rectângulo (Agora dia =0) ao lado da mesma. A seta verde apontada de baixo para cima será o referencial das tarefas já concluídas do projecto, conforme é indicado no rectângulo (completadas =0) ao lado da mesma (seta). Os vários rectângulos numerados de 1 à 6, representam os dias do buffer do projecto. Conforme o buffer vai ser gasto, em cada rectângulo vai aparecer um X, que mostra que, este ou aquele dia foi consumido ou gasto; o projecto tem 17 dias no total (11 dias das actividades + 6 dias de buffer do projecto). Abaixo se encontra a nomenclatura e das fórmulas que através delas vamos construir a evolução do gráfico.

S – Tempo que resta do buffer do projecto (BP)

T – Tempo usado do buffer

U – Tempo total das actividades na CC.

V – Tempo das actividades concluídas.

W – Tempo total do buffer do projecto (BP)

X – Tempo restante na CC (por gastar)

Y – Tempo total das actividades na CC

Z – Tempo normal do andamento do projecto.

TCB – Taxa de consumo de buffer.

TC - Tarefas completas na CC (%)

CB – consumo do Buffer (%)

$$TCB = CB/TC \quad (0 \leq TCB \leq 1) \quad [2]$$

$$X = Y - V \quad [3]$$

$$CB[\%] = 100x\left(\frac{Z-V}{W}\right) \quad [4]$$

$$\begin{aligned} TC[\%] &= 100x\left[\left(1 - \frac{X}{Y}\right)\right] = 100x\left(\frac{Y}{Y} - \frac{X}{Y}\right) = 100x\left[\left(1 - \frac{X}{Y}\right)\right] = 100x\left[1 - \left(\frac{Y}{Y} - \frac{V}{Y}\right)\right] = \\ &= 100x\left[1 - \left(1 - \frac{V}{Y}\right)\right] = 100x\left(1 - 1 + \frac{V}{Y}\right) = 100x\left(\frac{V}{Y}\right) \end{aligned} \quad [5]$$

$$V = X - Y \quad [6]$$

$$T = Z - V \quad [7]$$

$$S_i = BP - T; i = 0,1,2,3 \dots \quad [8]$$

Depois destas explicações, não há dúvidas de que só resta-nos acompanhar o desenrolar do projecto e ao mesmo tempo visualizar as figuras. De referir que, conforme evolui o projecto, assim também evolui o gráfico (feito no Excel). No dia “zero” não há actividades e por conseguinte, não existe consumo de buffer, ver a Figura 4.9 e Figura 4.10.

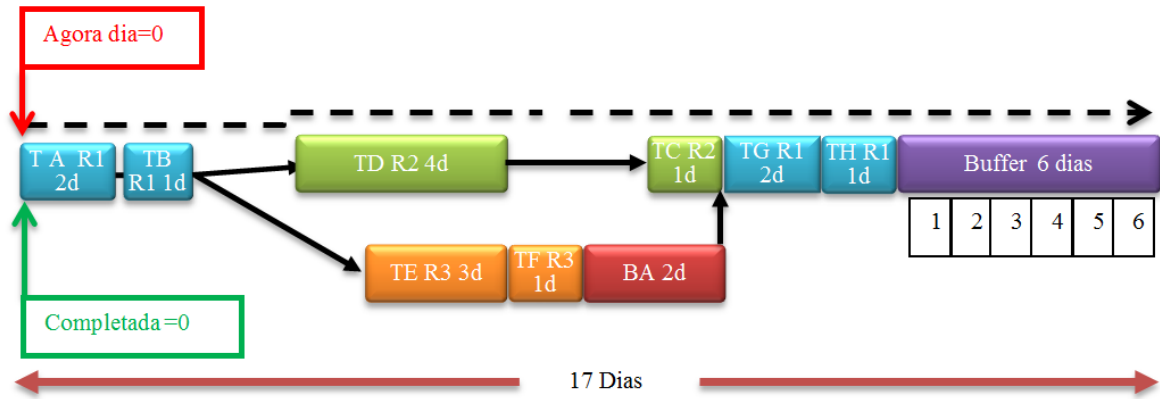


Figura 4.9 – Nenhuma actividade iniciada

$$TC[\%] = 100x \left(\frac{V}{Y} \right) = \frac{0}{11} = 0\%;$$

$$CB[\%] = 100x \left(\frac{Z - V}{W} \right) = 100x \frac{0 - 0}{11} = 0\%;$$

$$T[dias] = Z - V = 0 - 0 = 0;$$

$$S_o[dias] = BP - T[dias] = 6 - 0 = 6;$$

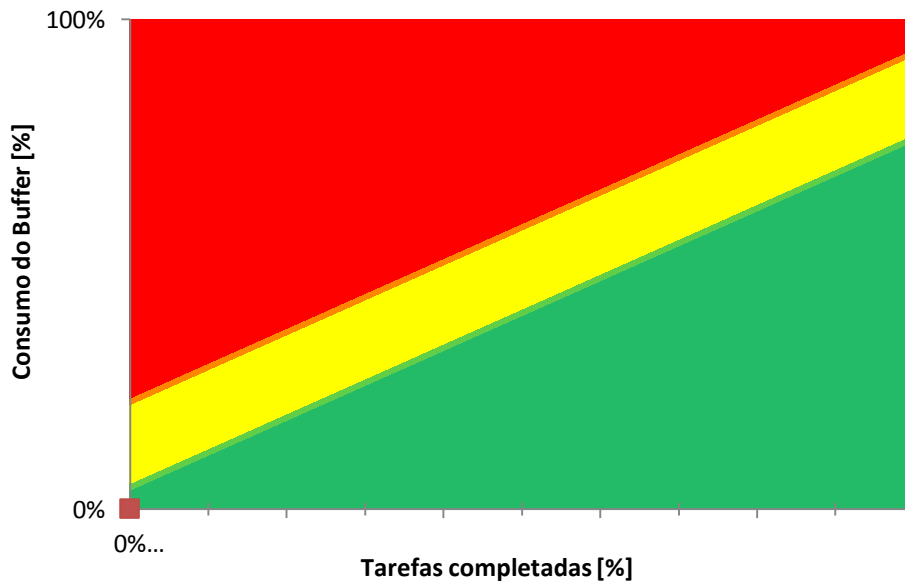


Figura 4.10 – Gráfico de fevor, acompanhamento do buffer dia "0".

O terceiro dia de actividades do projecto é ilustrado na Figura 4.11 e Figura 4.12, respectivamente.

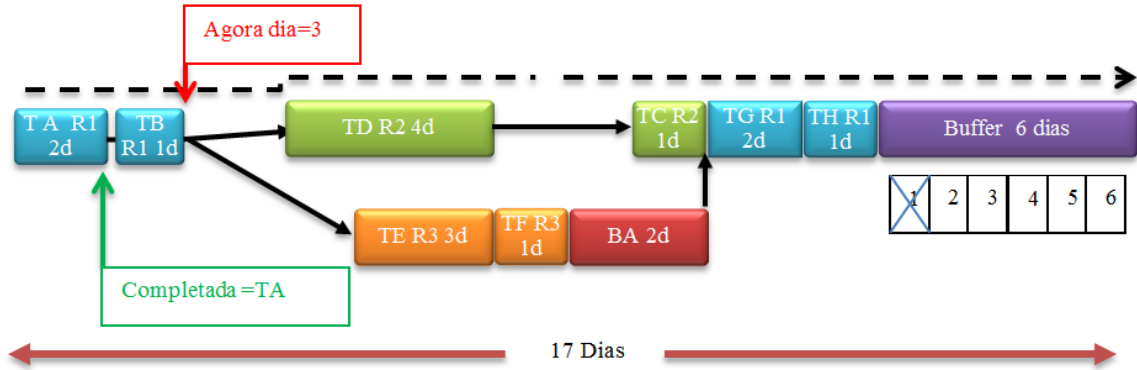


Figura 4.11 – Actividade TA completada

$$TC[\%] = 100x \left(\frac{V}{Y} \right) = \frac{2}{11} = 18\%;$$

$$CB[\%] = 100x \left(\frac{Z - V}{W} \right) = 100x \frac{3 - 2}{6} = 17\%;$$

$$T[dias] = Z - V = 3 - 2 = 1;$$

$$S_1[dias] = S_o - T[dias] = 6 - 1 = 5;$$

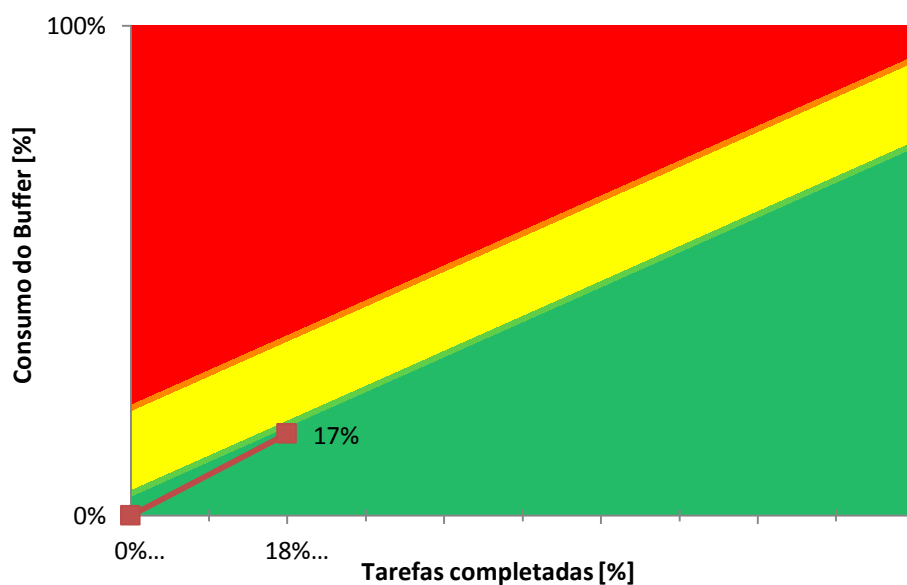


Figura 4.12 - Gráfico de fevor, acompanhamento do buffer dia 3.

O sétimo dia de actividades do projecto é ilustrado na, Figura 4.13 e Figura 4.14 respectivamente. Na Figura 4.13, observamos que o existe um atraso de quatro dias, e por conseguinte, quatro dias do buffer são consumidos, representados pelo X nos rectângulos do buffer. Assim na Figura 4.14, no ponto se encontra na zona vermelha; o que significa, que uma acção urgente deve ser tomada, para inverter a situação, isto é, para trazer o projecto na zona amarela ou verde. Um indicador muito importante que serve de aviso para os gestores dos projectos é taxa de “consumo” do projecto, neste caso em concreto é superior a um. Isto indicia que estamos a consumir mais buffer do que concluir actividades.

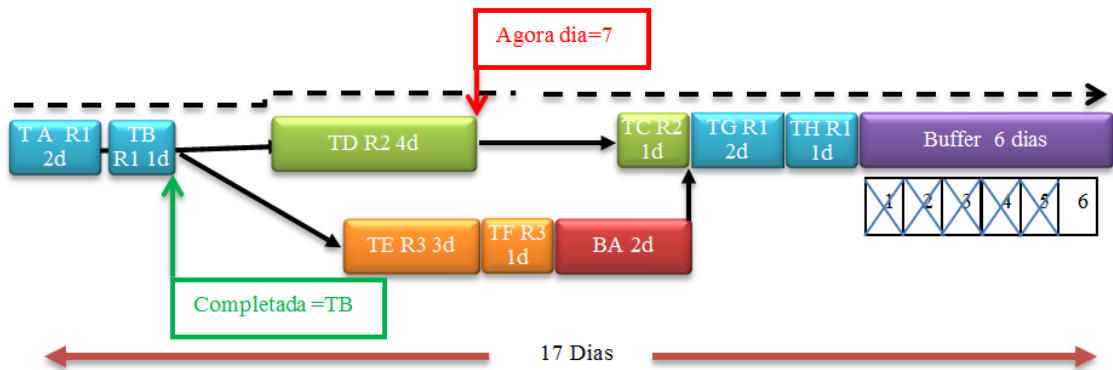


Figura 4.13 - Actividade TB completada no dia 7

$$TC[\%] = 100x \left(\frac{V}{Y} \right) = \frac{3}{11} = 27\%;$$

$$CB[\%] = 100x \left(\frac{Z - V}{W} \right) = 100x \frac{7 - 3}{6} = \frac{4}{6} = 67\%;$$

$$T[dias] = Z - V = 3 - 7 = 4;$$

$$S_2[dias] = S_1 - T[dias] = 5 - 4 = 1;$$

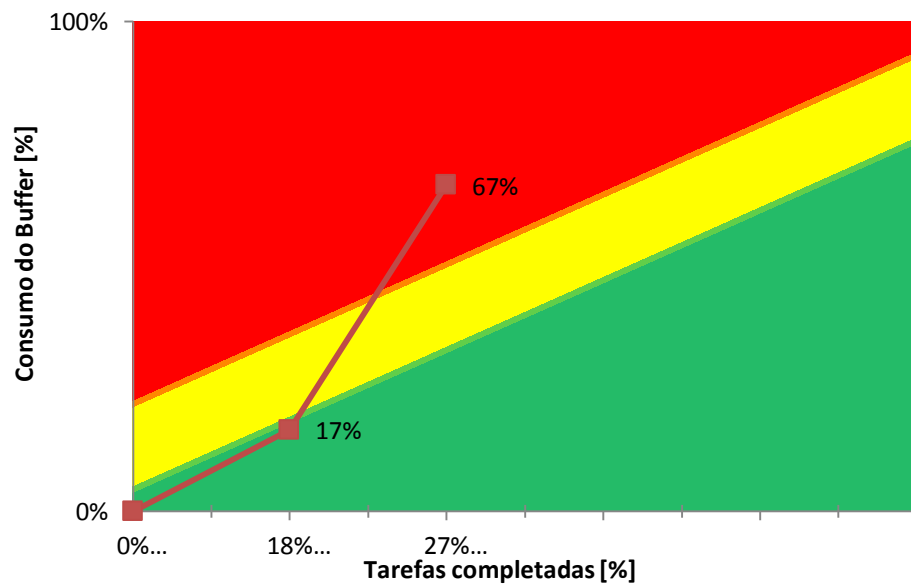


Figura 4.14 - Gráfico de fevor, acompanhamento do buffer dia 7.

Figura 4.15 e Figura 4.16 respectivamente, encontramos o projecto no oitavo dia, onde se verifica uma recuperação do projecto, para a zona verde, tendo-se gasto apenas um dia de buffer do projecto, o que significa uma recuperação de três dias no projecto, pois passamos de um atraso de quatro dias para um.

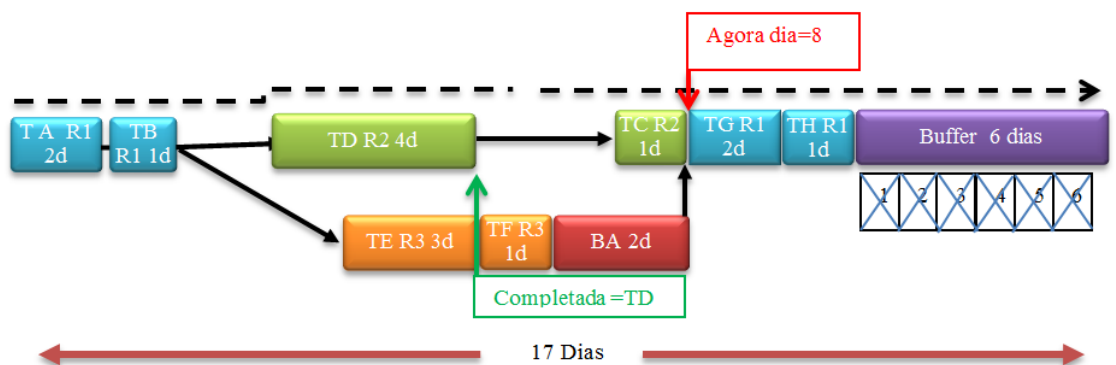


Figura 4.15 - Actividade concluída TD dia 8.

$$TC[\%] = 100x \left(\frac{V}{Y} \right) = \frac{7}{11} = 64\%;$$

$$CB[\%] = 100x \left(\frac{Z - V}{W} \right) = 100x \frac{8 - 7}{6} = \frac{1}{6} = 17\%;$$

$$T[\text{dias}] = Z - V = 8 - 7 = 1;$$

$$S_3[\text{dias}] = S_2 - T[\text{dias}] = 1 - 1 = 0;$$

Nota: Até aqui, acabamos de consumir o buffer do projecto, indicado por $S_3[\text{dias}] = 0$

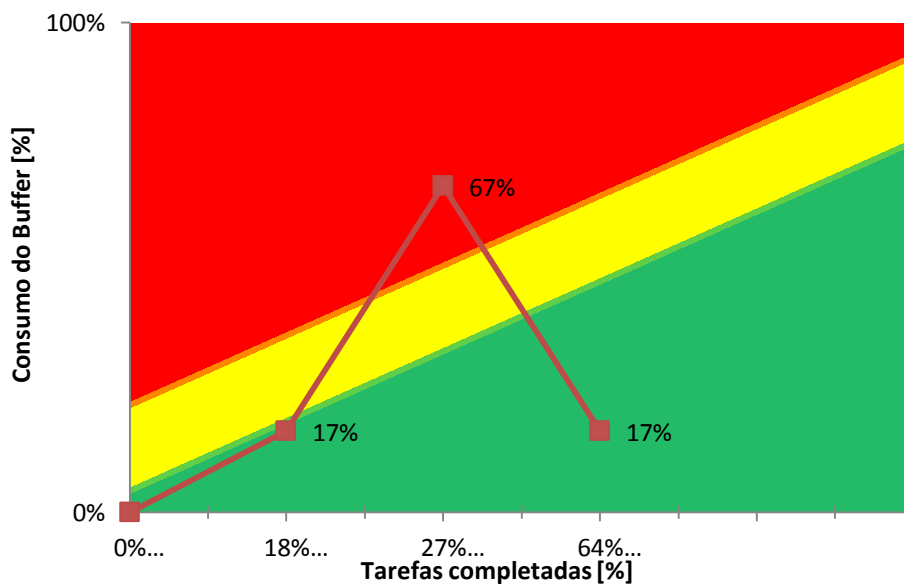


Figura 4.16 - Gráfico de fevor, acompanhamento do buffer dia 8.

A Figura 4.17 e a Figura 4.18, documentam o décimo dia do projecto, em que continua se verificar um dia de atraso do projecto. Contudo, apesar de se verificar este atraso, ainda assim não é motivo de preocupação, uma a vez que quer a taxa de consumo e quer o gráfico dizem-nos que não há motivos de preocupação.

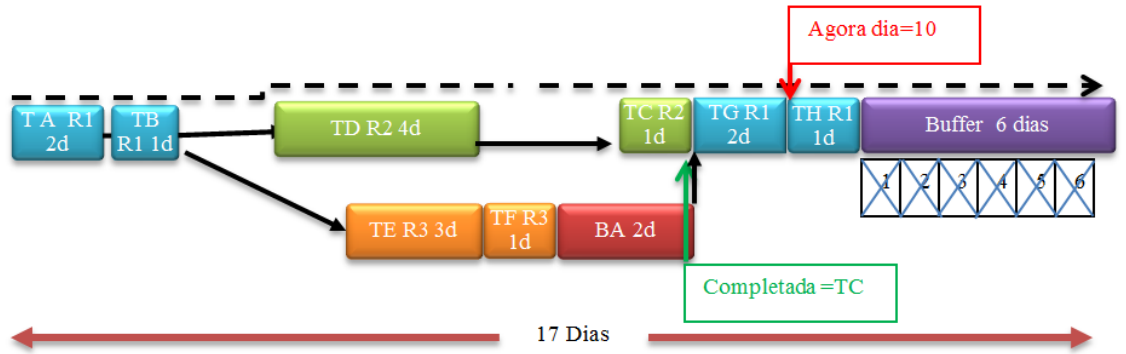


Figura 4.17 - Actividade completada TC

$$TC[\%] = 100x \left(\frac{V}{Y} \right) = \frac{8}{11} = 73\%;$$

$$CB[\%] = 100x \left(\frac{Z - V}{W} \right) = 100x \frac{10 - 8}{6} = \frac{2}{6} = 33\%;$$

$$T[dias] = Z - V = 10 - 8 = 2;$$

$$S_4[dias] = S_3 - T[dias] = 0 - 2 = -2;$$

Nota: $S_4[dias]$ indica que já não temos dias no buffer.

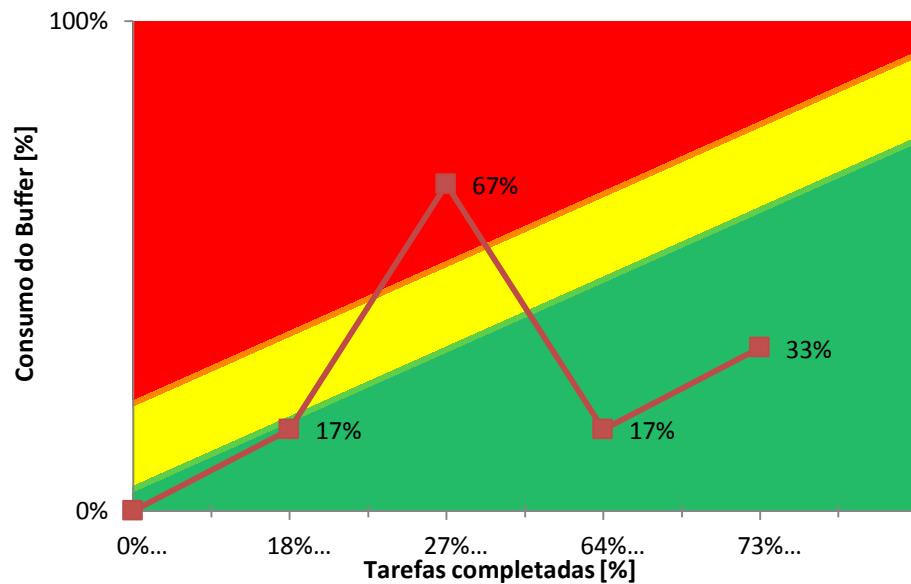


Figura 4.18 - Gráfico de fevor, acompanhamento do buffer dia 10.

No décimo primeiro dia do projecto, conforme mostra a Figura 4.19 e a Figura 4.20, já foram completadas seis actividades com um total 11 dias. Lembramos que o projecto tem 17 dias para ser terminado.

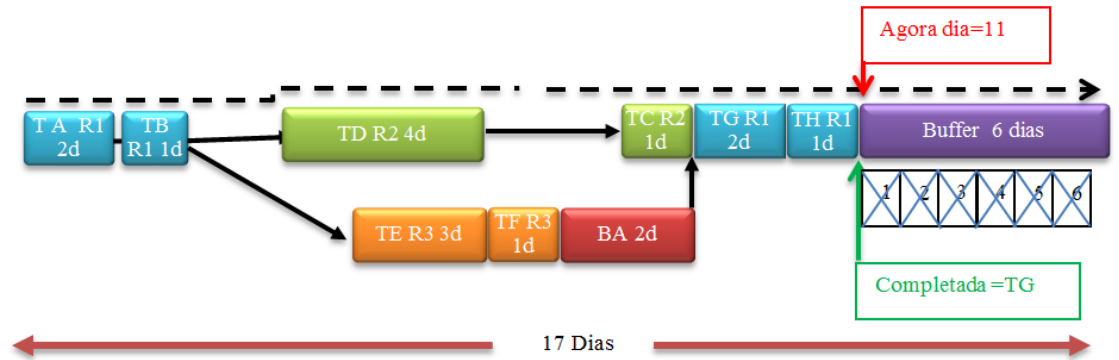


Figura 4.19 – Actividade completada TG

$$TC[\%] = 100x\left(\frac{V}{Y}\right) = \frac{11}{11} = 100\%;$$

$$CB[\%] = 100x\left(\frac{Z - V}{W}\right) = 100x\frac{11 - 11}{6} = \frac{0}{6} = 0\%;$$

$$T[dias] = Z - V = 11 - 11 = 0;$$

$$S_5[dias] = S_4 - T[dias] = -2 - 0 = -2;$$

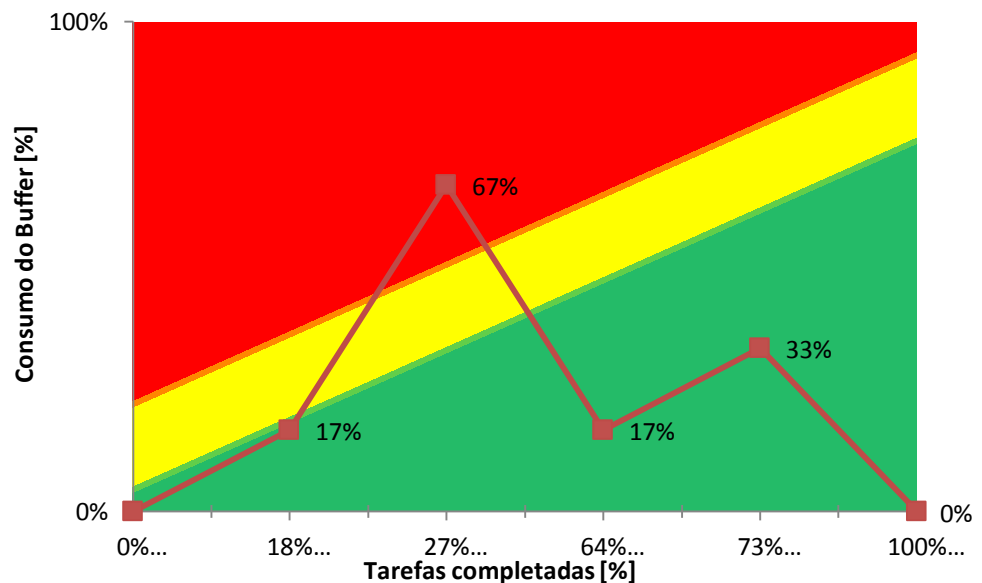


Figura 4.20 - Gráfico de fevor, acompanhamento do buffer dia 11.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Este capítulo originou-se da necessidade de melhorar a compreensão dos assuntos estudados nos capítulos anteriores deste trabalho. O projecto estudado foi uma aplicação da Cadeia Crítica. O seu desenvolvimento deu-se a partir do estudo do ambiente em questão, no qual se pôde analisar a aplicabilidade da Cadeia Crítica e vislumbrar os ganhos passíveis de serem atingidos com a sua utilização. A análise a qual se chega com o desenvolvimento deste capítulo, mostra que o método da Cadeia Crítica possui contribuições diversas para o caso estudado, de entre as quais se destaca a possibilidade de maior assertividade dos cronogramas dos projectos e possibilidade de terminar o projecto dentro ou mesmo antes do prazo, conforme podemos ver no caso em estudo.

5 CAPITULO - CONCLUSÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÃO

Em conclusão podemos dizer que o presente trabalho cumpriu com o propósito a que se propôs e, apesar de não ter havido um software que pudesse simular algumas situações teóricas. Mas ainda assim, foi possível fazer cálculos a mão para aferir os resultados a que nos propomos. Embora se reconheça que se houvesse um software disponível a tempo, no momento da realização deste trabalho, com aplicação CCPM, certamente haveria mais oportunidades para uma maior afinação dos parâmetros utilizados nas análises e estimativas, para se poder tirar mais conclusões óbvias.

No caso em estudo, foi aplicada a metodologia CCPM, aliás foi o objectivo ao longo do nosso trabalho, ali vimos que é muito importante definir os mecanismos de protecção do projecto, os chamados reservas de tempo (buffers). Conforme já referido no parágrafo anterior, não foi possível aferir convenientemente a eficácia do processo face aos poucos cálculos obtidos. No entanto estes corresponderam na sua totalidade ao esperado. Sendo que as durações que a presente metodologia adopta para as actividades são durações menos agressivas, face as adoptadas pelo método tradicional (PERT/CPM).

5.2 RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Dadas as limitações na execução desta dissertação, quer as impostas pela dimensão máxima permitida, bem como as temporais, num futuro próximo, procuraremos desenvolver a presente ferramenta, aplicando-a num maior número de casos de estudos com variantes no número de actividades e estrutura da rede, acompanhando o controlo de consumos dos buffers, aquando da execução do projecto. Aferir a real aplicabilidade do modelo CCPM, talvez na indústria da Construção naval, quais as suas vantagens e limitações. Desenvolver e implementar um Sistema de Gestão de Risco integrado numa Organização. Desenvolver e aprofundar o conceito de buffer do projecto, como instrumento de gestão de risco, de prazos e desempenho do projecto.

REFERENCIAS

A Practical Guide to Earned Value Project Management Por Charles I. Budd, Charlene S. Budd [http: www.books.google.pt/books?id=m023fnwSeCcC&pg=PA5&hl=pt-PT&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false](http://www.books.google.pt/books?id=m023fnwSeCcC&pg=PA5&hl=pt-PT&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false) [acedido em 6-8-2013].

Abdel-Hamid, T. K. 1993. "A multiproject perspective of single-project dynamics," *Journal of Systems and Software* 22(3):151–165.

Allam, S. I. G. 1988. "Multi-project scheduling: a new categorization for heuristic scheduling rules in construction scheduling problems," *Construction Management and Economics* 6(2):93–115.

Almeida, G. V.; Sousa, F. B.; Baptista, H. R. Toyota e TOC: uma comparação com base em seus princípios fundamentais. In: *Simpósio de administração da produção, logística e operações internacionais*, 13., São Paulo, 2010. Anais... São Paulo: FGVEAESP, 2010.

Avots, I. 1970. "Why does project management fail?" *Management Review* 59(10):36–41.

Badiru, A. B. 1992. "Critical resource diagram: A new tool for resource management," *Industrial Engineering* 24(10):58–59, 65.

Badiru, A. B. 1993. "Activity-resource assignments using critical resource diagramming" *Project Management Journal* 24(3):15–21.

Badiru, A. B. 1993. "Activity-resource assignments using critical resource diagramming." *Project Management Journal* 24(3):15–21."

Bildson, R. A. and Gillespie, J. R. 1962. "Critical Path Planning—PERT Integration", *Operations Research* 10(6):909–912

Black, K. 1996. "Causes of project failure: A survey of professional engineers," *PM Network* 21–24.

Bock, D. B. and Patterson, J. H. 1990. "A comparison of due date setting, resource assignment, and job preemption heuristics for the multiproject scheduling problem," *Decision Sciences* 21(2):387–402.

Boyd, L., & Gupta, M. (2004). *Constraints Management: What is the theory?* *International Journal of Operations & Production Management*, 24(4), pp. 350-371.

Brooks, F. P. 1995. *The Mythical Man-Month. Anniversary Edition*. Boston: Addison-Wesley.

Brown, D. 2001. "Lack of skills to blame for project failures," *Canadian HR Reporter* 14(17): 1–12.

Budd, C. I. and Budd, C. S. 2010. *A Practical Guide to Earned Value Project Management*. 2nd ed. Vienna, VA: Management Concepts.

- Byron J. Finch & Richard L. Luebbe (2000) Response to 'Theory of constraints and linear programming: A re-examination', *International Journal of Production Research*, 38:6, 1465-1466, DOI: 10.1080/002075400188960.
- Clark, C. E. 1961. Comments on the Proceeding Paper (The PERT Model for the Distribution of an Activity Time). *Operations Research* 10(3):348.
- Corbett, Thomas. *Bússola Financeira: Processo Decisório da Teoria das Restrições*, São Paulo. Ed Nobel, 2005.
- Coulter III, C. 1990. "Multiproject management and control," *Cost Engineering* 32(10):19–24.
- Dean, B. V., Denzler, D. R., and Watkins, J. J. 1992. "Multiproject staff scheduling with variable resource constraints," *IEEE Transactions on Engineering Management* 39(1):59–72.
- Deckro, R. F., Winkofsky, E. P., Hebert, J. E., and Gagon, R. 1991. "A decomposition approach to multi-project scheduling," *European Journal of Operational Research* 51(1):110–118.
- Deming, W. E. 1986. *Out of the Crisis*. Cambridge, MA: MIT Center for Advanced Engineering Study.
- Deming, W. E. 1993. *The New Economics for Industry, Government, Education*. Cambridge, MA:MIT Press.
- Dumond, E. J. and Dumond, J. 1993. "An examination of resourcing policies for the multiresource problem," *International Journal of Operations Management* 13(5):54–76.
- Feldman, J. I. 2001. "The seven deadly sins of project estimating," *Information Strategy* 18(1):30–36.
- Finocchio Junior, J. *Programação de Parada de Parada Marítima utilizando o método da corrente critica*. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.
- Goldratt, E. M. 1997. *Critical Chain*. Great Barrington, MA: North River Press.
- Goldratt, E. M. and Cox, J. 1984. *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. Great Barrington, MA: North River Press.
- GOLDRATT, E. M. *Critical Chain*. São Paulo: 3ed, Nobel, 2003
- Goldratt, E.M. (1990). *What is this thing called the Theory of Constraints?* North River Press, Croton-on-Hudson, NY.
- Goldratt, E.M. 2010. *Theory of Constraints Handbook*, New York Chicago San Francisco: F. Cox III John G. Schleier, Jr, , p 3, 7, 11-16, 46-48, 52.
- Gouveia, L.M.B (1997-1999,p.16), *Gestão de Informação*, acessado em 31-07-2013, http://www2.ufp.pt/~lmbg/cadeiras/gst_cap7.pdf.

- Granger, C. H. 1964. "The hierarchy of objectives," *Harvard Business Review* 42(3):63–74.
- Gutierrez, G. J. and Kouvelis, P. 1991. "Parkinson's law and its implications for project management," *Management Science* 17 (8):990– 1001.
- Healy, T. L. 1961. "Activity subdivision and PERT probability statements," *Operations Research* 341 – 348.
- Herroelen, W.; Leus, R. On the merits and pitfalls of critical chain scheduling. *Journal of Operations Management*, n. 19. p. 559-577, 2001. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(01\)00054-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(01)00054-7).
- James, G. 2000. "Beware of consultants peddling snake oil," *Computerworld* 34(39):40.
- Hughes, M. W. 1986. "Why projects fail: The efforts of ignoring the obvious," *Industrial Engineering* 14–18.
- Kelley, J. E. 1962. "Critical-path planning and scheduling mathematical basis," *Operations Research* 296 – 320.
- Kendall, G. I. 2005. *Viable Vision: Transforming Total Sales into Net Profits*. Ft Lauderdale, FL: J. Ross Publishing.
- Kerzner, H. 1994. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. 5th ed. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Kim, S. and Leachman, R. C. 1993. "Multi-project scheduling with explicit lateness costs," *IIE Transactions* 25(2):34–44.
- Klingel Jr., A. R. 1966. "Bias in PERT project completion time calculations for a real network," *Management Science* 13 (4):194– 201.
- Krakowski, M. 1974. "PERT and Parkinson's law," *Interfaces* 5 (1):35– 40.
- Kurtulus, I. 1985. "Multiproject scheduling: Analysis of scheduling strategies under unequal delay penalties," *Journal of Operations Management* 5(3):291–307.
- Kurtulus, I. and Davis, E. W. 1982. "Multi-project scheduling: Categorization of heuristic rules performance," *Management Science* 28(2):161–172.
- Kurtulus, I. and Narula, S. C. 1985. "Multi-project scheduling: Analysis of project performance," *IIE Transactions* 17(1):58–66.
- Lawrence, S. R. and Morton, T. E. 1993. "Resource-constrained multi-project scheduling with tardy cost: Comparing myopic, bottleneck, and resource pricing heuristics," *European Journal of Operational Research* 64(2):168–187.
- Lea, B.-R., & Fredendall, L. (2002). The impact of management accounting, product structure, product mix algorithm, and planning horizon on manufacturing performance *International Journal Production Economics*, 79(3), pp. 279-299.
- Leach, L. P. 2005. *Critical Chain Project Management*. 2nd ed. Norwood, MA: Artech House.

- Learning Resources: Free Article, Sandbagging, <http://firestarterspeaking.com/articles/sandbagging.php> [acedido em 2-8-2013].
- Lee, S. M., Park, O. E., and Economides, S. C. 1978. "Resource planning for multiple projects," *Decision Sciences* 9(1):49–67.
- Levy, F. K., Thompson, G. L., and Wiest, J. D. 1962. "The ABCs of Critical Path Method," *Harvard Business Review* 98-108.
- Lucas, Bíblia, Tradução do Novo Mundo das Escrituras Sagradas, versão inglesa de 1984, Livro de Lucas capítulo 14 e versículo 28 (Lucas 14:28).
- Maday, C.; Proper Use of Constraints Management. *Production and Inventory Management Journal*, First Quarter, 1994.
- Malcolm, D. G., Roseboom, J. H., and Clark, C. E. 1959. "Application of a technique for research and development program evaluation," *Operations Research* 646–669.
- Mangan M. Síndrome do estudante, Ajala oliveira on Prezi, 2013 <http://prezi.com/jxtbok2ehd9r/sindrome-do-estudante/> acedido em 2-8-2013.
- Marks, N. E. and Taylor, H. L. 1966. "CPM/PERT: A diagrammatic scheduling procedure," *Studies in Personnel and Management* (18). Austin: Bureau of Business Research, Graduate School of Business, University of Texas.
- MATSUURA, H. A.; KUROSUB, S.; LEHTIMÄKI, A. Concepts, practices and expectations of MRP, JIT and OPT in Finland and Japan. *International Journal of Production Economics*, v.41.
- Meredith, J. R. and Mantel, S. J. 2003. *Project Management: A Managerial Approach*. 5th ed. New York: John Wiley & Sons.
- Meredith, J. R. and Mantel, S. J. 2003. *Project Management: A Managerial Approach*. 5th ed. New York: John Wiley & Sons.
- Miller, R. W. 1962. "How to plan and control with PERT," *Harvard Business Review* 93–104.
- Millstein, H. S. 1961. "Comments on the proceeding paper (Healy)," *Operations Research* 349 – 350.
- Mohanty, R. P. and Siddiq, M. K. 1989. "Multiple projects—Multiple resources constrained scheduling: A multiobjective approach," *Engineering Costs & Production Economics* 18(1): 83–92.
- Neimat, T. 2005. "Why IT projects fail," *The Project Perfect White Paper Collection*. <http://www.projectperfect.com.au>.
- Paige, H. W. 1963. "How PERT-cost helps the general manager," *Harvard Business Review* 87–95.
- Parkinson, C. N. 1957. *Parkinson's Law*. Boston: Houghton Mifflin.

- Payne, J. H. 1995. "Management of multiple simultaneous projects: A state-of-the-art review," *International Journal of Project Management* 13(3):163–168.
- Pinto, J. K. and Mantel, S. J. 1990. "The causes of project failure," *IEEE Transactions on Engineering Management* 37 (4):269– 275.
- Pinto, J. K. and Presscott, D. P. 1988. "Project success: Definitions and measurement techniques," *Project Management Journal* 19 (1):67– 71.
- Pinto, J. K. and Slevin, D. P. 1987. "Critical factors in successful project implementation," *IEEE Transactions in Engineering Management* EM-34 (1):22– 27.
- Pinto, J. K. and Slevin, D. P. 1989. "The project champion: Key to implementation success," *Project Management Journal* XX:15– 20.
- Pitagorsky, G. 2001. "A scientific approach to project management," *Machine Design* 73 (14): 78–82.
- Pittman, P. H. 1994. *Project management: A more effective methodology for the planning and control of projects*. Unpublished doctoral diss., University of Georgia.
- Platje, A. and Seidel, H. 1993. "Breakthrough in multiproject management: How to escape the vicious circle of planning and control," *International Journal of Project Management* 11(4):209–213.
- Pocock, J. W. 1962. "PERT as an analytical aid for program planning—Its payoff and problems," Wiest, J. D. and Levy, F. K. 1977. *A Management Guide to PERT/CPM with GERT/PDM/DCPM and Other Networks*. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Processo de Gestão ADC/DEI/FCTUC 1999/200 Cap. 7 técnicas de planeamento http://eden.dei.uc.pt/~dourado/Cadeiras/Pg/public_html/Acetatos/Cap7.pdf ,acedido em 31-7-2013.
- Roseboom, J. H. 1961. "Comments on a paper by Thomas Healy," *Operations Research* 909 – 910.
- Sale, M. L.; Inman, R. A. Survey-based comparison of performance and change in performance of firms using traditional manufacturing, JIT and TOC. *International Journal of Production Research*, v.41, n.4, p.829-844, 2003.
- Schonberger, R. J. 1981. "Why projects are 'always' late: A rationale based on manual simulation of a PERT/CPM network," *Interfaces* 11(5):66–70.
- Speranza, M. G. and Vercellis, C. 1993. "Hierarchical models for multi-project planning and scheduling," *European Journal of Operations Research* 64(2):312–325.
- Trypia, M. N. 1980. "Cost minimization of simultaneous projects that require the same scarce resource," *European Journal of Operations Research* 5(4):235–238.
- Tsai, D. M. and Chiu, H. N. 1996. "Two heuristics for scheduling multiple projects with resource constraints," *Construction Management and Economics* 14(4):325–340.

- Tsubakitani, S. and Deckro, R. F. 1990. "A heuristic for multi-project scheduling with limited resources in the housing industry," *European Journal of Operational Research* 49(1):80–91.
- Van Slyke, R. M. 1963, "Monte Carlo methods and the PERT problem", *Operations Research* 11 (5):839– 860.
- Vercellis, C. 1994. "Constrained multi-project planning problems: A Lagrangean decomposition approach," *European Journal of Operational Research* 78(2):267–275.
- Verma, R., 1997. Management science, theory of constraints/optimized production technology and local optimization. *Omega, International Journal of Management*, v.25, n.2, p.189-200.
- Vinicius, A. S. & Marcelo S. N., (2012). A review and evaluation on constructive heuristics to optimise product mix based on the Theory of Constraints, *International Journal of Production Research*, 50:20, 5936-5948, DOI: 10.1080/00207543.2011.638940.
- Watson, K. J.; Blackstone, J. H.; Gardiner, S. C. The evolution of a management philosophy: the theory of constraints. *Journal of Operations Management*, v.25, p.387-402, 2007.
- Westney, R. E. 1991. "Resource scheduling—Is AI the answer?" 1991 American Association of Cost Engineers Transactions K.6.1 – K.6.9.
- Wiest, J. D. and Levy, F. K. 1977. *A Management Guide to PERT/CPM with GERT/PDM/DCPM and Other Networks*. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Wiest, J. D. and Levy, F. K. 1977. *A Management Guide to PERT/CPM with GERT/PDM/DCPM and Other Networks*. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Williams, D. 2001. "Right on time." *CA Magazine* 134 (7):30– 31.
- Yang, K. and Sum, C. 1993. "A comparison of resource allocation and activity scheduling rules in a dynamic multi-project environment," *Journal of Operations Management* 11(2): 207–218.
- Zultner, R. E. Getting Projects Out of Your System: a critical chain primer. *Cutter IT Journal - The Journal of Information Technology Management*, v. 16, n. 3, p. 10-18, 2003.