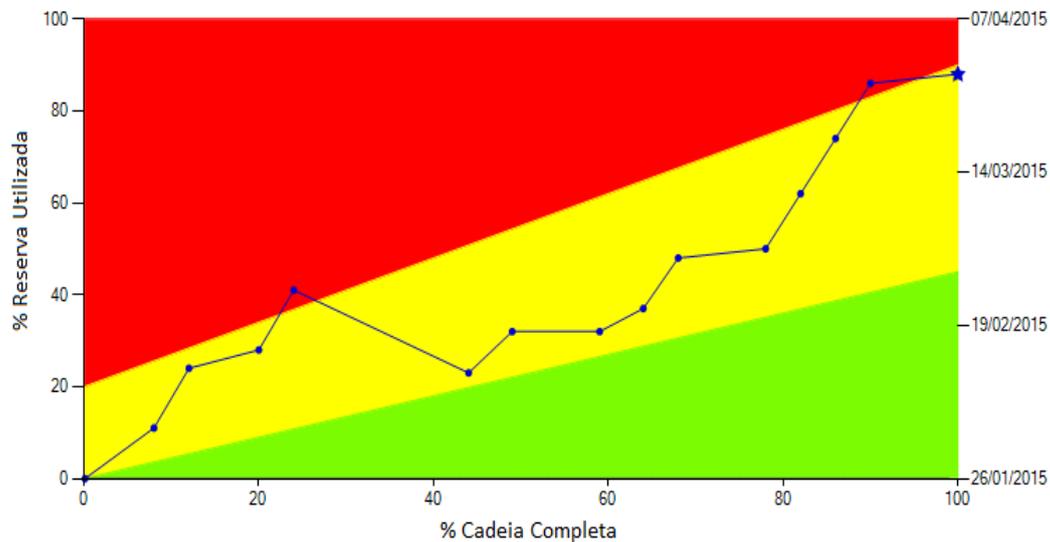




ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Mecânica



Gerir projectos com base na teoria das restrições. Caso de estudo

RUI FILIPE DA COSTA NASCIMENTO

Licenciado em Engenharia Mecânica

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Orientador:

Professor Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu, Professor do ISEL/IPL

Júri:

Presidente: Professor Doutor João Manuel Ferreira Calado, Professor Coordenador C/
Agregação do ISEL/IPL

Vogais:

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

Professor Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu, Professor do ISEL/IPL

Maio de 2017

Agradecimentos

Sendo este trabalho o culminar da minha formação académica, gostaria de agradecer a todos aqueles de uma forma directa ou indirecta contribuíram e apoiaram para a concretização deste objectivo.

Ao meu orientador, Professor António Abreu, pela sua total disponibilidade e conhecimentos prestados ao longo deste trabalho, pelo seu apoio, incentivo e paciência demonstrada em me aconselhar sempre que precisei.

Não seria justo não deixar um agradecimento profundo aos meus pais que tudo fizeram para que não me faltasse nada ao longo da minha formação enquanto pessoa e agora nesta fase académica, nunca deixando sem uma palavra de força e de apoio nos momentos mais difíceis.

À empresa ProjectoDetalhe pela oportunidade de realizar o caso de estudo com base um projecto da sua autoria, disponibilizando todos os documentos e ferramentas quando assim foi necessário.

Um agradecimento especial à ProChain Solutions Inc, uma vez que sem qualquer custo, e muito amavelmente disponibilizaram o seu *software*, para que pudesse executar nas melhores condições todo este trabalho.

Resumo

Este trabalho visa a análise da aplicação de diferentes ferramentas para a gestão de projectos, sendo que será dado grande destaque à Cadeia Crítica. Este destaque deve-se ao constante problema dos atrasos verificados nos diferentes projectos, sendo estes responsáveis por grandes catástrofes organizacionais.

Foi apresentada uma revisão literária das diferentes ferramentas que contribuem para a gestão de projectos, com maior incidência na perspectiva da teoria das restrições aplicada à prática da gestão do tempo.

Partindo da análise teórica, foi explicado como é aplicada a Cadeira Crítica num projecto genérico, permitindo identificar principais premissas e vantagens do método.

De forma a verificar e aprovar a aplicabilidade num caso concreto, foi realizada a ensaio da Cadeia Critica num caso de estudo, um projecto já concluído na Refinaria de Sines.

Palavras-Chave

Teoria das Restrições; Cadeia Crítica; Gestão de Projectos;

Abstract

The main purpose of this thesis is the analysis of applications from different tools for project management, with the main focus on critical chain project management. The major reason why I decided to focus on this thesis is due to the fact that nowadays in almost every project that we are part of has constant delays which will lead to huge organizational catastrophes. A literary revision of the different tools that contribute to the project management was introduced, with greater incidence in the theory of constraints applied to time management.

Starting from the theoretical analysis, it was explained how the Critical Chain is applied in a generic project, allowing to identify main assumptions and advantages of this method.

In order to verify and approve the applicability in a concrete case, the Critical Chain was implemented in a case study of a project already completed in the Sines Refinery.

Key words

Theory of constraints; Critical Chain; Project management;

Lista de Abreviaturas e Siglas

APR - Árvore de Pré-Requisitos

ARA- Árvore da Realidade Actual

ARF- Árvore da Realidade Futura

AT - Árvore de Transição

BP- Buffer de Projecto

BR- Buffer de Recurso

CC- Cadeia Crítica

CCPM- Critical Chain Project Management

CF- Cash-Flow

CPM- Crítico Path Method

Dmp- Estimativa mais provável

Dop- Estimativa optimista

Dpe- Estimativa pessimista

DRC- Diagrama Resolução de Conflitos

ED- Efeitos Desejáveis

EF- Tempo Final Mais Ceddo (Earliest Finish)

EI- Efeito Indesejado

ES- Tempo Inicial Mais Ceddo (Earliest Start)

FB- Buffer de alimentação

GP- Gestor de Projecto

I- Investimento

LL- Lucro Liquido

LS- Tempo Inicial Mais Tarde (Lastest Start)

LF- Tempo Final Mais Tarde (Lastest Finish)

PERT- Program Evaluation and Review Technique

PMI - Project Management Institute

PMBok- Project Management Body of Knowledge

ROI- Rentabilidade do Investimento

OI - Objectivo Intermediário

OE- Despesas operacionais

T- Receitas

DBR- Tambor/reserva /corda

WBS- Work Breakdown Structure

Índice

Capítulo 1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e justificação do tema.....	1
1.2 Objectivo.....	3
1.3 Metodologia de investigação.....	3
1.4 Estrutura do trabalho	5
Capítulo 2. Gestão de Projectos	7
2.1 Introdução.....	7
2.2 Principais conceitos.....	8
2.2.1 Definição de projecto.....	8
2.2.2 Ciclo de vida dos Projectos.....	9
2.2.3 Gestão de projectos.....	10
2.2.4 Partes interessadas no projecto.....	11
2.2.5 Grupos de Processos da Gestão de projectos.....	12
2.2.6 <i>Plan-Do-Check-Act</i>	14
2.2.7 Áreas de conhecimento da gestão de Projectos.....	15
2.3 Falhas nos projectos.....	17
2.4 Problema dos Atrasos na Gestão de Projectos	19
2.5 Gestão do Tempo e Planeamentos tradicionais.....	20
2.5.1 Gantt	21
2.5.2 Técnica CPM e PERT	22
Capítulo 3. Teoria das restrições.....	27
3.1 Introdução.....	27
3.2 As 3 questões Básicas e os Cinco passos fundamentais.....	31
3.3 Processo de Reflexão.....	34
3.4 Tambor/reserva/corda.....	38
3.4.1 Tambor	39
3.4.2 Reserva	40
3.4.3 Corda	40

3.5	Medidas de desempenho	41
Capítulo 4. Aplicação da teoria das restrições à gestão de projectos		43
4.1	Cadeia Crítica	43
4.1.1	Estimativas temporais.....	45
4.1.2	Limitações nos ambientes tradicionais	46
4.2	Ensaio da CCPM	51
4.2.1	Etapas do ensaio	51
4.2.2	Gestão das reservas	57
4.2.3	Alteração para o modelo CCPM.....	62
4.2.4	<i>Software</i> CCPM.....	64
4.3	CCPM VS Metodologias tradicionais.....	66
Capítulo 5. Caso de estudo		69
5.1	Descrição do caso de estudo.....	69
5.2	Introdução.....	69
5.3	Ensaio da CCPM	73
5.3.1	Principais ferramentas ProChain.....	73
5.3.2	Ensaio no ProChain	79
5.4	Análise	82
5.5	Benefícios e inconveniências verificadas na utilização da CCPM.....	92
Capítulo 6. Conclusões e perspectivas futuras		95
6.1	Conclusões	95
6.2	Perspectivas futuras.....	97
Referências Bibliográficas		99
Anexos		105
Anexo A. Planeamento Tradicional Inicial.....		106
Anexo B. Planeamento CCPM		108

Lista de figuras

Figura 1- Ciclo de vida genérico dos projectos	9
Figura 2- Grupos de processos de gestão.....	12
Figura 3- Áreas do conhecimento segundo PMBok (2013).....	15
Figura 4- Condições necessárias ao sucesso	17
Figura 5- Representação gráfica Gantt Simplificado	21
Figura 6- Probabilidade de duração das tarefas na PERT/CPM.....	23
Figura 7- Representação AON vs AOA.....	25
Figura 8- Exemplo figurativo da Cadeia Crítica numa linha produtiva	27
Figura 9- Resumo da TOC.....	30
Figura 10- Três questões básicas.....	31
Figura 11- Cinco passos fundamentais.....	32
Figura 12- Genérico do DRC.....	36
Figura 13- Tambor-reserva-corda.....	41
Figura 14- Árvore de representação de conflitos com prazos.....	44
Figura 15- Gráfico de distribuição de probabilidades da duração das tarefas	45
Figura 16- Desperdício de Folgas na rede.....	48
Figura 17- Ilustração síndrome do estudante.....	50
Figura 18- Multitarefa VS não Multitarefa.....	51
Figura 19- Planeamento convencional e planeamento CCPM.....	52
Figura 20- Rede com segurança nas tarefas	52
Figura 21- Redução das tarefas e late start.....	53
Figura 22- Rede sem simultaneidade de recursos	54
Figura 23- Encontrar a cadeia Crítica	54
Figura 24- Inserção da reserva de projecto (PB).....	55
Figura 25- Inserção da reserva de alimentação (FB).....	55

Figura 26- Planeamento completo.....	56
Figura 27- Zonas da reserva.....	58
Figura 28- Áreas de variação da reserva	59
Figura 29- Exemplo de um <i>Fever chart</i>	61
Figura 30- Esquema do trabalho a executar.....	70
Figura 31- Planeamento tradicional inicial reproduzido no Anexo A.....	71
Figura 32- Janela da ferramenta de reagendamento	74
Figura 33- Janela da ferramenta de actualização do planeamento.....	75
Figura 34- Ferramentas de filtragem do ProChain	76
Figura 35- Ferramenta para análise da rede do ProChain.....	76
Figura 36- Janela de análise do planeamento criado	76
Figura 37- Janela de análise de credibilidade do planeamento	77
Figura 38- Janela de detalhe individual da reserva	78
Figura 39- Janela de opções das reservas a utilizar	78
Figura 40- Planeamento CCPM criado pelo ProChain (Anexo B).....	81
Figura 41- Filtro inicial à Cadeia Crítica.....	82
Figura 42- Ponto de situação simulado à data de 07/11/2014	84
Figura 43- Fever Chart da reserva de Projecto- 1ª data na zona vermelha	85
Figura 44- Ponto de situação simulado à data de 13/03/2015	89
Figura 45- Fever Chart Buffer zona vermelha.....	89
Figura 46- Detalhe da reserva de Projecto à data de finalização.	90
Figura 47- Fever Chart Final	91

Lista de tabelas

Tabela 1- Metodologia da dissertação	4
Tabela 2- Processos de Gestão	12
Tabela 3- Comparação entre PDCA e os Grupos de Processo da Gestão de Projectos	14
Tabela 4- Maiores Causas de Falhas de projectos	18
Tabela 5- Resumo da caracterização das restrições	28
Tabela 6- Cinco ferramentas lógicas	35
Tabela 7- Softwares de planeamento	65
Tabela 8- Datas de actualização do ponto de situação do planeamento	82

Capítulo 1. Introdução

1.1 Enquadramento e justificação do tema

Com o evidente crescimento das estruturas económicas, também o conhecimento e a capacidade de gerir sofreu uma grande transformação. Assim foram sendo criados um conjunto de metodologias que foram garantindo a utilização eficaz dos recursos, possibilitando o delineamento de objectivos cada vez mais ambiciosos.

Diversos inventos mundiais vieram acrescentar à inicial visão de gestão, conceitos relacionados com novas tecnologias, que encaminharam as organizações a adotarem metodologias de flexibilidade ao longo do tempo, aprendendo e adaptando comportamentos.

Entre estas encontramos a teoria das restrições (TOC - Theory of Constraints). Introduzido inicialmente pelo Físico Eliyahu Goldratt, por volta de 1980 (Boyd & Gupta, 2004), e posteriormente aprofundado no seu livro *A META*. Ficou apresentado como um processo científico para a resolução de problemas no ambiente produtivo, mais especificamente, em indústrias de manufatura.

De acordo com Goldratt (1997), um dado sistema não está a atingir o seu máximo desempenho ao tentar alcançar o seu objectivo/Meta, sempre que algo o impeça de assim ser. Esse impeditivo é então a restrição ao sistema.

O entendimento das limitações das organizações e dos projectos como sendo as restrições, foi o ponto de partida para a Teoria das Restrições (TOC), sendo esta aplicável a diferentes áreas da produção e desenvolvimento.

De acordo com Xin e Xiaopei (2012) a Teoria das Restrições foi um passo muito importante e que mostra os méritos de uma análise dinâmica e melhoria contínua de uma organização e/ou projecto. Ainda de acordo com os mesmos autores o pensamento sistemático da TOC sobre a gestão das cadeias críticas forneceu um novo conceito para a concepção do caminho da optimização contínua da gestão de projectos numa perspectiva global.

Na gestão de projectos, do ponto de vista da Teoria das Restrições, a ferramenta/metodologia que permite essa gestão, é a da CCPM (*Crítica Chain Project Management*).

Em todos os projectos existem os mesmos objectivos base: entregar o acordado com o cliente, nos custos orçamentados, qualidade requerida e dentro dos prazos pretendidos. Todos estes objectivos podem ser alcançados utilizando a CCPM. A pesquisa mais à frente terá maior incidência na entrega dos projectos dentro dos prazos pretendidos.

Em todos os planeamentos, existe a preocupação dos gestores de projecto em controlar o caminho crítico, composto pelas tarefas com menores tempos de folga, que vão definir o tempo de duração de projecto. No que toca aos projectos, o caminho crítico é considerado a maior restrição. Na CCPM existe uma pequena variação, não existindo um caminho crítico, mas sim uma cadeia crítica, como será explicado mais à frente no trabalho.

Nos casos em que existe multiprojecto, os desafios de compromisso multiplicam-se, existindo uma dependência entre as suas execuções, e, portanto, uma forma mais difícil e complexa de tratar as várias Cadeias Críticas.

Conforme explicado anteriormente, a gestão de projectos enfrenta conflito fundamental de finalizar os projectos no menor tempo possível, sem comprometer as especificações requeridas pelo cliente e por outro lado ser possível manter orçamentos de base, e pelo menos manter as margens de lucro pretendidas (se possível aumentar).

A CCPM é a aplicação directa da TOC neste ambiente de projectos e permite desde logo uma abordagem directa sobre o planeamento, melhorando os tempos de finalização associados.

Goldratt focou-se nas Restrições existentes em todos os projectos e sistemas produtivos, sendo essas, o ponto principal a ter em conta para uma eficaz gestão de todos os trabalhos de produção.

A escolha do tema justifica-se no interesse global em reduzir e cumprir prazos planeados nas diferentes áreas de projecto. Desta feita a normalidade com que se encara o atraso num projecto é a prova de que todos numa empresa estão conformados com a existência de problemas, mais ou menos graves, não existindo qualquer preocupação para os resolver e conseqüentemente é obtida a insatisfação do cliente, uma vez que está directamente ligada aos benefícios proporcionados pelo projecto e

quanto mais antecipadamente estes produtos/projectos forem entregues, mais rapidamente os benefícios potenciais do projecto podem ser reconhecidos.

1.2 Objectivo

O objectivo principal é efectuar uma revisão teórica actualizada da gestão do tempo em projectos, com maior destaque à ferramenta CCPM da TOC, num ambiente de projecto único.

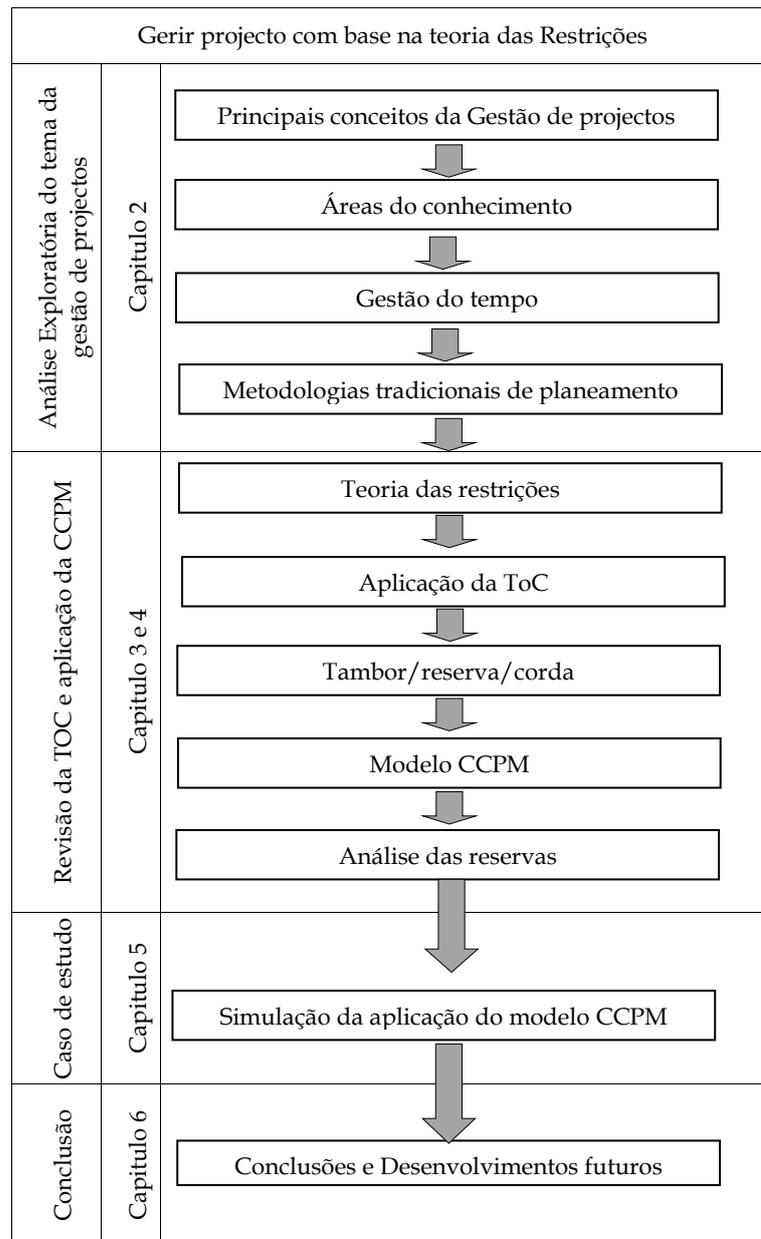
Outro objectivo é verificar a aplicabilidade e as vantagens da ferramenta CCPM, com recurso à simulação da aplicação da CCPM a um caso de estudo num projecto concluído na Refinaria de Sines, testando assim a metodologia e permitindo extrapolar as vantagens para outras realidades.

1.3 Metodologia de investigação

A metodologia adoptada nesta dissertação encontra-se resumida na tabela 1 seguinte: num primeiro passo procedeu-se à análise da Gestão de projectos com especial atenção à gestão do tempo e as suas ferramentas tradicionais.

Depois de feita uma introdução da gestão de projectos, foi feito um processo de investigação com uma apresentação de material publicado relativo pela Teoria das Restrições, e pela sua ferramenta de gestão do tempo CCPM.

Tabela 1- Metodologia da dissertação



No passo seguinte foi verificada a aplicação do modelo CCPM com a aplicação dos diferentes *buffers* temporais.

Depois da aplicação representativa da CCPM, foi desenvolvida a sua aplicação num caso de estudo iniciando-se a aplicação do modelo com recurso a um *software* CCPM, procedendo-se a análise dos resultados obtidos. Por último foram retiradas e avaliadas as conclusões através dos resultados obtidos do estudo e sugeridas as recomendações para trabalhos futuros.

1.4 Estrutura do trabalho

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos.

Capítulo 1 - Introdução: Neste capítulo é feita uma introdução geral para que o leitor se situe teoricamente no âmbito do tema, sem que seja aprofundado o conhecimento em nenhum ponto específico.

Capítulo 2 - Gestão de projectos: Será feita uma análise generalista das metodologias existentes para o controlo da gestão de projectos, sendo esta a grande base do tema da dissertação e do caso de estudo. São também apresentadas as causas para os fracassos, incluindo os erros existentes ao longo da execução de um projecto, impedido que estes cumpram com os objectivos, e no caso concreto não terminem dentro dos prazos previstos.

Capítulo 3 - Neste capítulo são apresentadas e analisadas as principais ferramentas e metodologias da TOC.

Capítulo 4 - Com base na recolha de informação do capítulo anterior, é agora possível aprofundar a TOC à gestão de projectos, com base na metodologia CCPM. Serão indicadas quais são as premissas principais e mais importantes a aplicar no caso de estudo, sendo que para isso serão apresentados quais os *softwares* a utilizar. Neste capítulo será também exemplificada e aplicada a ferramenta CCPM de uma forma simples e manual, de modo a que se mostre facilmente como se estima as diferentes margens de segurança do tempo nos projectos, e como se monitoriza um projecto com base nos recursos da metodologia.

Capítulo 5- Caso de estudo: será abordado detalhadamente a aplicação da teoria CCPM analisada no capítulo anterior com recurso a *software* informático, sendo que a aplicação será uma simulação do planeamento inicial e consequente seguimento do projecto em causa, conhecendo os problemas de que foi alvo com o planeamento tradicional com que foi executado.

Capítulo 6 - Neste capítulo será exposto qual a conclusão geral de todo o trabalho, inclusive com uma apresentação do ponto de vista do autor, de quais seriam as vantagens na realização do projecto no caso de estudo com base na CCPM. As ferramentas e ideologias utilizadas no caso de estudo e faladas anteriormente serão alvo de uma análise e opinião, ao contrário do que se passou nos anteriores capítulos.

O autor indicará quais as actividades consequentes do trabalho que pretenderá realizar futuramente, sob o ponto de vista da melhoria da gestão de projectos.

Capítulo 2. Gestão de Projectos

2.1 Introdução

A gestão de projecto é uma área de conhecimento cada vez com mais importância nas diferentes empresas e organizações. A crescente dificuldade das empresas tem levado ao investimento na gestão de projecto, recorrendo a novos métodos de trabalho e consequente optimização dos métodos de produção, aproveitando melhor cada trabalho conseguido.

Para Varajão (2016) a gestão de projectos ganhou um notável reconhecimento nas últimas décadas, que é refletido pelo grande número e dimensão de projectos que são realizados por diferentes organizações em vários sectores e áreas de actuação. Hoje em dia é difícil encontrar uma organização que não desenvolva projectos ou que não recorra à gestão de projectos como forma de estruturar e gerir os seus investimentos.

Existe a necessidade de melhorar cada vez mais de forma a alcançar o sucesso dos projectos. Nessa perspectiva (Varajão, 2016) argumenta que a gestão de Projectos é essencial para o desenvolvimento de projectos bem-sucedidos, sendo transversal e com possibilidade de aplicação em muitas indústrias. Também Padalkar & Gopinath (2016) e Carden & Egan (2008) salientam a importância da relevância da gestão de projectos em muitos setores e contextos da indústria.

Para Gouveia (2010) o grande salto na gestão de projectos foi dado na altura da 2.^a Guerra Mundial, em que houve a necessidade de detalhar de uma forma mais organizada as operações que estavam envolvidas na construção de um navio, para que todo o trabalho pudesse ser monitorizado da melhor maneira, e esta perspectiva partiu de Frederick Winslow Taylor. Nessa mesma altura, Henry Laurence Gantt deu origem aos famosos gráficos de tarefas e marcos, também chamado de Gráfico de Gantt, que permitiram uma visualização de todas as sequências e durações de determinadas tarefas de um projecto. Em meados dos anos 90, os famosos gráficos sofreram as primeiras alterações, tendo sido adicionadas novas funcionalidades, como as dependências entre as diversas tarefas.

A grande diferença da gestão utilizada na actualidade é a capacidade que tem para promover a interação em todos os intervenientes de uma organização, contribuindo para uma melhor coordenação de todos os departamentos, conduzindo a uma melhor eficiência, eficácia e produtividade (Kerzner, 2004).

2.2 Principais conceitos

2.2.1 Definição de projecto

Conforme o PMI (2013), um projecto é nada mais que um compromisso temporário assumido para criar um produto, fornecer um serviço ou obter outro resultado único. A natureza temporária de um projecto, indica que todos possuem um começo e um fim definidos, sendo que o fim apenas é alcançado quando os objectivos do projecto foram conseguidos ou quando o projecto for na sua totalidade terminado por não ser de todo possível cumprir com os objectivos ou quando já não existir a necessidade de conclusão do mesmo.

Por sua vez, Kerzner (2004) considera que um projecto é todo o conjunto de actividades e tarefas com objectivo e especificações definidas, com início e fim marcados, necessidade de recursos (físicos, humanos, económicos) e de carácter multidisciplinar.

Na visão de Tereso (2002) um projecto é um empreendimento no qual estão organizados recursos humanos, materiais e financeiros, para realizar um determinado trabalho, com uma determinada especificação, com restrições de custo e tempo, de forma a conseguir alterações benéficas, através da obtenção de objectivos quantitativos e qualitativos.

Para o PMI (2013) cada projecto é constituído por um produto, serviço ou resultado único e exclusivo de cada projecto, e assim cada um pode criar as suas próprias incertezas devido à natureza única de cada projecto. Mesmo assim, os elementos dos projectos podem ser repetitivos e portanto não exigindo a alteração das características fundamentais das tarefas do projecto.

Assim, independentemente do autor ou corrente, um projecto pode ser definido como um esforço temporário realizado por uma organização, que engloba todos os processos que permitem a entrega e execução de produto ou serviços.

2.2.2 Ciclo de vida dos Projectos

Uma vez que todos os projectos têm um início e um fim, é possível associar-lhes um ciclo de vida, normalmente designado por PLC-“*Project Life Cycle*”.

As várias fases de desenvolvimento de um projecto, são idênticas na maior parte dos casos. O ciclo de vida genérico dos projectos proposto pelo PMI (2013) é mostrado na figura 1.

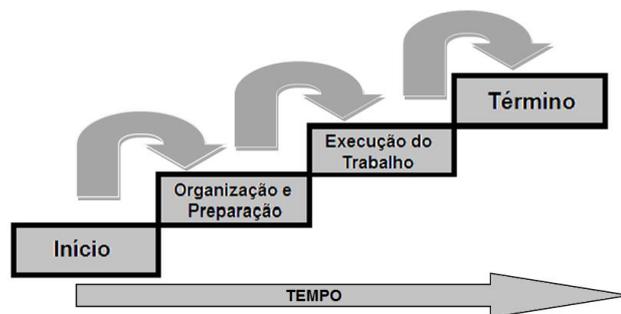


Figura 1- Ciclo de vida genérico dos projectos

Fonte: Adaptado de (PMI, 2013)

O ciclo de vida é constituído por cinco fases:

- Fase de iniciação é onde os objectivos são mais detalhados, os requisitos claramente especificados, e assim como a é definida a abordagem global que irá ser utilizada.
- Fase de preparação e organização é onde são desenvolvidos planos detalhados e onde são identificadas as tarefas necessárias, as suas durações e as precedências entre as mesmas. Também nessa fase são definidos marcos de forma a controlar a execução do projecto.

- Fase de execução consiste basicamente em fazer o trabalho e comunicar resultados, sendo que a execução deve seguir o plano estabelecido, através de um controlo constante.

- Fase de fecho dá-se uma vez que estejam alcançados todos os objectivos do projecto.

É possível estabelecer uma relação genérica, entre as fases de um determinado projecto e os custos e recursos a ele associados. Essa relação, de acordo com o PMI (2008a), descreve a fase de execução do projecto como a fase que envolve mais recursos tanto financeiros como humanos e materiais.

2.2.3 Gestão de projectos

Gestão de projectos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas para projectar actividades para cumprir aos requisitos do projecto. Esta aplicação do conhecimento requer a gestão eficaz dos processos de gestão do projecto.

De acordo como PMI (2013) o processo é um conjunto de acções e actividades inter-relacionadas realizadas para criar um produto, serviço ou resultado pré-especificados e cada processo é caracterizado pelos *Inputs* fornecidos pelas partes interessadas, pelas ferramentas e técnicas que devem ser aplicadas, e pelos *outputs* resultantes.

Kerzner (2004) define gestão de projectos como a metodologia de planeamento, organização, condução e controlo dos recursos da organização durante um período de tempo e objectivo pré-estabelecidos e com o intuito de atingir determinadas metas.

Para Abbasi et al.(2000, p. 105) a Gestão de projectos é a arte e a ciência de planear, projectar e gerir o trabalho em todas as fases do ciclo de vida do projecto.

Quanto aos factores de sucesso do projecto, Crawford (citado por Alam et al., 2008) afirma que as principais causas de sucesso de um projecto, devem ser, na sua maioria, relacionadas com as competências do gestor de projectos em termos dos seus conhecimentos e capacidades.

2.2.4 Partes interessadas no projecto

Segundo o PMBoK 2013, as partes interessadas nos projectos (*stakeholders*), são todas as pessoas ou organizações que estejam diretamente envolvidas no projecto ou que possam ser afetados pela execução do mesmo.

Todos os envolvidos podem ter influência nos sucessos dos objectivos e resultados do projecto. A equipa de gestão de projectos tem como função identificar todas as partes interessadas, determinar suas necessidades e expectativas e dentro do possível, gerir a influência que têm em relação aos objectivos, de forma a garantir um projecto bem sucedido.

As principais partes interessadas são:

1. Gestor de projectos. A pessoa responsável por toda a gestão do projecto.
2. Cliente. A pessoa ou organização que vai usufruir do produto resultante do projecto.
3. Fornecedor/Executante. A entidade cujos funcionários estão directamente envolvidos na execução do trabalho do projecto.
4. Equipa de projecto. O grupo que executa o trabalho do projecto.
5. Equipa de gestão de projectos. Membros da equipa de projecto que estão directamente envolvidos nas tarefas de gestão de projectos.
6. Investidores. É a pessoa ou organização que fornece os recursos financeiros para o projecto.
7. Outras partes interessadas. Pessoas ou organizações que não estão directamente relacionados à aquisição ou ao uso do produto do projecto, mas que devido à influência no Fornecedor/Executante podem influenciar, positiva ou negativamente, no andamento do projecto.

2.2.5 Grupos de Processos da Gestão de projectos.

Os processos de gestão de projectos são apresentados como elementos discretos com interfaces bem definidas. No entanto, na prática, elas sobrepõem-se e interagem de maneiras diferentes consoante o projecto em questão. A maioria dos gestores de projecto experientes, reconhecem diferentes maneiras de promover a gestão de projectos. Contudo existe um grupo de processos genéricos para aplicação das habilidades da gestão de projectos (figura 2).

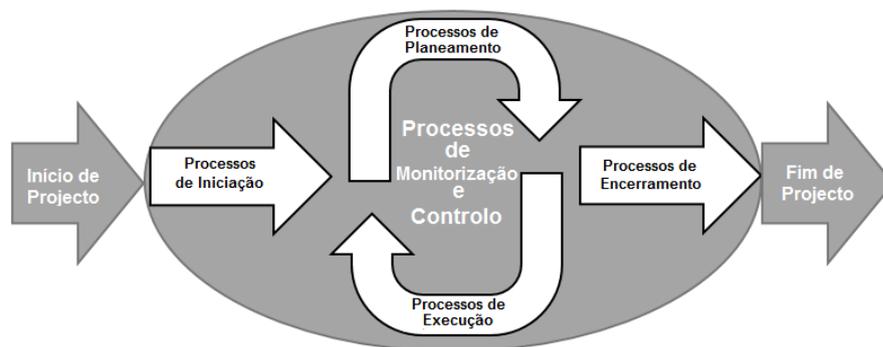


Figura 2- Grupos de processos de gestão

Fonte: Adaptado de (PMI, 2013)

A aplicação dos processos de gestão de projectos é interativa, e muitas vezes é necessário repetir processos durante o projecto.

Na tabela 2 abaixo explica cada um dos processos da figura 2, com base no (PMI, 2013)

Tabela 2- Processos de Gestão

Grupo	No que consiste	Processos
Iniciação do Projecto	Esta primeira etapa consiste em processos que dão origem à autorização formal de um novo projecto, ou seja, são definidos os objectivos e requisitos de um projecto	Desenvolver o Termo de Abertura do Projecto; Definir os principais <i>Stakeholders</i> .

Planeamento do Projecto	Fase de planeamento é necessário definir e clarificar os objectivos descritos na iniciação do projecto e planear quais os passos necessários para se obter tais objectivos	<p>Desenvolver o plano da Gestão de Projectos;</p> <p>Recolher os requisitos;</p> <p>Definir o âmbito do projecto;</p> <p>Criar a WBS¹ para que se torne mais fácil estruturar o trabalho de modo a que se atinjam os objectivos propostos;</p> <p>Definir e sequenciar actividades;</p> <p>Estimar quais os recursos necessários para cada actividades e a respetiva duração;</p> <p>Desenvolver o cronograma;</p> <p>Estimar custos e determinar qual o orçamento;</p> <p>Desenvolver o plano de qualidade, dos recursos humanos, de comunicação e de gestão do risco;</p> <p>Identificar possíveis riscos, fazendo uma análise quantitativa e qualitativa, e desenvolver um plano de resposta aos mesmos;</p> <p>Desenvolver o plano de aquisição.</p>
Execução do Projecto	Integração dos recursos disponíveis, humanos e materiais, para executar o plano de Gestão de Projectos	<p>Dirigir e gerir a execução do projecto;</p> <p>Executar a garantia de qualidade do projecto;</p> <p>Desenvolver, adquirir e gerir a equipa do projecto;</p> <p>Distribuir a informação;</p> <p>Gerir as expectativas das partes interessadas;</p> <p>Executar as aquisições.</p>
Monitorização e Controlo do Projecto	Consiste em acompanhar e analisar regularmente o progresso do projecto, com o objectivo de verificar alterações em relação ao plano de gestão do projecto, para que possam ser executadas acções corretivas.	<p>Controlar e monitorizar o trabalho realizado no projecto;</p> <p>Desenvolver o controlo integrado de mudanças e da qualidade;</p> <p>Verificar e controlar o âmbito;</p> <p>Realizar um controlo dos custos e do cronograma;</p> <p>Executar relatórios de desempenho;</p> <p>Monitorizar e controlar os riscos;</p> <p>Gerir contratos.</p>
Encerramento do Projecto	Consiste em finalizar formalmente todas as actividades do projecto ou de uma fase de um projecto, ou seja, consiste na aceitação do resultado e direcciona o projecto para um final uniforme	Aceitação do auto de recepção do projecto

¹ **Work Breakdown Structure (WBS)** do Inglês, ou **Estrutura Analítica de Projectos (EAP)**, consiste numa decomposição hierárquica orientada às entregas do trabalho a ser executado pela equipa de projecto, para atingir os objectivos do projecto e criar as entregas requisitadas. Fonte: <http://www.gestaodeprojectos.com.pt/index.php/todos-os-artigos/90-work-breakdown-structure-wbs-parte-1> Acedido 22/01/2017

2.2.6 Plan-Do-Check-Act

Os processos do PMBok para a gestão de projectos parecem ter alguma analogia ao PDCA (*plan-do-check-act*). Essa comparação pode ser vista na tabela 3.

Tabela 3- Comparação entre PDCA e os Grupos de Processo da Gestão de Projectos

	PDCA	Grupos de Processos da Gestão de projectos
Estabelecer a missão, a visão, os objectivos, os procedimentos, as metodologias e os processos necessários para se atingirem os resultados;	Plan (Planear)	Processos Planeamento do Projecto
Implementar os processos;	Do (Executar)	Processos de Execução do Projecto
Monitorizar e avaliar os processos e resultados confrontando-os com o que foi planeado, com os objectivos, as especificações, os requisitos legais e o estado pretendido, consolidando informações e relatar os resultados.	Check (Monitorizar)	Processos de monitorização e controlo
Agir de acordo com o que foi avaliado e com os relatórios elaborados, se necessário elaborar novos planos de acção de forma a melhorar a eficiência e a eficácia.	Act (Agir)	Processos Planeamento do Projecto/ Processos de Execução do Projecto

A PDCA pode ser descrito com *Deming wheel* no processo de melhoria da qualidade (Platje & Wadman, 1998).

Sokovic, Pavletic, & Pipan (2010) definem o PDCA como um método de processo de natureza repetitiva, que resulta na melhoria contínua da gestão da qualidade nas diferentes organizações onde for aplicado.

Assim, verifica-se que durante a execução de um projecto, e tal como os processos identificados pelo PMI, também o ciclo PDCA indica um plano interativo de melhoria em função da monitorização, permitido agir em conformidade em todas as fases do projecto após o seu início e antes da sua conclusão.

2.2.7 Áreas de conhecimento da gestão de Projectos

O PMBOK de 2013 divide o conhecimento da gestão de projectos em dez áreas do conhecimento, como analisado abaixo e de acordo com a figura 3.



Figura 3- Áreas do conhecimento segundo PMBok (2013)

Gestão da Integração do Projecto: Consiste em definir quais os processos e quais as actividades que integram os variados componentes da gestão do projecto, de uma forma contínua, com o intuito de garantir que o projecto prossiga do início ao fim.

Gestão do Âmbito do Projecto: Consiste em definir quais os processos e quais as actividades que garantem todo o trabalho solicitado e apenas o necessário, para que o projecto seja concluído com sucesso. A qualidade do produto final pode ser tratada como a principal componente do âmbito.

Gestão do Custo do Projecto: Consiste em definir quais os processos e quais as actividades que garantam que o projecto termine dentro do orçamento estipulado inicialmente.

Gestão da Qualidade do Projecto: Consiste em definir quais os processos e actividades que determinam o controlo e garantia da qualidade de modo que o projecto satisfaça às necessidades acordadas com o cliente e restantes *stakeholders*.

Gestão do Risco do Projecto: Consiste em definir quais os processos e actividades relacionados com o planeamento da gestão dos riscos e a identificação e análise dos mesmos.

Gestão da Comunicação do Projecto: Consiste em definir quais os processos e quais as actividades que permitem gerir, recolher e distribuir todo o tipo de informação envolvida no projecto.

Gestão dos Recursos Humanos do Projecto: Consiste em definir quais os processos que permitem identificar e documentar o papel de cada pessoa envolvida no projecto. Permite definir a equipa de projecto e a sua posição hierárquica.

Gestão das Aquisições do Projecto: Consiste em definir quais os processos que permitem comprar ou adquirir material, produtos, bens e serviços, incluindo processos de gestão de contratos. O caso do projecto necessitar de apoio de outras entidades externas à equipa de projecto é neste processo que é verificada essa necessidade.

Gestão das partes interessadas: Consiste em definir quais os processos e quais as actividades que garantam a comunicação e satisfação de todas as partes interessadas, entendendo as suas necessidades e expectativas.

Gestão do Tempo do Projecto: Consiste em definir quais os processos e quais as actividades que garantam que o projecto termine dentro do prazo acordado.

É nesta última área de conhecimento que se vai situar todo o trabalho de pesquisa mais à frente, com uma maior incidência na sua análise inserida segundo a teoria das restrições.

Os processos que a Gestão do Tempo abrange são:

- Definir e sequenciar as actividades;
- Estimar os recursos necessários para cada actividade e a respetiva duração;
- Desenvolver e controlar o cronograma do projecto.

2.3 Falhas nos projectos

Para Leach (2005), de forma a existir sucesso nos projectos, deve existir o equilíbrio entre 3 condições necessárias: Âmbito, Custo e a Planeamento (figura 4)



Figura 4- Condições necessárias ao sucesso

Fonte: Adaptado de Leach (2005)

Para Leach , a grande dificuldade do sucesso dos projectos está no facto destas três condições necessárias serem interdependentes, uma vez que quanto mais tempo um projecto demora, mais custa; quanto mais custa, mais tempo demora; quanto mais tempo demora, mais oportunidades existem para mudar o âmbito. Quanto mais o âmbito muda, maior o custo e o planeamento aumentam. A utilização dos recursos é comum a todas as três condições, sendo de grande importância para o gestor de projecto, e daí se encontrar no centro da figura 4.

Para Robinson, Road, Orchard, & Richards (2010), a Gestão de projectos lida com o planeamento, a organização e a gestão de recursos para que seja possível concluir os projectos com sucesso e alcançar todos objectivos por ele propostos. Os mesmos autores destacam também a importância da gestão das mesmas três dimensões distintas antes do início efectivo do projecto: Planeamento; Recursos e/ou orçamento; Âmbito. Segundo os mesmos autores a falta de qualquer um desses compromissos em separado, pode resultar num projecto fracassado, com graves consequências para todos os *stakeholds*.

Assim, qualquer falha numa dessas 3 componentes do projecto resulta no insucesso do projecto, podendo resultar em atrasos, aumento de custos, diminuição da qualidade do trabalho.

Na tabela 4 são identificadas as mais importantes falhas e as causas do fracasso nos projectos (Vargas, 2013). Na tabela é identificada, para as principais falhas, qual a área do conhecimento responsável e em qual das 3 condições necessárias ao sucesso existe impacto directo.

Tabela 4- Maiores Causas de Falhas de projectos

Falha	Impacto Directo			Área do conhecimento responsável
	Tempo	Custo	Âmbito	
Objectivos estabelecidos mal	x	x	x	Gestão do Âmbito
Financiamento	x	x	x	Gestão do Custo Gestão das Aquisições
Falta de planeamento	x			Gestão do Tempo
Os envolvidos não possuem habilidades necessárias			x	Gestão dos Recursos Humanos
Tempo insuficiente para o planeamento do projecto	x	x		Gestão da Integração Gestão do Tempo
Objectivos mudaram durante o andamento do projecto			x	Gestão do Âmbito Gestão da Comunicação Gestão das partes interessadas
Inadequada avaliação dos riscos associados ao projecto	x			Gestão do Risco
A formação e qualificação inadequadas			x	Gestão dos Recursos Humanos
Desnecessária utilização da Multitarefa	x			Gestão do Tempo
Prazos e tarefas irrealistas	x			Gestão do Tempo
Insuficiência de recursos	x			Gestão dos Recursos Humanos
O sistema de controlo inadequado	x		x	Gestão da Qualidade
Falta de entendimento do âmbito do projecto		x	x	Gestão do Âmbito
Falha de comunicação	x	x	x	Gestão da Comunicação
Recursos inadequados			x	Gestão dos Recursos

				Humanos
Pouca compreensão da complexidade do projecto			x	Gestão do Âmbito Gestão da Integração
Controlo e monitorização inadequados	x			Gestão da Qualidade Gestão do Tempo
As estimativas financeiras são pobres e incompletas		x		Gestão do Custo
Projecto sem corresponder às expectativas do cliente			x	Gestão da Qualidade

2.4 Problema dos Atrasos na Gestão de Projectos

Na perspectiva da importância da gestão do tempo nos projectos, verifica-se que caso os projectos fossem executados de forma perfeita e totalmente dentro do que se planeia, cada projecto estaria dentro do orçamento e acabaria dentro de prazo contractualizado. Na realidade o que se passa é bem diferente.

Um dos maiores e mais sucessivos problemas nos projectos é o atraso nas datas e prazos inicialmente definidos.

Woepfel (2005), identifica como dois dos maiores problemas com todos os projectos, os atrasos e os custos, apoiando-se na descoberta do Grupo Standish no final dos anos 90 que descobriu o seguinte:

- 30% Dos projectos são cancelados antes de terminarem.
- 75% Dos projectos concluídos sofrem atrasos e não terminam na data inicialmente planeada.
- Os custos médios de um projecto excedem os 189%.
- Os excessos de tempo médios dos projectos são de 222%.

O mesmo autor afirma ainda que nas várias áreas, existem inúmeros exemplos de projectos que terminam tarde e custam em demasia.

Avots (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 de 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 mal 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;
- (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 ao facto de não serem seguidos os princípios básicos de gestão: ter um objectivo incorrecto; preocupação das estimativas do tempo, em vez de existir a preocupação em definir marcos concretos no projecto; demasiado detalhe das tarefas e consequente estrutura muito ampla de actividade.

Já Steyn (2002) destaca como um dos grandes problemas nos diferentes projectos, e umas das principais causas no atraso dos mesmos, as alterações no projecto durante a sua execução, requerida pelos diferentes *stakeholders*. Muitas vezes essas alterações envolvem o âmbito do projecto, resultado em mudanças significativas, impedindo por completo o sucesso do projecto a todos os níveis. O mesmo autor escreve também que quanto mais rápido for concluído o projecto, menos tempo têm as partes interessadas para intervir.

2.5 Gestão do Tempo e Planeamentos tradicionais

Os métodos CPM e PERT são métodos de planeamento e controlo do tempo nos projectos. Além dessas redes para a representação de um projecto existem também, os Gráficos de Gantt, nos quais diferentes barras representam os períodos de execução das actividades, sobre uma escala de tempo.

2.5.1 Gantt

Segundo El-Reedy (2016), o gráfico Gantt é o método de planeamento mais antigo e é tradicionalmente utilizado para apresentar os planeamentos de diferentes projecto até aos dias de hoje. Foi criado por Henry Gantt em 1903 com o objectivo de planear organizar e controlar a produção na indústria.

Foi uma das mais importantes etapas pois possibilitou a distribuição adequada das actividades ao longo das horas de trabalho de cada funcionário, garantindo que o volume de peças produzidas correspondia aos pedidos solicitados pelos clientes dentro do prazo previamente estabelecido.

Só a partir de 1960 foi utilizado a gráfico de Gantt para o mercado da gestão de projectos. A sua vertente visual e de fácil compreensão ajudou desde cedo a ser uma ferramenta para identificar com precisão o início e o final de cada actividade, bem como restrições e determinação do caminho crítico dos projectos.

É constituído por um sistema de eixos coordenados. O eixo das ordenadas representa as diversas actividades a executar e o eixo das abcissas representa o tempo (definido geralmente em dias, semanas ou meses). O controlo do plano consiste na representação de uma linha vertical traçada na data que se quer estudar. Em relação às folgas das actividades representam-se em extensão horizontal gráfica da barra de actividades, enquanto que as actividades críticas são representadas de acordo com um padrão.



Figura 5- Representação gráfica Gantt Simplificado

Fonte: Adaptado de (Cox & Schleier, 2010)

Para El-Reedy (2016), neste tipo de planeamento as relações entre as actividades não são bem apresentadas e portanto, só é útil para uma gestão geral e não aprofundada, sendo necessário outro tipo de planeamento para um controlo mais detalhado.

2.5.2 Técnica CPM e PERT

Os métodos CPM e PERT são métodos de planeamento e controlo de projectos que tem sido bastante aplicados. O método CPM (Crítical Path Method) teve origem em 1957 e foi desenvolvido por James Kelley e Morgan Walker na aplicação a um projecto de construção de uma instalação industrial. Pela mesma altura no Gabinete de Projectos Especiais da Armada americana, foi desenvolvido um método para o planeamento e controlo da construção do submarino Polaris, ao qual foi dado o nome de PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). As primeiras publicações sobre estes métodos datam de 1958 (Ribeiro, 2000).

Os dois métodos são bastante semelhantes, sendo que a maior diferença está apenas na forma como é estabelecida a duração do tempo das actividades. No método do PERT, a duração das actividades é determinada de forma probabilística. Já no método CPM o tempo é atribuído de forma determinística.

Determinística- Não tem qualquer tipo de incerteza e são estimativas consideradas únicas através da duração obtida directamente do responsável para tarefa, ou por analogia histórica de tarefas idênticas.

Probabilística- De acordo com uma probabilidade, e portanto obtidas através de um cálculo, de forma a obter uma duração média. Essa aplica-se utilizando 3 diferentes estimativas - uma estimativa Optimista (Dop), uma estimativa Pessimista (Dpe) e uma estimativa Mais Provável (Dmp):

$$(1) \quad \mu = \frac{Dop + 4Dmp + Dpe}{6}$$

Essa duração das actividades está inserida numa expressão estatística descrita como distribuição *beta*. Essas estimativas dos prazos são visíveis na figura 6 abaixo.

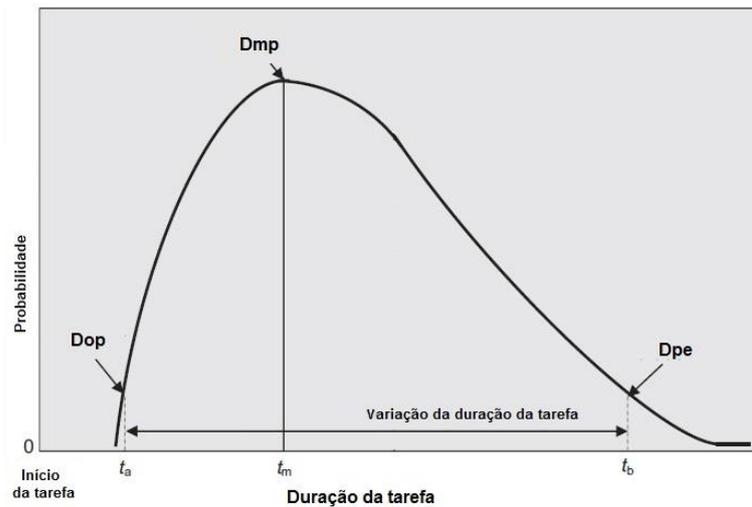


Figura 6- Probabilidade de duração das tarefas na PERT/CPM

Fonte: Adaptado (Camilleri, 2011)

Desta forma, a distribuição acima é variável, consoante os valores Dop, Dmp e Dpe.

Sendo a Variância a incerteza inerente a uma distribuição. Se a variância for elevada, significa que existe uma grande incerteza a respeito do tempo necessário para a conclusão de uma actividade. Se a variância for pequena, significa que a estimativa é bastante exacta no que se refere ao tempo requerido para a conclusão da actividade, isto é, os tempos optimista e pessimista aproximam-se bastante. Calculando-se a variância com a seguinte equação 2:

$$(2) \quad \sigma^2 = \left(\frac{Dop - Dpe}{6}\right)^2$$

No que toca a utilização da metodologia PERT, Moder e Phillips (1965) dizem que, esta pode ser utilizada em vários projectos de pesquisa e desenvolvimento, o que abrange desde projectos de pesquisa pura (estudos científicos), pesquisa aplicada, projectos de desenvolvimento, até engenharia de projecto e produção. Para os autores a PERT é a ferramenta mais útil para todos estes projectos, contudo, não é particularmente eficaz nos projectos de pesquisa pura, devendo mesmo ser evitado porque pode sufocar a engenhosidade e a imaginação, que são as chaves do sucesso nos projectos de estudos científicos.

Por existirem muitas semelhanças entre a PERT e a CPM, fez-se com que o termo PERT/CPM seja utilizado apenas como uma técnica.

Desta forma o PERT/CPM, promove uma grande facilidade em integrar e correlacionar as actividades do planeamento, coordenação e controlo, sendo por isso uma metodologia muito eficaz na aplicação no processo de gestão de projectos.

O planeamento das actividades com a técnica PERT/CPM consiste em determinar em que altura de tempo, a actividade deverá ter o seu início e o seu fim. Esses momentos podem ser definidos em anos, dias, semanas, etc.

Como regra geral o momento de início de uma tarefa é igual ao momento final da(s) actividade(s) precedente(s). Isso não se verifica nas actividades não críticas, sendo que estas não necessitam de fazer corresponder o seu início, com o final da actividade imediatamente precedentes, dada a existência de folgas.

Tendo em conta a ideia do caminho crítico e das respectivas folgas nos caminhos não críticos da rede em causa, a técnica PERT/CPM utiliza quatro variáveis que são:

ES=Tempo Inicial Mais Ceddo (*Earliest Start*)

EF=Tempo Final Mais Ceddo (*Earliest Finish*)

LS=Tempo Inicial Mais Tarde (*Lastest Start*)

LF=Tempo Final Mais Tarde (*Lastest Finish*)

A folga total associada a cada tarefa em particular é dada pela diferença entre LF e EF ou LS e ES. As actividades cuja resultante dessa diferença seja zero, são as actividades críticas, sendo que não possuem qualquer tipo de folga para a sua execução.

No que diz respeito ao planeamento das actividades existem dois tipos de modelos de rede de precedência sendo (figura 7):

- 1) AON (Activity On Node), em que os nós da rede representam a actividade e os arcos as relações de precedência entre elas,
- 2) AOA (Activity On Arc) na qual os arcos dizem respeito às actividades e os nós referem-se a acontecimentos.

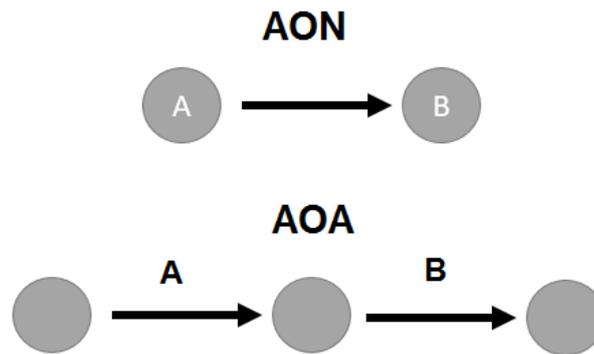


Figura 7- Representação AON vs AOA

As redes AOA conferem facilidade a nível de representação do progresso das actividades ao longo da execução do projecto. No entanto, as redes AON tornam-se mais simples e fáceis por evitarem a necessidade do recurso a actividades fictícias e porque possibilitam a representação directa de relações de dependência diferentes da relação “A precede B”.

Na metodologia PERT/CPM o caminho com maior comprimento ao longo da rede, é o Caminho Crítico, uma vez que todos os outros caminhos deverão alcançar o último Nó antes do caminho Crítico. Assim sendo, todas as actividades do caminho crítico, são actividades restritivas, uma vez que qualquer atraso numa dessas tarefas ditará o atraso na duração de todo o projecto.

A principal vantagem PERT/CPM, em comparação ao gráfico de Gantt, é o facto da PERT/CPM mostrar se existiu algum atraso em alguma actividade da rede, permitindo com facilidade a mudança de todos os envolvidos no projecto, depois de informados do ponto de situação, promovendo a recuperação.

Para Rand (2000) um dos problemas da PERT, é esta tratar da incerteza das tarefas da mesma forma, sendo elas pertencentes ao caminho crítico ou não.

Para Correia & Abreu (2011) os principais problemas da PERT/CPM são: Variabilidade da tarefa e pontos de convergência; alta variabilidade no caminho não-crítico; planeamento até uma data concreta em vez do início das tarefas com a conclusão das anteriores; aumento do tempo necessário para das tarefas; consumo precoce da folga existente; contenção de recursos; Variabilidade; Contenção de recursos e planeamento.

Entende-se também como sendo um problema da PERT/CPM, a forma como não considera as restrições resultantes dos conflitos da utilização dos recursos, dando origem a uma ineficaz utilização dos mesmos,

Os problemas identificados com a PERT/CPM, são um grande incentivo à procura de alternativas para a gestão de tempo nos projecto, e uma das alternativas que o permite é a Teoria das Restrições analisada nos próximos capítulos.

Capítulo 3. Teoria das restrições

3.1 Introdução

Segundo a teoria das restrições, quando é feita uma análise às diferentes vertentes de um projecto, consoante à interferência que têm no mesmo, podemos verificar que alguns elementos podem ser identificados como restrições. Restrições são todas aquelas tarefas que não são capazes de atender ao que lhes é exigido, acabando por ceder e colocar em causa toda uma sequência de acontecimentos e objectivos.

Fazendo a comparação com a figura 8 abaixo, o elo mais fraco é representado pelo posto de trabalho C - restrição- assim com o aumento da exigência requerida por todo o sistema, o posto C não será capaz de produzir mais, comprometendo o funcionamento de todo o conjunto.



Figura 8- Exemplo figurativo da Cadeia Crítica numa linha produtiva

Segundo Watson, Blackstone & Gardiner (2007) sempre que o aumento do nível de desempenho de um sistema, na tentativa de atender ao seu objectivo, seja impedido por um qualquer elemento, este elemento é uma restrição.

Para Levinson (2007) na teoria das restrições a capacidade de qualquer sistema produtivo é limitado pela capacidade do(s) recurso(s) restritivo(s), e só quando esses são melhorados é que se consegue melhorar o rendimento total.

Segundo Noreen, Smith e Mackey (1996), a gestão da restrição é simples e lógica; porém, Kim, Mabin, & Davies (2008) indicam que é importante caracterizar as restrições. Ainda, segundo os autores, essas restrições podem ser físicas ou políticas.

Para Fawcett e Pearson (1991), as restrições dividem-se como internas e externas. Segundo estes autores as restrições internas são aquelas que surgem de diferentes formas dentro dos locais de trabalho e referentes ao próprio pessoal e ao espaço de

produção. As externas são na sua maioria caracterizadas pelo mercado e completamente fora do controle da instituição.

Para Scheinkopf (1999), no geral, as restrições podem ser internas, como capacidade insuficiente de um recurso físico ou procedimentos organizacionais ineficazes ou políticos, ou externa, como por exemplo, a exigência inadequada para a empresa. Segundo o mesmo autor, projetar e implementar táticas e estratégias para superar estas limitações é a melhor alternativa para aumentar significativamente o desempenho de sistema.

Segundo Noreen, Smith e Mackey (1996), apesar de ser possível que a restrição esteja no mercado, dificilmente se encontra empresas/organizações em que isso aconteça.

Resumindo abaixo na tabela 5 é possível ver um resumo da caracterização das restrições

Tabela 5- Resumo da caracterização das restrições

Restrições		
Internas		Externas
Físicas	Políticas	Mercado
<p>Correspondem a elementos puramente físicos que comprometem a capacidade de um determinado sistema de produção.</p> <p>-Maquinaria e equipamentos, -Capacidade das instalações, -Matéria-prima, -Mão-de-obra / Recursos</p>	<p>Relacionadas com áreas práticas organizacionais em que normas, procedimentos e práticas usuais do passado permanecem inalterados.</p> <p>-Regulamentos -Procedimentos</p>	<p>Capacidade produtiva da organização é superior a requisitada pelo mercado</p> <p>- Procura do produto ou serviço</p>

Os autores Tenera & Abreu (2007) reforçam a visão da importância das restrições dizendo que a TOC pode ser considerada uma teoria prescritiva, desenvolvida com o objectivo de promover a melhoria do desempenho global, através da concentração de esforços na resolução da principal restrição de um qualquer sistema (numa única organização ou num conjunto de organizações), procurando ainda ser vista como uma filosofia de gestão onde o sistema é gerido numa perspectiva global (Abreu & Tenera, 2008).

Ao contrário do pensamento tradicional a TOC olha para as restrições sob um ponto de vista positivo, por serem determinantes no desempenho do sistema, e as suas melhorias promovem linearmente uma melhoria no todo do projecto (Pandit & Naik, 2006).

Assim toda a melhoria efectuada em não-restrições, não trata benefícios nada significativos, e apenas dificultará mais o principal objectivo final dos sistemas, na medida em que implicará investimentos desnecessários.

Para Ellis (2016), citando Goldratt no livro “A Meta”, de forma a ser compreendida a teoria das restrições, pode ser dado o exemplo de um grupo de alguns rapazes, numa longa caminhada, que é constantemente retardada por um dos alunos. Nessa história os líderes determinam que devem acelerar o ritmo de forma a acabar a caminhada o mais rápido possível e em seguida, tentar várias alternativas para tratar da velocidade do aluno mais lento, mas sem abordar o tema da restrição. Eles colocam esse aluno mais lento na frente da caminhada, acabando por criar um *bottleneck*²; Depois é colocado no final, onde a turma prossegue rapidamente, mas depois têm de parar para esperar pelo aluno quando este fica muito para trás. O sucesso é finalmente encontrado quando tomam consciência e abordam a restrição, e acabam por distribuir parte da carga que o aluno mais lento tinha, para ser carregada por todos dos alunos. Dessa forma todos começaram a andar a mesma velocidade.

² Ponto de estrangulamento ou restrição é uma designação do componente que limita o desempenho ou a capacidade de todo um sistema, que se diz ter um estrangulamento. Trata-se de uma derivação metafórica do gargalo de uma garrafa, na qual a velocidade de saída do líquido é limitada pela dimensão do gargalo.

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ponto_de_estrangulamento. Acedido a 16/10/2016.

A TOC pode ser sintetizada através de quatro componentes fundamentais: Estratégica; Operacional; Prescritiva; e Reflexiva, tal como apresentado na Figura 9. Na componente estratégica podem ser identificados os principais princípios e prescrições básicas da TOC e as suas ferramentas lógicas de análise e resolução de problemas e conflitos. Por sua vez a componente operacional pode ser dividida nas aplicações lógicas específicas e nas medidas de avaliação de desempenho.

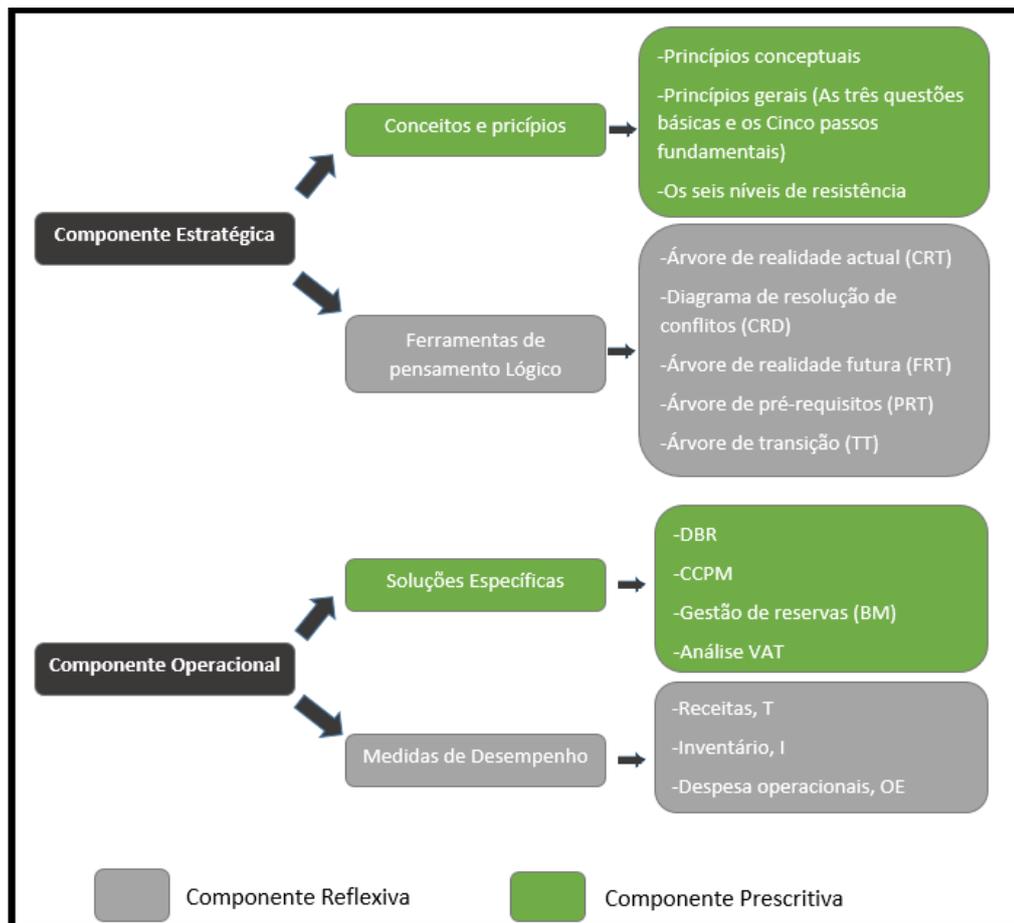


Figura 9- Resumo da TOC

Fonte: adaptado de (Tenera, 2006; Abreu & Tenera, 2008)

Algumas das componentes serão apresentadas nos capítulos seguintes, sendo que será analisada em maior detalhe, na componente operacional, a solução específica CCPM.

3.2 As 3 questões Básicas e os Cinco passos fundamentais

Três questões básicas

Segundo a TOC, para que qualquer melhoria ocorra é necessário promover e proceder a várias mudanças, e para tal as Três Questões Básicas a serem respondidas são as seguintes (figura 10):

- a) O que mudar? Ou seja, identificar onde se encontra a restrição ou o principal problema do sistema;
- b) Mudar para o quê? O que alterar na restrição e com que objetivos;
- c) Como mudar? Como implementar as alterações.

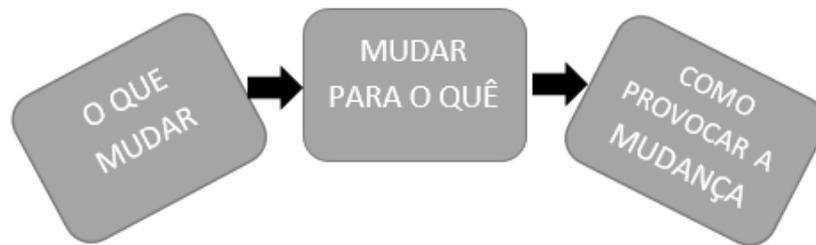


Figura 10- Três questões básicas

Cinco Passos fundamentais

Através da TOC podemos ditar que um sistema é caracterizado pela principal restrição, e a forma de melhorar todo o sistema, é melhorando a restrição. A TOC prescreve esse processo de melhoria continua baseado em cinco passos fundamentais (Leach, 2005):

1. Identificar a restrição
2. Explorar a restrição encontrada
3. Subordinar e sincronizar tudo à decisão anterior
4. Melhorar o desempenho da restrição
5. Se em qualquer um dos passos anteriores, a restrição principal for alterada, volte ao passo 1

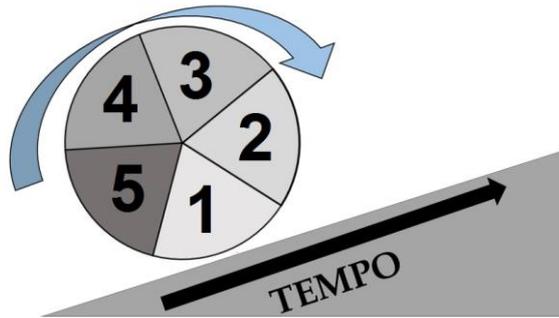


Figura 11- Cinco passos fundamentais

Tal como visível na figura 11, à medida que se avança no tempo, os 5 passos fundamentais vão-se sucedendo ininterruptamente de acordo com a descrição abaixo:

1. Identificar a restrição

Este primeiro passo consiste em identificar a restrição do sistema. Este passo parte do pressuposto da TOC de que a restrição limita a capacidade de gerar ganhos, pelo que todos os sistemas devem ter pelo menos uma restrição. A identificação da restrição pode ser executada com a contribuição dos gestores de produção que estão envolvidos no processo de produção em análise, executando uma análise crítica do processo.

Reid (2007) acredita que ao identificar o recurso restritivo do sistema, haverá consequentemente um aumento no desempenho de todo o sistema. Para o autor podem ocasionalmente existir duas ou mais restrições ao mesmo tempo, sendo que normalmente existe uma única restrição.

2. Explorar a restrição

Após identificada a restrição, torna-se necessário explorá-la e entendê-la melhor.

Para Reid (2007), o conceito de exploração consiste nas situações em que há uma restrição claramente identificada, em definir como é que é possível otimizar a capacidade da restrição. De acordo com o autor, a capacidade perdida na restrição é refletida num menor desempenho de todo o sistema.

Neste segundo passo é respondida à questão: “Como retirar o máximo proveito da restrição?”, ou seja, de como tornar a restrição o mais eficiente possível. Utilizando ao

máximo o potencial da actual restrição O aumento de capacidade gerado não pode recorrer a investimentos monetários.

3. Subordinar todo o sistema à decisão anterior

Neste passo está presente a ideia de que é o elemento restrição a determinar o ritmo de execução dos demais elementos não restritivos.

Segundo Smith (2000) esta é a tarefa mais difícil de realizar, pois requer, frequentemente, uma troca de paradigma no pensamento de gestão.

A aplicação da subordinação é fundamental, pois caso não seja aplicado este princípio de subordinação, o ritmo do processamento dos recursos não-restritivos será superior à capacidade da restrição.

É, portanto, relevante destacar que nesta fase a cadência de um sistema produtivo deve estar balanceado ao ritmo da restrição, recebendo suporte dos outros processos mesmo que signifique a perda de eficiência dos mesmos. A subordinação de todo o sistema à restrição estabelecerá o trabalho dos elementos não-restritivos, com o objectivo de proteger as decisões relativas à elevação da restrição nas operações.

4. Melhorar o desempenho da restrição

Neste passo, o foco é aumentar a capacidade do elemento restrição. Se a restrição for por exemplo uma máquina, esta pode ser substituída, ou pode ser colocado um recurso adicional em paralelo ao recurso restritivo, para dar apoio ao trabalho do mesmo

Na ótica de Schragenheim e Dettmer (2000), este passo é alcançado quando se aumenta a capacidade do recurso restritivo.

Segundo os autores Schragenheim & Dettmer (2001) e Reid (2007), os passos 2 e 3 não envolvem um investimento financeiro muito significativo. Contrariamente neste passo 4 é realizado um investimento de capital elevado, que permite elevar a capacidade restritiva, com o frequente adquirir de recursos ou de equipamentos. Ainda, segundo eles, no caso de a restrição estar no mercado, pode ser investido capital na projeção de estratégias de marketing especiais para elevar a produtividade de seus produtos e serviços.

Geralmente este passo aumenta a capacidade da restrição do sistema, melhorando significativamente o processamento de todo o sistema. No caso de ser o mercado a restrição, dever-se-á criar mecanismos que possibilitem um melhor atendimento das necessidades dos clientes.

De modo geral, quando a restrição é elevada, é também aumentado o trabalho dos demais postos de trabalho do sistema. Cabe desta feita aos gestores de produção encontrar a eficiência máxima no processo de trabalho da restrição, e desta forma alcançar melhores desempenhos com um reduzido consumo de recursos. Assim, poderão ser encontradas boas alternativas aos grandes investimentos financeiros exigidos na obtenção de novas máquinas, equipamentos e recursos.

5. Voltar ao primeiro passo e romper a inércia

Este passo parte do pressuposto que após elevada a restrição, o sistema não atingirá o seu máximo desempenho porque surgirá outra restrição no processo produtivo.

Assim que for detectada nova restrição deverão ser repetidos todos os passos anteriores.

Reid (2007) afirma que se for eliminada a restrição actual, resultará desta acção um novo local para a restrição de sistema e assim, é necessário voltar ao primeiro passo e identificar a nova restrição.

Mabin e Davies citado por Kim et al.(2008) destacam que prevenir a inércia significa examinar a configuração do novo sistema, assegurando que as mudanças implementadas permaneçam e procurando sempre novas restrições.

Desta forma é este passo que permite que este seja um sistema para melhoria continua.

3.3 Processo de Reflexão

A TOC procura também tratar estas restrições através do Processo de Reflexão (Thinking Process). Fazem parte deste processo um conjunto de ferramentas, que utilizadas em conjunto ou individualmente permitem desde a identificação de problemas base, à determinação de soluções e conseqüente à superação dos obstáculos com implantação da solução (Cox & Schleier, 2010).

Segundo Mabin (1990) da mesma forma como os cinco passos fundamentais se concentram na restrição, o Processo de Reflexão foca-se nos factores que estão a impedir o sistema de alcançar os seus objectivos. A forma como o Processo de Reflexão se concentra nesses factores é identificando inicialmente os sintomas do sistema, que fornecem evidências de que o mesmo não está a funcionar tão bem quanto o desejado. A partir daí, são utilizadas as ferramentas lógicas da TOC, para deduzir quais são as causas, o que é necessário fazer para as corrigir e como é que essas acções correctivas podem ser implementadas.

Segundo Cox & Schleier (2010), o Processo de Reflexão é formado, entre outras, por cinco ferramentas logicas que visam responder às Três Questões Básicas identificadas anteriormente. Na tabela 6 é feita a relação entre a ferramenta lógica a utilizar para cada questão: O que mudar?, Mudar para o quê?, e Como mudar? (figura 10).

Tabela 6- Cinco ferramentas lógicas

Três questões Básicas	Ferramenta
O que mudar?	Árvore da Realidade Actual (ARA)
Mudar para o quê?	Diagrama de Resolução de Conflitos (DRC) Árvore da Realidade Futura (ARF)
Como mudar?	Árvore dos Pré-Requisitos (APR) Árvore de Transição (AT)

Fonte: Adaptado de (Dettmer, 1997; Cox & Schleier, 2010)

Ferramentas Lógicas

- **Árvore de realidade actual (ARA)**

Para identificar um problema e descobrir o que tem de ser alterado e utilizadas a ARA. Esta procura responder à questão “o que mudar”? e corresponde ao primeiro dos cinco passos da TOC, identificação da restrição do sistema. Inicia-se com a análise dos sintomas negativos evidenciados no sistema. Tais sintomas são denominados efeitos indesejáveis (EIs) (Cox & Schleier, 2010).

Resumindo, a ARA pode ser entendida como um conjunto de relações causa-efeito que visa identificar os tais EIs, procurando encontrar e objetivar a localização da causa (problema-raiz).

A ARA é um diagrama que, através de conexões de causa e efeito, interliga todos os sintomas do sistema, permitindo encontrar a restrição (Wanderley & Cogan, 2012).

Para Dettmer (2007) a ARA é projetada para se atender vários objetivos, como promover as bases para análise de sistemas complexos, identificar os EIs no sistema, relacionar os EIs com as causas-raiz por meio de cadeias lógicas de causa-efeito e identificar um problema -raiz que eventualmente produza 70% ou mais dos EIs.

- **Diagrama Resolução de Conflitos (DRC) e Árvore de Realidade Futura (ARF)**

O Diagrama Resolução de Conflitos (DRC) é uma ferramenta utilizada para responder à pergunta “Mudar para o quê?”.

Nesta ferramenta são identificados os pressupostos que fazem parecer o objetivo inalcançável, verificando se a solução proposta obterá o resultado de transformar os EIs em efeitos desejáveis (EDs). É portanto uma ferramenta de previsão que fornece uma ideia do que ocorrerá futuramente (Dettmer, 2007).

Para Oenning, Neto, & Vasata (2008) o DRC é um processo que se utiliza para identificação do conflito para que, possam ser alcançados os objetivos, verificando-se que por vezes não é possível uma solução sem a existência de dificuldades.

Na figura 12 é possível verificar a construção genérica de um DRC, que poderá ser aplicado a diferentes realidades.

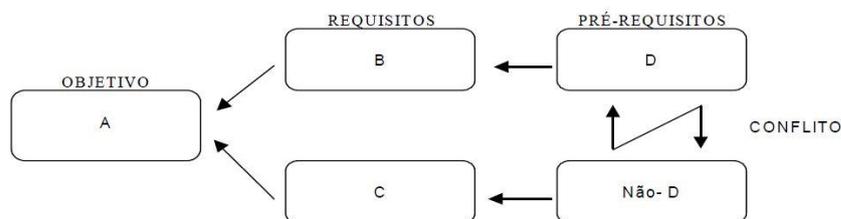


Figura 12- Genérico do DRC

Percebe-se pelo DRC que para ser possível alcançar o objectivo A, é necessário preencher os requisitos B e C. Para o requisito B é necessário o pré-requisito D. Porém para o requisito C é necessário o pré-requisito não-D. Este é uma negação, ou o inverso do requisito D. Dessa forma fica estabelecido um conflito que é necessário quebrar.

O DRC serve para visualizar se existe efectivamente um conflito que não permita ao sistema alcançar o objectivo e desta forma torna-se possível defini-lo claramente.

Uma característica deste método é a procura de soluções alternativas que sejam inovadoras e capazes de quebrar os *trade-offs*³(Oenning et al., 2008). Essas soluções devem ser simples e criativas, introduzindo elementos novos, capazes de invalidar os pressupostos existentes.

Temos depois a *Árvore de Realidade Futura*, sendo esta uma ferramenta que vai complementar a DRC, com o objectivo de responder à questão “Para o que mudar?”.

Para a construção da ARF o ponto de partida é a solução encontrada para o DRC, que por uma lógica de causa-efeito se liga aos EDs e desta forma anular as EIs .

Para Tenera (2006) a ARF identifica as alterações a realizar e providência os meios necessários para a sustentabilidade do novo sistema.

- **Árvore dos Pré-Requisitos (APR) e Árvore de transição (AT)**

A APR é a ferramenta utilizada para começar o processo de resposta à pergunta de “como provocar a mudança”.

A APR permite a identificação das dificuldades e dos obstáculos ao ensaio da solução encontrada com a ARF, possibilitando seja verificada a sua executabilidade.

³ É uma expressão em inglês que significa o acto de escolher algo em detrimento de outra coisa. Muitas vezes a sua tradução à letra é “perde-e-ganha”. Implica um conflito de escolha e uma conseqüente relação de compromisso, porque a escolha implica não usufruir dos benefícios do que não é escolhido. Quem faz a escolha deve conhecer muito bem todos os lados positivos e negativos. Estamos perante um cenário de *trade-off* quando é preciso sacrificar alguma coisa para obter uma vantagem maior, o que muitas vezes causa sum dilema. Fonte: <https://www.significados.com/trade-off/> Acedido a 05/01/2017

De acordo com Cogan (2007) todas as pessoas envolvidas na aplicação da solução encontrada na ARF, devem ajudar na construção da APR de forma a identificar os obstáculos de uma forma mais rápida e eficaz.

A APR é complementada pela Árvore de transição (AT), que procura definir e providenciar instruções claras de acção para atingir os objectivos especificados na APR. Para Dettmer (2007) trata-se de uma ferramenta de ensaio que combina acções específicas com a realidade existente para produzir novos efeitos.

Para Tenera (2006), a AT especifica assim a acção, a razão da mesma, a sequência de execução e o resultado esperado.

3.4 Tambor/reserva/corda

O método de planeamento conhecido como Tambor, Reserva, Corda (*DBR – Drum-Buffer⁴-Rope*) está diretamente relacionado com a área da produção. Foi desenvolvido por Goldratt e Cox (1992) em meados da década de 1980 e passou a ser um importante método na gestão da produção.

Para Tenera & Abreu (2007) a DBR é a aplicação da TOC particularmente direccionada para o planeamento da produção, promovendo a introdução de reservas específicas pontuais nos sistemas produtivos e a sincronização dos fluxos através de mecanismos de alerta.

Todas as linhas de produção têm dois pontos em comum: ponto de início, que se pode analisar como sendo o local de entrada de materiais; Ponto final, que podemos definir genericamente como o local de saída do produto finalizados. Entre esses dois locais, verificam-se as diversas operações responsáveis pelo processo produtivo.

Basicamente DBR é estruturado pelos mecanismos: Tambor (T), Reserva (R) e Corda (C). O tambor é responsável por definir o ritmo de produção e de todos os demais processos subordinados (Luchese et al., 2016).

⁴ - Ferramenta entendida como uma reserva de tempo ou material que absorve e permite as variações e instabilidades num projecto.

Este método torna a complexidade do percurso percorrido pelo material mais compreensível; reduz o número de recursos que devem ser planeados; alerta para possível interrupção do planeamento; fornece orientação para melhorias e direcciona a atenção somente para os recursos críticos (Luchese et al., 2016).

Souza (2006) informa que de forma a maximizar e fazer a gestão de uma determinada linha de produção, pode ser utilizada a DBR. O mesmo autor sugere que a DBR é um desenvolvimento dos 5 passos fundamentais TOC, mais especificamente para utilização em restrições físicas existentes nas variadas linhas de produção.

3.4.1 Tambor

O posto de trabalho na linha de produção que é caracterizado como *bottleneck*, é identificado como tambor, sendo este a principal restrição. O nome tambor dá a ideia de ritmo (Luchese et al., 2016), e desta forma o ritmo de produção será determinado pelo posto *bottleneck*.

Este posto é, de todas das etapas, o que tem menor capacidade e por isto, a capacidade de todo o processo produtivo será determinado por este posto.

Para Pandit e Naik (2006) cada sistema de produção precisa de alguns postos de controlo ou pontos para controlar o fluxo de produto através do sistema, e segundo a Teoria das Restrições o melhor lugar para esse controlo está no *bottleneck*, e é chamado de tambor.

No caso dos postos de trabalho anteriores ao posto tambor, estarem a produzir muito mais do que este consegue processar, dado ser o posto *bottleneck* e portanto ter menor capacidade, serão criados *stocks* desnecessários na cadeia produtiva.

Por outro lado, para os postos de trabalho posteriores ao posto *bottleneck* (a jusante), trabalhar num ritmo menor que o do posto *bottleneck* significará reduzir a taxa de produção em relação ao posto *bottleneck* e, conseqüentemente reduzir a taxa de produção do sistema como um todo.

Outros autores como Chakravorty e Atwater (2005), focam o posto tambor na informação proveniente das exigências do mercado/procura. Para os autores, quando a capacidade da produção é baixa, a quantidade de produtos a produzir, não deverá ser maior do que a quantidade que está a ser vendida.

3.4.2 Reserva

No caso de faltar material no posto tambor (*bottleneck*), existe uma paragem na produção deste posto, e conseqüentemente a produção de toda a linha de produção é afectada, podendo até parar na sua totalidade. Para evitar que ocorram estas situações, o posto *bottleneck* deverá trabalhar com a existência de um *stock* de produtos.

O custo resultante da existência desde *stock* é admitido, pois permite o máximo aproveitamento do posto *bottleneck*. A este *stock* é dado o nome de reserva.

A reserva é fundamental por evitar paragens ao posto de trabalho *bottleneck*, no caso de existir algum imprevisto ou atraso nas etapas anteriores.

A gestão da reserva na linha de produção torna-se extremamente relevante, porque se a reserva for demasiado elevada, vai ser aumentado o *stock* e, conseqüentemente, as despesas operacionais e de logística. Por outro lado, se for demasiado pequena, qualquer problema ou instabilidade na linha antes do posto restritivo poderá fazer esse mesmo posto parar, provocando atrasos e danos financeiros em todo o sistema de produção.

Verificando que cada um dos postos de trabalho após o tambor consegue operar a uma velocidade maior do que a média em que de trabalho que este consegue libertar para o sistema, os *stocks* à frente da reserva são geralmente mínimos (Giuntini, Giorgi, Pizolato, & Xavier, 2014).

Resumindo, a gestão da reserva é o que permite a existência de pequenas interrupções na linha de produção, mas sempre com a garantia de cumprimento das datas da entrega dos produtos.

3.4.3 Corda

A corda é a maneira pela qual o tambor, definido acima como o posto *bottleneck*, dita o ritmo da produção, conectando a reserva, ou o *stock* de abastecimento do posto *bottleneck*, às operações da linha de produção.

Assim que a reserva estiver vazia, os postos de trabalho antes do mesmo devem produzir os produtos para a reabastecer. Quando o *stock* dessa reserva estiver

preenchido, as operações anteriores são interrompidas, de forma que não exista produção em excesso, acima do que o posto restritivo é capaz de processar. Já a corda irá “puxar” a produção para abastecer a reserva, sempre ao ritmo do tambor.

Quando a corda permite ao sistema estar protegido, uma vez que a reserva entre o elemento restritivo e o ponto de entrada de materiais está equilibrado.

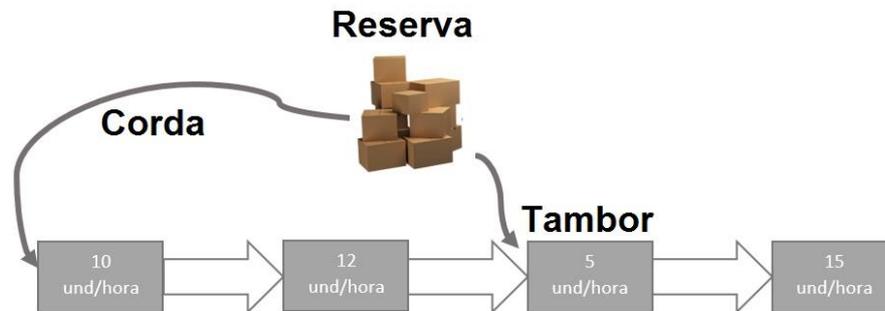


Figura 13- Tambor-reserva-corda

Na figura 13 é possível verificar que o Tambor, ou tarefa restritiva, determina o ritmo da produção de todo o sistema. Na mesma figura visualiza-se o propósito da corda, sendo este o de assegurar que todas as não-restrições estejam sincronizadas com o ritmo do tambor, promovendo a existência de uma reserva adequada.

3.5 Medidas de desempenho

Na TOC a forma de verificar e avaliar o desempenho de uma organização, é a utilização do sistema desenvolvido por Goldratt de medidas de desempenho.

É um sistema próprio de contabilidade de ganhos que fornece informações para tomar decisões com intuito de aumentar o desempenho do sistema de acordo com o objectivo definido (Gupta et al. ,2010).

As três medidas do sistema são: Receitas (T), Investimento (I) e Despesas Operacionais (OE) (Tenera, 2006):

Receitas (T) - Entende-se pelo dinheiro gerado a partir das vendas por unidade de tempo. Quanto mais produtos vendidos, maior será o T.

Investimento (I) – Representa o capital investido na organização e que permite aos sistemas gerar receitas. Inclui todos os equipamentos, instalações e matérias (Gupta et al., 2010).

Despesas operacionais (OE) – É o que permite as condições criadas pelo investimento que produzam de forma a gerar receitas. É o que permite ao sistema manter o seu funcionamento como por exemplo os recursos humanos.

O ideal para uma organização deve ser aumentar o seu T enquanto simultaneamente reduz o I as OE .

A TOC, ao contrário das metodologias tradicionais, na tentativa de melhorar o processo de produção, concentra a atenção no T , em vez que promover uma redução das OE . Desta forma T é a medida mais importante e a OE a menos importante. A justificação desta hierarquia de importâncias deve-se ao facto dos benefícios trazidos pela redução do I e do OE terem um limite, enquanto o aumento de vendas, e portanto o T , pode ser teoricamente ilimitado.

As medidas Globais gerais podem ser definidas como (Tenera, 2006):

$$\text{Lucro Líquido (LL)} = T - OE$$

$$\text{Rentabilidade do Investimento (ROI)} = \frac{T - OE}{I}$$

$$\text{Cash-Flow (CF)} = T - OE \pm \Delta I$$

A alteração de qualquer das medidas de desempenho (T , OE , I), implicará uma alteração directa nas medidas globais (LL, ROI, CF).

Capítulo 4. Aplicação da teoria das restrições à gestão de projectos

4.1 Cadeia Crítica

Fora do contexto industrial de Projectos, a melhor ferramenta a utilizar para aplicação da TOC e da Gestão de Projectos pela Cadeia Crítica (CCPM ou “Critical Chain Project Management”). Foi Goldratt que apresentou as potencialidades da ferramenta para que esta fosse utilizada no planeamento e controlo de projectos. É por isso muito utilizada num ambiente de gestão de projectos.

Para a utilização do método da Gestão de Projectos pela CCPM nos projectos, entende-se como principal restrição do sistema o tempo necessário para conclusão dentro do prazo estipulado com os recursos disponíveis, com mais ganhos no presente e no futuro.

A ferramenta tem como principal objectivo ajudar na resolução de problemas e conflitos que podem surgir na gestão de projectos, aproveitando de melhor forma os recursos e consequentemente possibilitar o aumento de lucros.

Goldratt, ao longo de sua vida profissional, sublinhou que as situações complexas e caóticas podem, por vezes, ser tratadas com a abordagem simples dos cinco passos fundamentais (detalhados primeiro por Goldratt e Cox, 1984 em A meta);

Para Leach (2005), esta abordagem dos cinco passos fundamentais (capítulo 3.2) também pode ser aplicada em gestão de projectos sabendo-se que o primeiro passo é a identificação da principal restrição.

Para Silva, Rodrigues, e Lacerda (2012), a Cadeia Crítica diverge do Caminho Crítico porque na CC existe contenção de recursos. Desta forma, na CCPM elimina-se a existência da multitarefa, não tendo o mesmo recurso, duas tarefas planeadas para executar na mesma altura. A multitarefa será abordada mais à frente neste capítulo 4.

Este método oferece novas formas de estimar o tempo, de organização das actividades, de monitoração do projecto e de construção da rede de tarefas.

A CCPM propõe diferenças na forma como se relacionam as tarefas, em que se olha principalmente para todo o sistema e só depois para as tarefas individuais, tendo em consideração dependência dos recursos e não apenas da duração das tarefas no cálculo da estimativa de prazo de execução do projecto.

O método requer alguma flexibilidade nas horas de início das tarefas e a alternância rápida entre estas (sem que o recurso trabalhe em mais de uma tarefa simultaneamente) para manter o projecto dentro do prazo acordado (Izmailov, Korneva, & Kozhemiakin, 2016).

A figura 14 abaixo representa a árvore de conflitos apresentada por Goldratt, de acordo com o problema da gestão do tempo nos projectos.

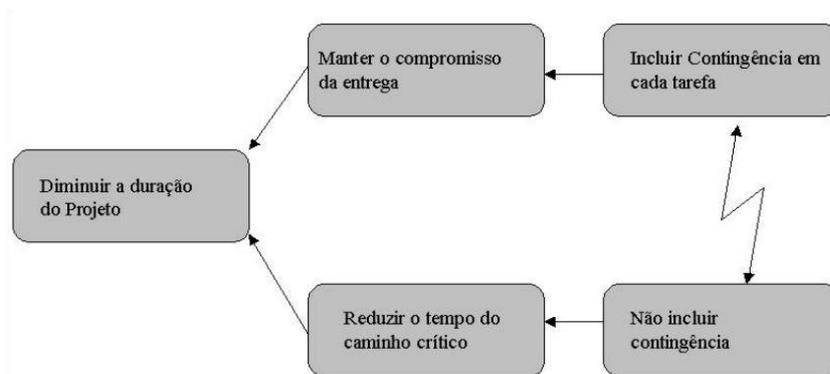


Figura 14- Árvore de representação de conflitos com prazos

Fonte: Quelhas & Barcaui(2004) com base na representação de conflitos de Goldratt

À partida todas as tarefas têm uma duração máxima imprevisível, mas a sua duração mínima nunca poderá ser nula. Assim não é possível o compromisso de que a tarefa se concluirá num determinado tempo sendo a estimativa para a sua conclusão variável, apresentando uma análise cuidada para o tempo que será realmente necessário.

O aumento individual do tempo das tarefas, multiplicado por todas as actividades do num projecto, resulta num óbvio aumento desnecessário do tempo de execução.

Para Izmailov, Korneva, & Kozhemiakin (2016) a CCPM não se concentra na duração das tarefas em separado, mas concentra-se na única data importante - a data de conclusão do projecto.

4.1.1 Estimativas temporais

Uma das ideias implementadas na gestão de projectos tradicional é de que cada tarefa deverá ter associada a si uma margem de segurança. Dessa forma verifica-se que, em função das responsabilidades futuras e de maiores níveis de comodidade, as estimativas de tempo acabam por serem demasiado superestimadas.

No método CCPM, as durações alvo das actividades são baseadas em 50% de probabilidade, enquanto outros métodos tradicionalmente utilizados utilizam 90% (Larson & Gray, 2011).

Desta forma a Cadeia Crítica, que é o caminho mais longo da rede, considerando a dependência das actividades e dos recursos, apresenta também durações das actividades drasticamente reduzidas quando em comparação com o caminho crítico dos métodos tradicionais.

O método requer a utilização de recursos dedicados ao projecto, pois a produtividade dos recursos deverá ser a maior possível, sem interrupções durante o período de execução da actividade, com exceção dos dias não trabalhados.

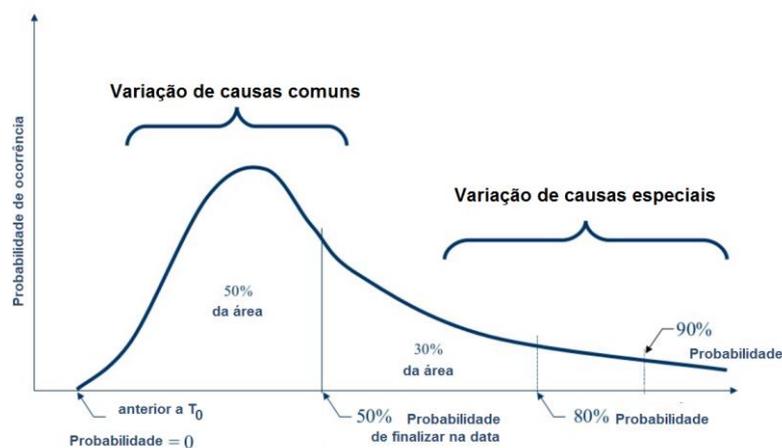


Figura 15- Gráfico de distribuição de probabilidades da duração das tarefas

Fonte: Adaptado de Goldratt (1997)

Como indica (Quelhas & Barcaui, 2004), a CCPM funciona com a diminuição agressiva na estimativa de tempo de cada tarefa, mas nunca ao ponto do responsável pela execução da tarefa achar que é impossível. Assim normalmente obtém-se

estimativas baseadas nas modas da duração de uma tarefa, em vez de estimativas com margens de segurança na ordem dos 90%, tal como visível na figura 15.

Da figura 15 conclui-se que a função da gestão de projecto é melhorar o sistema evitando dois erros (Leach, 2005):

Erro 1 - Tratar a variação de uma causa comum como se fosse uma variação de causa especial;

Erro 2 - Tratar a variação de causa especial como se fosse uma variação de causa comum.

Pode-se dizer que a CCPM é um método que tem o objectivo de criar um planeamento com prazos fortemente reduzidos, através de estimativas reduzidas de tempo das actividades e da criação de reservas. Assim as vantagens do Método da CCPM, estão relacionadas com comportamento humano, além da redução do tempo do cronograma. Ao estabelecer o início "o mais cedo possível", as estimativas reduzidas e a definição de "recurso dedicado ao projecto" levam a que os participantes tentem alcançar os objectivos com maior dedicação e produtividade, desta forma é mesmo possível obter níveis de excelência na execução das tarefas.

4.1.2 Limitações nos ambientes tradicionais

Com a maioria dos casos, nos planeamentos utilizados tradicionalmente, a rondar cerca de 90 % de certeza para os tempos previstos de conclusão das tarefas, é então necessário refletir sobre as possíveis causas para que mesmo assim não sejam cumpridos os prazos.

Para além dos problemas que podem surgir no decorrer de uma projecto, a natureza humana é também um causador de constantes atrasos, uma vez que a tendência do comportamento humano é executar a tarefa, o mais lentamente possível, até tudo ficar afinado e pormenorizado, e portanto seja qual for a tarefa, será sempre executada no maior tempo disponível, não interessando prazo que lhe for concedido.

Para Goldratt (1997) e para Ghaffari & Margaret W. (2015) os problemas com os métodos tradicionais face à perspectiva da CCPM são: estimativas dos tempos das tarefas com base em 90% de probabilidade de certeza, síndrome do estudante, a lei de

Parkinson, a lei de Murphy⁵, das das tarefas, falhas em relatar conclusões precoces nas tarefas e a multitarefa dos recursos.

De forma a explicar os constantes atrasos dos projectos em ambientes tradicionais, analisam-se os principais problemas/comportamentos acima identificados:

Atraso de tarefas e desperdício de folgas

O atraso nas tarefas é um ponto inevitável, sendo que é a característica humana demorar mais tempo na execução das actividades do que é absolutamente necessário.

Quanto às folgas, estas podem existir em dois caminhos diferentes. Os sequenciais e os paralelos.

Nos caminhos sequenciais sempre que duas tarefas de recursos diferentes estão interligadas entre si pela relação (*finish-to-start*), e a primeira tarefa se atrasa 1 dia, implica o atraso de um dia no início da tarefa seguinte. Mas caso a primeira tarefa seja finalizada 1 dia antes, a tarefa seguinte não vai começar 1 dia mais cedo, pois tradicionalmente o recurso não está preparado para a execução da tarefa mais cedo do que o previsto, sendo desta forma criado 1 dia de folga entre elas. Essa folga acaba por não ser aproveitada.

Na figura 16 infra vemos caminhos paralelos em que se encontram 3 tarefas que são antecessora a uma outra tarefa D. Essas tarefas têm todos 5 dias. Caso duas antecipem a sua finalização em 3 dias e a outra se atrase 5 dias, a tarefa D apenas começará com a finalização da tarefa que atrasou. Assim as folgas criadas pela antecipação de duas tarefas são totalmente desperdiçadas.

⁵ O autor da lei foi o capitão da Força Aérea americana, Edward Murphy, que acabou por ser a primeira “vítima” da sua própria lei. Sendo um dos engenheiros envolvidos em variados projectos em aeronaves com prazos muito apertados, num dos equipamentos que construiu, e depois do mandar instalar todos os equipamentos, ao verificar a incorrecta instalação dos mesmos, formulou a lei que diz “ tudo o que pode correr mal, correrá”.

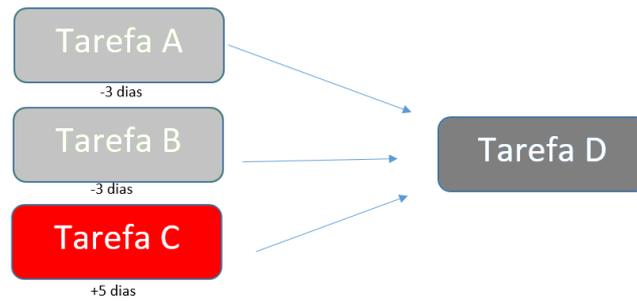


Figura 16- Desperdício de Folgas na rede

Lei de Parkinson

De forma simples a lei de Parkinson é a tendência em estender qualquer tarefa por todo o tempo que é dado como disponível. Desta forma a tarefa mesmo depois de completa, continua sempre em aperfeiçoamento, nunca sendo terminada antes da previsão planeada. "O trabalho expande-se de modo a preencher o tempo disponível para sua realização." Cyril Parkinson. Concordado com esta afirmação, Kazan e Region (2016) dizem que quando as pessoas têm mais tempo para completar a tarefa, na maior parte das vezes usam esse tempo para a "melhorar" ou "polir", mesmo que já tenha sido concluída. Para os mesmos autores, terminar o trabalho cedo é um desincentivo para as pessoas, isto porque terminando a tarefa muito antes do prazo indica aos responsáveis pela gestão que o planejamento era demasiado pessimista e que, pode ser realizada a tarefa muito mais rápido. Tal indicação leva a que o próximo planejamento de uma tarefa seja menor para reduzir a duração total do projecto, exigindo mais dos trabalhadores.

Segundo Kazan e Region (2016) se for adicionado o tempo de segurança a uma tarefa e este não ter esgotado, a tarefa não será na mesma concluída antes da hora planeada, mesmo que não haja quaisquer obstáculos a que isso aconteça.

A extensão do tempo necessário explicada acima leva-nos à frase, "se queres que algo seja feito, entrega-a a alguém ocupado", pois parece que as pessoas ocupadas são melhores na "gestão do tempo." Mesmo segundo Parkinson (1958) "O homem mais ocupado é o que tem mais tempo livre".

A CCPM como resposta à lei de Parkinson, passa por eliminar o máximo de marcos intermediários possíveis até à entrega final do projecto, passando esta data final a ser a única realmente importante.

Síndrome do estudante

A síndrome do estudante pode também ser entendida como procrastinação. A grande diferença é a razão para adiar o trabalho. Procrastinar é ser preguiçoso ou irresponsável. A Síndrome do Estudante é um mecanismo de defesa natural do ser humano. Neste último caso o trabalho é adiado até ao último momento possível, não por preguiça, mas pelo contrário, estamos muito empenhados e a trabalhar na finalização da tarefa, mas o seu início é que foi tardio.

Os recursos, por vezes, iniciam as tarefas mais tarde do que o planeado, como um aluno que espera até o último minuto para completar uma tarefa, em que inicialmente tinha o tempo necessário para a realizar. Esta tendência geral também existe em muitos dos recursos humanos envolvidos num projecto. Muitas vezes, as principais dificuldades em completar uma tarefa não são descobertas até que o recurso realmente a execute, o que normalmente acontece na última parte da execução das tarefas impossibilitando a conclusão da tarefa dentro da estimativa de tempo (Hartmann & Jansen, 2008).

O nome está diretamente relacionado com a forma como os estudantes lidam com os trabalhos académicos, uma vez que estes definem mal as prioridades iniciando os trabalhos sempre tardiamente.

Para Kazan e Region (2016) quando os executantes de uma tarefa estão ocupados, e estimam que a quantidade de tempo para executar a tarefa é mais do que suficiente, não têm uma razão real para começar e portanto, a maior parte do tempo de segurança incluído em cada tarefa é desperdiçado no início da sua execução. Na perspectiva dos mesmos autores, a síndrome do estudante contribui significativamente para o aumento dos atrasos nos projectos.

É sempre necessário contar com uma segurança para a eventualidade de surgirem problemas. No caso da síndrome do estudante essa segurança é logo colocada no início

da tarefa. Assim se existir um problema na fase de execução da tarefa, a segurança com a qual contávamos já não está disponível. (Figura 17).

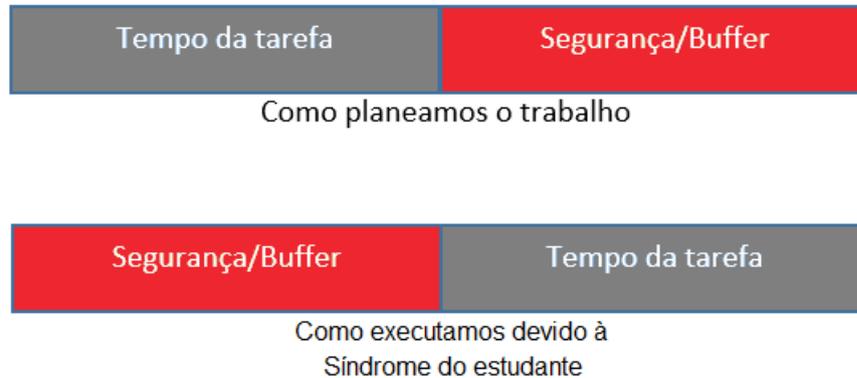


Figura 17- Ilustração síndrome do estudante

Multitarefa

Trata-se de uma consequência gerada pelo ambiente em que diversos projectos/tarefas estão a ser desenvolvidos paralelamente pelo mesmo recurso e que promove a alteração das suas prioridades com muita frequência, existindo sempre um alongamento da duração total do conjunto das tarefas em relação ao inicialmente planeado (Silva et al., 2012).

Aqui um dos principais factores é o tempo de raciocínio. Este entende-se pelo tempo necessário para o recurso alterar de uma tarefa para outra, passando a ser produtivo nessa outra tarefa.

Para tarefas como engenharia, programação e redação, esse tempo pode ser uma parte significativa do tempo total da tarefa quando se faz multitarefa. Para o trabalho manual isto pode incluir o tempo de ajuste da máquina, preparação das ferramentas e equipamentos apropriados e colocá-los de volta em seus lugares.

Na figura 18 é visível a comparação num ambiente multitarefa para um ambiente não multitarefa.

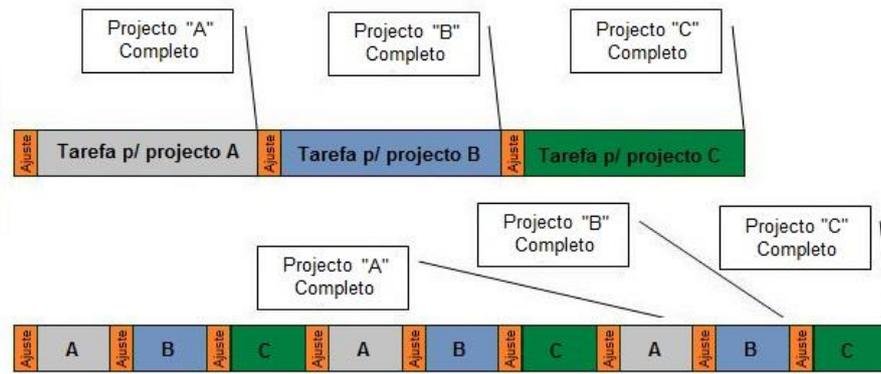


Figura 18- Multitarefa VS não Multitarefa

Na figura 18, é visível o encurtamento do prazo de finalização de um projecto sempre que são removidos os tempos de raciocínio ao máximo (identificado na imagem como tempo de ajuste à tarefa).

4.2 Ensaio da CCPM

A principal diferença entre o planeamento tradicional e o da CCPM é a forma como a incerteza é gerida. No planeamento de projectos tradicionais, a incerteza é gerida adicionando-se seguranças às durações das tarefas, iniciando tarefas o mais cedo possível, existindo multitarefa dos recursos e focando as datas de conclusão das tarefas. Enquanto no planeamento da CCPM, a incerteza é gerida pela definição de estimativas agressivas das durações das tarefas, com um planeamento dependente da não utilização da multitarefa dos recursos e planeando a partir da data em que se deseja concluir o projecto (Hartmann & Jansen, 2008)

4.2.1 Etapas do ensaio

Uma das grandes diferenças dos métodos convencionais de planeamento para o planeamento CCPM é a retirada das reservas inseridas em cada tarefa (capítulo 4.1.1), que passam a ser substituídos por uma reserva final. Tal alteração é visível na Figura 19.

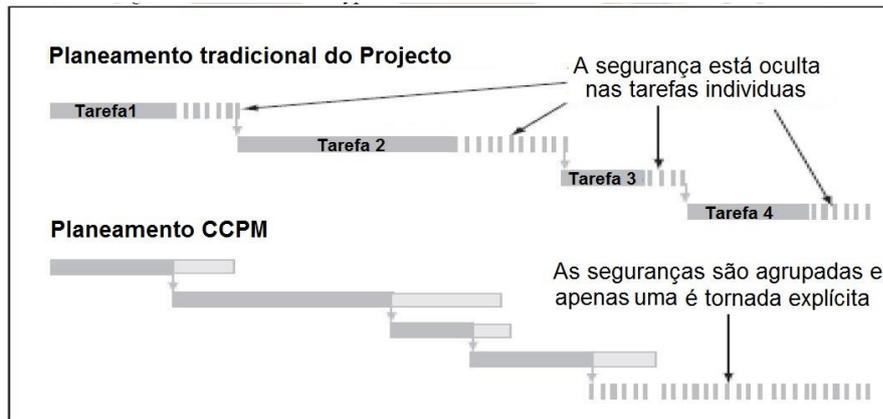


Figura 19- Planeamento convencional e planeamento CCPM

Fonte: Adaptado de (Chawan, Gaikwad, & Gosavi, 2012)

Na figura 19, a rede com planeamento CCPM fica com o mesmo tamanho que a rede do planeamento tradicional, mas nem sempre isso acontece.

Para a ensaio da CCPM são identificadas 6 etapas diferentes que serão explicadas abaixo.

Na figura 20 abaixo é visível uma rede construída da forma tradicional, que ao longo das etapas abaixo será transformada numa rede CCPM



Figura 20- Rede com segurança nas tarefas

1. Construção do diagrama inicial

O primeiro passo envolve criar uma nova rede de actividades, ou alterar a partir de uma rede existente, contendo os conceitos de começarem na data tarde (*late start*) e

duração das actividades seguirem o tempo mediano (em vez de utilizar o tempo mais provável).

Tal como dito no subcapítulo 4.1, a CCPM assenta numa base de estimativas temporais bastante reduzidas que as bases clássicas.

Segundo Izmailov et al. (2016) a construção do planeamento utilizando estimativas agressivas, é uma forma de reduzir os efeitos da lei de Parkinson.

Neste caso, foi feita a remoção padrão de 50% dos tempos necessário para cada tarefa.



Figura 21- Redução das tarefas e late start

2. Nivelamento dos recursos

Segundo Izmailov et al. (2016) no contexto CCPM, é necessário cuidar principalmente dos recursos relacionados às tarefas críticas, porque são os que afetam directamente o sucesso geral e a duração do projecto.

Ao contrário dos métodos convencionais, aqui não existe a sobreposição de tarefas que para a sua finalização necessitem do mesmo recurso. Caso isso seja verificado no projecto em questão, essas tarefas são colocadas de forma sequencial, para não repetir paralelamente a necessidade do recurso, eliminando-se os conflitos.

No caso da figura 22, o recurso Laranja e o recurso lilás teriam que estar a realizar duas actividades em paralelo. Sendo que este método entende esse facto como um conflito, este tem de ser eliminado, e assim a Cadeia crítica será definida como sendo o maior caminho através da rede, tendo em conta as dependências entre tarefas e também entre recursos. Esta análise de reestruturação do posicionamento quanto aos recursos é realizada a partir do final do projecto e voltar para trás, mas mantendo o comprimento para o mais curto possível, e portanto antes da identificação da Cadeia Crítica.

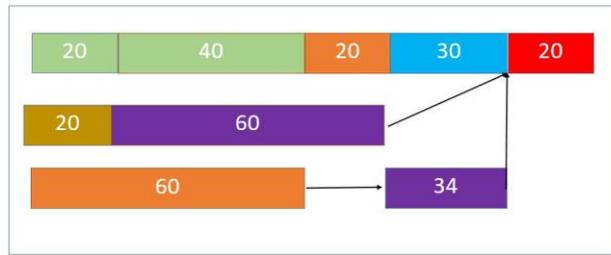


Figura 22- Rede sem simultaneidade de recursos

3. Identificar a cadeia crítica

Depois de criada esta nova rede, a Cadeia crítica deve ser identificada. A Cadeia é representada pelo maior caminho através da rede, considerando restrições de recursos e tarefas. Caso aconteça a utilização do mesmo recurso, a Cadeia Crítica deverá ser a que incluir essas tarefas, de forma sequenciada.

O resultado final deste passo encontra-se na Figura 23, onde a cadeia crítica está destacada mantendo a cor original e consiste na sequência de actividades que constitui a mais longa cadeia do projecto.

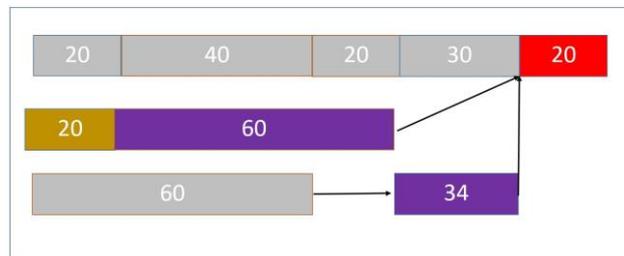


Figura 23- Encontrar a cadeia Crítica

Qualquer atraso que vier a ocorrer em qualquer uma dessas actividades poderá comprometer a data final de entrega do projecto, caso não seja comprovado esse atraso com uma redução dos tempos planeados nas tarefas seguidas da CC.

4. Definir e calcular buffer do projecto (PB)

Uma vez identificada a Cadeia crítica e a fim de evitar uma vulnerabilidade indesejável em relação ao tempo de duração do projecto, é inserido um *buffer* de projecto ao final da Cadeia crítica. Uma das possibilidades do tamanho deste *buffer* e a que foi utilizada neste exemplo, é 50 % do tempo de segurança que foi removido das actividades que

formam a cadeia crítica. O tamanho desse *buffer* pode ainda ser dimensionado utilizando o método da raiz quadrada da soma das raízes (SSQ) e o método que combina esses dois métodos.

O *buffer* de projecto é colocado no fim da cadeia crítica, estendendo a data de conclusão para além do ponto final da última tarefa.



Figura 24- Inserção da reserva de projecto (PB)

5. Calcular as reservas de alimentação (FB)

Quando existem caminhos que se ligam à cadeia crítica, estes são chamados caminhos não críticos. Caso estas tarefas se atrasem, também a data final do projecto pode ser afectada. Assim para além da inserção do PB, são inseridas também as chamadas reservas de alimentação FB's em cada caminho convergente com a cadeia Crítica. Por outras palavras, o que é requerido neste passo é a adicionar no final de cada caminho não crítico no ponto em que ele se une com a cadeia crítica, um *buffer* de alimentação – FB's. A fórmula do cálculo dos FB's a utilizar neste exemplo é equivalente à do PB, mas desta feita para o caminho não crítico.

Pode acontecer que esse caminho não crítico possua também uma tarefa crítica. Nesse caso essa tarefa não é contabilizada uma vez, que já foi utilizada para o cálculo do PB.

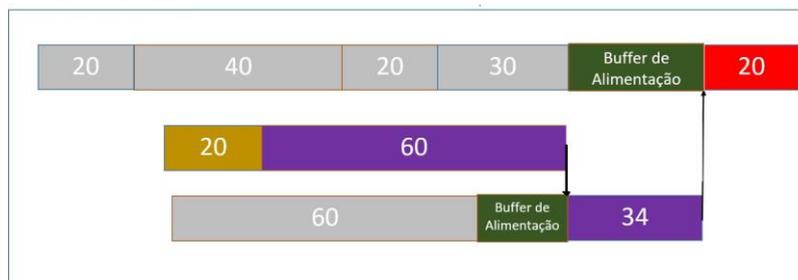


Figura 25- Inserção da reserva de alimentação (FB)

Neste exemplo o *buffer* de alimentação colocado no caminho não crítico de cima, estará parcialmente consumido logo à partida.

6. Comunicação, planeamento e análise

O início de cada tarefa deverá ser devidamente cumprida assim que a tarefa predecessora terminar, para isso a CCPM faz uso de notificações que informam o recurso da tarefa seguinte que a anterior irá ser concluída, com um prazo antecipado devendo receber também a informação que a tarefa que desempenhará faz parte da Cadeia Crítica. Servem também para alertar as primeiras tarefas, que não têm predecessoras, qual o momento para iniciar os trabalhos.

Izmailov et al. (2016) destaca a importância da utilização da vantagem da CCPM, em aproveitar uma conclusão precoce nas tarefas da cadeia crítica, para isso argumenta que os recursos devem ser avisados do ponto de situação do projecto, para a qualquer momento estejam pontos para começar a tarefa que lhes é correspondente, sendo que tal aviso pode ser dado com a utilização da reserva de recurso.

Verifica-se então que de forma a garantir que existe de facto este envio de informação, é necessário recorrer a Buffers específicos, são estes *Buffers* de recurso (RB). Tem como principal característica não possuírem quaisquer tempos ou prazo associado, existindo apenas por uma questão de informação.

A notificação deve possibilitar o tempo suficiente para que o recurso possa sair do seu trabalho actual e de se ordenar e preparar para começar noutra tarefa CC.

Com recurso a variadas reservas, sendo elas de recurso, alimentação e de projecto, como mostrado na figura 26 o planeamento ficaria mais resguardado, assegurando mais facilmente aquele que é a grande preocupação que é acabar o projecto dentro da data prometida.

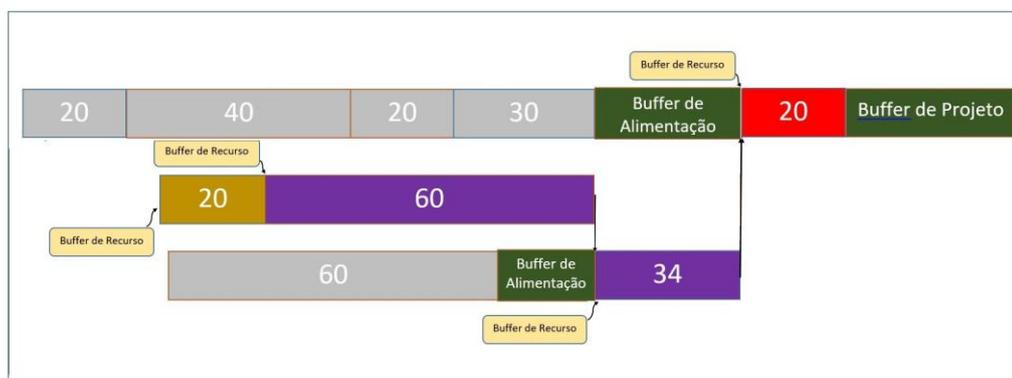


Figura 26- Planeamento completo

Tal como é visível depois da construção de todo o planeamento com recurso a CCPM, Izmailov et al.(2016) argumenta que a CC é uma sequência de tarefas, cuja duração afecta a duração total do projecto significando que a CCPM apenas se concentra na única data importante: a data de conclusão do projecto.

4.2.2 Gestão das reservas

Segundo Jacob & McClelland (2001) o controlo de todo o Projecto é realizado através da gestão dos *buffers* de projecto, que é na óptica do autor nada mais que um processo de gestão da segurança agregada que foi colocado entre a tarefa final da Cadeia Crítica e a data de conclusão do projecto.

Assim na CCPM, com o objectivo de proporcionar o atingir todas as metas, sendo pró-ativo durante o andamento do projecto, as reservas são frequentemente monitorizadas para garantir que a cadeia crítica do projecto tem a sua data de conclusão protegida. Este sistema é denominado Gestão de reservas (*buffer management*) e é a principal ferramenta de acompanhamento do desempenho do projecto em CCPM, servindo com base de sustento para gerir e medir o progresso do projecto.

Cada tarefa no planeamento CCPM tem na sua cadeia, crítica ou não crítica, a segurança num *buffer*, sendo este de alimentação, ou no caso de se tratar da cadeia crítica, de projecto. Durante a execução do projecto, se uma tarefa demora mais tempo do que o estimado, consumirá o *buffer* do respectivo caminho.

A gestão *buffers* ajuda a agir de forma pró-activa, identificando potenciais problemas muito mais cedo do que seria normal sendo usadas técnicas de gestão de projectos tradicionais.

A importância das reservas na monitorização, também é destacada por Patrick (2001), dizendo que as reservas introduzidas no planeamento CCPM da cadeia crítica não servem apenas para proteger a data final do projecto de forma estática, mas também para fornecerem uma visão contínua da saúde do projecto através dos impactos reais do ponto de situação no planeamento original.

Como dito acima é necessário ter, a cada momento, um actualizado ponto de situação acerca de todas as tarefas em execução. Tal pode ser conseguido recorrendo-se a um

frequente questionário aos responsáveis pela execução das tarefas, de qual o ponto de situação em termos do tempo necessário para conclusão da tarefa.

A informação acima dada pelo executante da tarefa, é o que permite calcular o ponto de situação das reservas. É feita uma soma do tempo decorrido a executar a tarefa, com o tempo necessário para a completar (informação do executante). Essa soma é comparada com o tempo estimado inicialmente. Se for maior que o inicialmente estimado, essa diferença deverá ser refletida no *buffer* que corresponde a essa tarefa, no caso de uma tarefa estar atrasada na Cadeia Crítica, esse tempo em excesso deverá ser retirado ao tempo da reserva de projecto.

Também em situações de cadeia não crítica, no caso de atraso de uma tarefa, esse tempo de excesso deverá ser subtraído ao *buffer* de alimentação da cadeia correspondente. Acontecendo esse atraso consumir totalmente o *buffer* de alimentação, o excedente desse *buffer* deverá ser diretamente retirada ao *buffer* de projecto, como se da Cadeia Crítica se trata-se.

As reservas são divididas em três regiões (verde, amarelo e vermelho), como se verifica na figura 27. Se o consumo da reserva se situa na zona verde, não é necessária nenhuma acção. Se o consumo entrar na zona amarela, o gestor e responsáveis do projecto devem avaliar o problema e pensar em possíveis acções a tomar. Se o *buffer* atingir a zona vermelha, devem ser tomadas as acções pensadas na zona amarela.

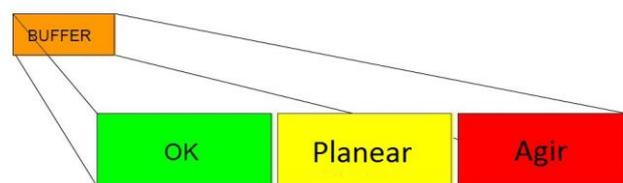


Figura 27- Zonas da reserva

Na figura 28 vemos a variação da reserva, com as três zonas e como se caracteriza qualitativamente essa variação.

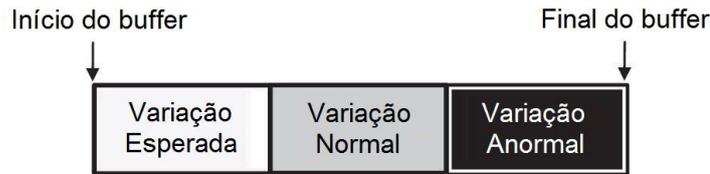


Figura 28- Áreas de variação da reserva

Fonte: Adaptado de Cox & Schleier, 2010

As duas medidas essenciais na análise do desempenho pela gestão das reservas são a percentagem da cadeia crítica concluída e a quantidade de *buffer* do projecto consumido. A relação entre a cadeia crítica concluída com a quantidade de *buffer* do projecto consumido é a medida para a gestão de acções apropriada. A gestão com base em cada zona das figuras 27 e 28 será mais abaixo analisada.

- **Zona Verde**

Como já foi indicado as reservas servem para proteger a data de conclusão dos projectos. Assim, caso não existam problemas demasiado notáveis e incontornáveis, as reservas não serão consumidas, sendo o projecto concluído dentro do tempo expectável e inicialmente previsto.

Para Tenera & Abreu (2007), nesta situação não existe necessidade de agir, uma vez que as reservas remanescentes são suficientes para o desenvolvimento do projecto, dentro das causas de variação previstas.

Como existem sempre alguns atrasos inerentes das próprias tarefas, é de esperar que parte das reservas sejam consumidas. Caso esse atraso se verifique apenas no consumo correspondente a zona verde do gráfico da figura 27, podemos assumir que nenhuma acção é necessária para corrigir o sistema nesse momento.

Tomar medidas correctivas quando não é exigida nenhuma acção, pode fazer perder tempo produtivo e deixar o objectivo de lado. Assim tentar melhorar numa situação dessas apenas servia para aumentar o atraso e o consumo de recursos.

- **Zona Amarela**

Segundo Deming (1986), existem dois tipos de variações em qualquer processo. As variações chamadas de “causa comum” e “variações causa especial”. Como nenhum processo é 100 % perfeito, os tempos das suas tarefas são incertos, e assim podemos dizer que sofrem sempre de variações de causa comum. A utilização do segundo terço de *buffer*, a zona amarela do gráfico da figura 27, deve-se na maioria dos casos a essa incerteza inerente às previsões da duração da tarefa. Para Deming (1986) é necessário nesta zona preparar medidas e acções para o caso de a reserva atingir o 3º terço do gráfico (zona vermelha).

A zona amarela é uma zona de prevenção, durante a qual devem ser desenvolvidos planos de contingência para serem colocados em prática, caso o consumo da reserva continue a exceder a utilização esperada e venha a atingir a zona vermelha.

Assim conclui-se que sendo a zona amarela pertencente a variações de causa comum, e a acção dos planos desenvolvidos não devem ser iniciados até que se verifique uma variação anormal (consumo da reserva na zona vermelha).

Esta parte amarela (variação normal/causa comum) é o tempo necessário para que o GP desenvolva um plano de acção a ser usado, preparando medidas preventivas, como por exemplo: o aumento de recurso ou execução de trabalho em horas extraordinárias, o que apesar de aumentar o custo momentâneo, vai possibilitar equilibrar a execução das tarefas e finalizar o projecto dentro dos prazos acordados.

- **Zona Vermelha**

Quando um projecto entra na zona vermelha, muito dificilmente será concluído dentro do prazo estipulado se não forem tomadas medidas correctivas, sendo que essas medidas dependem da natureza das causas e dos resultados que se pretendem atingir.

Se o *buffer* consumido entrar na zona vermelha (reserva da Figura 27), o projecto está numa situação em que pode não vir a cumprir as datas acordadas. O Gestor de Projecto deve então prepare-se para intervir. Os participantes do projecto devem reunir-se para discutir medidas correctivas imediatas que são necessárias para o projecto. As medidas correctivas devem já ter sido pensadas na zona amarela. Essa variação é a variação anormal e é resultado muitas vezes de um problema único.

Caso o *buffer* que entrou na zona vermelha tenha sido o *buffer* de alimentação, é necessário acompanhar o desenvolvimento do *buffer* de projecto, e nesse caso específico não é preciso existir intervenção nesse preciso momento. Ao contrário se for um *buffer* de projecto deverão ser tomadas medidas imediatas.

- **Gráfico de monitorização (*Fever Chart*)**

Para Hartmann & Jansen (2008) o *Fever chart* mostra a % *Buffer* consumido vs.% a CC completa, para um único projecto, ou conjunto deles. O mesmo autor indica que a finalidade da *Fever chart* é a possibilidade de obtenção instantânea do ponto de situação do projecto para o gestor de projecto, para o cliente, e para a equipa de projecto.

Portanto, assim que o planeamento for construído, temos três áreas de foco durante a execução: gestão das reservas, recuperação e o seu comportamento. Para cada ponto de extremidade do planeamento, há uma reserva de projecto e para cada reserva de projecto podemos verificar a existência de um *fever chart*⁶ (Bergland, 2016).

Uma das evoluções que surgiu foi a dos gráficos *fever charts*, que controlam a saúde do projecto. Tal gráfico pode ser visto na figura 29.

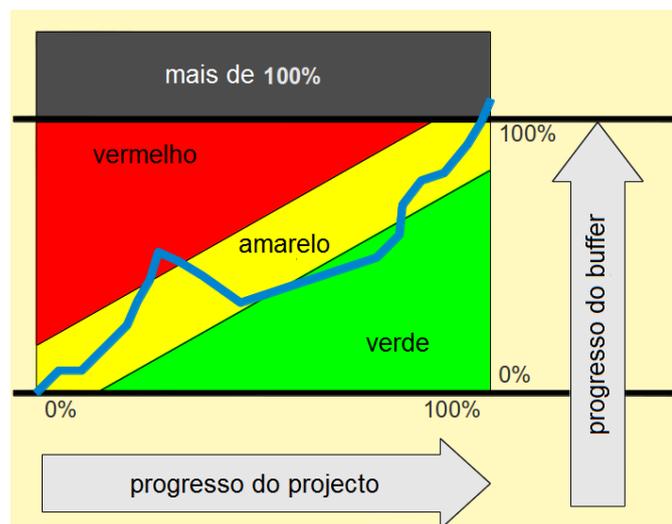


Figura 29- Exemplo de um *Fever chart*

⁶ Um *Fever Chart* é uma representação gráfica que mostra a mudança de uma variável ao longo do tempo. Fonte: <http://whatis.techtarget.com/definition/fever-chart> Acedido a 16/10/2016.

Na análise do gráfico vemos as várias áreas. Tal como a área vermelha no topo necessita de uma acção imediata. A área amarela no meio na diagonal representa a zona onde os planos devem ser feitos de modo a prevenir a zona vermelha. A área verde, onde as coisas estão bem-feitas, nenhuma acção deve ser tomada.

Estes indicadores tornam claro o estado do projecto, e permitem aferir o seu desempenho num intervalo de tempo recente, sem grande dificuldade, ou necessidade de quantidades massivas de informação. Assim basta apenas uma estimativa para a conclusão das actividades em curso tendo por base o consumo de tempo do *buffer* em análise. Uma gestão pouco atenta e rigorosa pode conduzir o projecto ao fracasso, porque é fundamental ter informação fidedigna e actual, para então ser possível intervir e prevenir. A qualquer momento do projecto, a disponibilidade de tempo no *buffer*, tem de ser superior à maior variação de tempo que uma actividade, do caminho a considerar, pode ter. Caso contrário, o projecto está em risco de sofrer uma alteração ao prazo final.

4.2.3 Alteração para o modelo CCPM

A alteração dos sistemas tradicionais de gestão de projecto pode trazer grandes dificuldades provenientes da resistência à mudança. Esta é uma conotação, que não é nada mais do que uma força que pode ocorrer, contraria ao sentido de alteração do sistema, de forma a não promover qualquer alteração.

Segundo os autores Lockyer e Gordon (2005) as mudanças no comportamento de gestão que são requeridas pela adoção de uma nova estrutura de gestão, são de grande abrangência, estendendo-se a toda a organização. Os autores afirmam que para garantir que as diferentes equipas de projecto, numa organização, se encontrem em sintonia e que, tanto os gestores de projecto, como os supervisores funcionais e os restantes executantes do projecto, tenham a mesma visão sobre a prioridade dos objectivos, deverá ser desenvolvida uma cultura corporativa. Também os autores identificam que tal cultura numa organização, não é um objectivo fácil nem rápido de

alcançar, mas a sua incorrecta ensaio pode dar origem a comportamentos inconsistente entre equipas e revelar dificuldades para toda a organização.

Segundo a definição de (Rose & Leach, 2001), a resistência é algo que impede tornar o conhecimento e a vontade numa acção concreta.

Segundo Goldratt (1999), as pessoas não resistem à mudança, resistem ao facto de serem mudadas. Esta resistência pode estar relacionada com fatores psicológicos e quanto maior for a segurança psicológica, menos o medo e a ansiedade e portanto mais propensas em assumir riscos e aceitar a mudança.

Goldratt (1999) argumenta que a resistência à mudança é uma manifestação psicológica dependente das experiências das pessoas. A origem é o pensamento de que toda a melhoria é uma mudança, mas nem toda a mudança é uma melhoria. Segundo esse mesmo autor, qualquer que seja a posição na hierarquia de uma empresa, todos devem dar ideias e propostas para melhoria da organização.

Esta partilha de ideias nem sempre é fácil visto que, como dito acima, existe sempre muita resistência à mudança. No caso de se tentar “Vender” as ideias do ensaio da TOC, na tentativa de mudança, esta pode ser completamente desgastante e/ou infrutífera, uma vez que implica visualizar os negócios através de uma abordagem em que as restrições de um sistema ditam diretamente os ganhos.

Resumindo o exposto, é recomendável o seguinte conjunto de medidas a utilizar para por em prática a CCPM (Izmailov et al., 2016):

- Explicar aos empreiteiros que têm de ser capazes de defender as suas estimativas com a normal pressão imposta pelo cliente e restantes participantes do projecto (stakeholders⁷).
- Tomar a duração das tarefas estimadas com 50% da cobertura de incerteza.
- Evitar a competição por recursos através de balanceamento de carga dos mesmos.

⁷ O *stakeholder* é uma pessoa ou um grupo, que legitima as acções de uma organização e que tem um papel direto ou indireto na gestão e resultados dessa mesma organização. Desta forma, um *stakeholder* pode ser afetado positivamente ou negativamente, dependendo das suas políticas e forma de atuação.

- Colocar o *buffer* do projecto no final do projecto para acumular o tempo de reserva (inicialmente cerca de 50% do valor crítico).
- Protege a Cadeia crítica da indisponibilidade de recursos, através de *buffers* de recurso.
- Calcular e organizar as reservas de alimentação para todos os caminhos não pertencentes às cadeias críticas
- Planear as tarefas que não dependem de quaisquer outras tarefas, o mais cedo possível. Isto irá assegurar a ausência do recurso em várias tarefas.
- Controlar e garantir o desempenho planeado dos recursos. Os Empreiteiros precisam de trabalhar nas tarefas tão rapidamente quanto possível e apresentar o ponto de situação do seu trabalho assim que este for concluído.
- Fornecer aos recursos as informações sobre a duração e o tempo estimado de início da tarefa, mas não sobre as fases de projecto global.
- Durante a execução do projecto, devera existir uma gestão ativa das reservas de alimentação, projecto e recursos para minimizar os possíveis atrasos das tarefas e manter uma realista data final prometida

4.2.4 *Software* CCPM

A CCPM pode ser utilizada de forma manual com recurso os passos acima descritos (capitulo 4.2.2), mas o pretendido neste trabalho será utilizar um *software* computadorizado que facilite todo o processo. Existem vários tipos de *software* mais ou menos detalhados em função do que se pretende desenvolver. Abaixo listam-se alguns:

- Aurora-CCPM by Stottler Henke: StottlerHenke.com/Products/Aurora-CCPM;
- CCPM+ by Advanced Projects: Advanced-projects.com;
- cc-Pulse & cc-MPulse by Spherical Angle: Sphericalangle.com;
- Concerto by Realization Technologies: Realization.com;
- ProChain Project Scheduling by ProChain Solutions, Inc: Prochain.com;

- PS8 by Sciforma: Sciforma.com (then use the Search function on the page for PS8).
- SYNCHRO 4D PRO 5 by: Synchronltd.com

Alguns dos *softwares* funcionam como uma extensão (*plug in*) ao conhecido *software* de programação Microsoft Projecto. O exemplo disso são CCPM+, cc-Pulse, Concerto & ProChain.

Sendo um tipo de utilização muito específica, não existem muitos comentários disponíveis que possam ser utilizados de forma a identificar qual o melhor *software* a utilizar.

Os *Softwares* de apoio à Teoria das Restrições foram analisados por Vampel (2011), que usando como referência o *software* tradicional de Gestão de Projectos MSProject, faz uma avaliação como especialista sobre os principais softwares de Cadeia Crítica (CCPM) disponíveis no mercado actualmente. Abaixo é possível verificar a análise feita os *softwares* encontrados:

Tabela 7- Softwares de planeamento

Soft ware	Funcionamento	Vantagens/Desvantagens	Versão
MS Project: Microsoft	Este é o mais conhecido <i>software</i> para desenvolver o planeamento de projectos, com diferentes ferramentas de controlo e monitorização dos projecto.	-Facilidade no funcionamento - muito intuitivo -Possibilita a integração com os diferentes softwares da Microsoft. -Não tem nenhuma ferramenta CCPM.	Versão 2016.
PS8: Sciforma	Para além de ser útil na gestão dos projectos é também uma ferramenta específica para a Cadeia crítica (CCPM).	-Menos intuitivo -Utilização em ambientes de multiprojecto. -Possibilita a emissão de relatórios e gráficos.	-Versão Demo disponível no site (www.sciforma.com) - custo da totalidade do software 1000 € por licença.

PROCHAIN: ProChain Solution	<p>Este <i>software</i> Prochain foi desenvolvido especificamente para trabalhar com Cadeia Crítica (CCPM).</p> <p>Este funciona como uma extensão (Plug-in) ao MS-Project, de modo a acrescentar uma barra de ferramentas com as funcionalidades para ensaio da Cadeia Crítica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Interface organizada e intuitiva com os Softwares Microsoft. -Relatório detalhado das reservas (PB e FB-Feeding Buffers). -Disponibiliza versão para multiprojecto. 	<ul style="list-style-type: none"> -Disponibiliza versões para multiprojecto (Pipeline) Versão integradora de todos os projectos (Enterprise). - O fabricante (www.prochain.com) pode disponibilizar uma versão estudante, consoante uma análise ao intuito da sua obtenção
CONCERTO: Realization	<p>Trata-se de um sistema que também funciona em adição ao MS Project, como um plug-in.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Relatórios bastante intuitivos, -Vários mecanismos de análise 	<p>Não é disponibilizada uma versão demo e apenas é permitida a venda se o cliente contratar a consultoria do fabricante e/ou de seus parceiros. (www.realization.com)</p>
CC-Pulse : Spherical Angle	<p>Este <i>software</i> é muito parecido nas suas funcionalidades com o Prochain, bem como seus relatórios e gráficos. Funciona também como um plug in do MS-Project</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Dificuldade na utilização Disponibilização de relatórios variados 	<ul style="list-style-type: none"> -Pode ser adquirido nas versões de único projecto (CC-Pulse) e multiprojecto (CC-MPulse).
CCPM+ : Advanced Project	<p>De todos os <i>softwares</i> o CCPM+ Funciona também como um <i>plug-in</i> ao MS-project</p> <p>O <i>software</i> inclui um arquivo de ajuda abrangente, explicando o processo CCPM e como usar melhor o software.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -É o mais intuitivo e mais simples de ser utilizado. -<i>fever chart</i> são muito básicos e limitados, -Apenas existe a versão para projectos únicos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Disponibilizada uma versão de avaliação de 60 e outra de 120 dias (estudantes). www.advancedprojects.com
SYNCHRO 4D PRO 5: Synchro Ltd.	<p>Este <i>software</i> é diferente de todos os outros.</p> <p>Funciona numa base chamada 4D, isto porque visualmente é possível verificar em animação 3D, em que ponto de situação se encontra o projecto de construção.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Não existe uma análise específica da CCPM. - Facilidades no entendimento do ponto de situação 	<p>Existe uma licença Demo do <i>software</i> disponível no site do fabricante de 30 dias. www.synchro4d.com</p>

4.3 CCPM VS Metodologias tradicionais

No que toca a gestão do tempo nos projectos e depois de apresentadas várias matérias nos capítulos anteriores, começando nas metodologias mais tradicionais até a metodologia com maior interesse neste trabalho (CCPM), é agora possível fazer uma comparação entre esses métodos.

No que toca a calendarização as metodologias clássicas calendarizam as actividades para se iniciarem o mais rápido possível (ASAP), com o objectivo de iniciarem e terminarem nas datas planeadas. Por outro lado, a CCPM implica que as tarefas iniciem tão cedo quanto necessário, e sendo assim, uma actividade é iniciada logo que a (s) predecessor (as) terminem e logo que o recurso fique disponível.

Já as estimativas de duração das actividades, PERT/CPM atribuem as tarefas durações médias e durações pessimistas, respectivamente, protegendo todas as actividades individualmente com tempo de segurança individual, embutido nas próprias tarefas. Por outro lado, a CCPM baseia o planeamento em durações mais optimistas, protegendo o projecto com uma reserva no final do projecto, e as cadeias não críticas com as reservas de alimentação comum a todas as tarefas.

Segundo Lechler, Ronen, & Stohr (2005) a CPM e a PERT não resolvem:

- Os conflitos de uso de recursos de forma explícita, considerando-os ilimitados;
- Simultaneidade de tarefas e consequentes problemas provenientes da multitarefa;

Esses problemas são combatidos com a CCPM, uma vez que possui procedimentos para a resolução dos conflitos no uso de recursos, minimizando a multiplicidade ou simultaneidade de tarefas ao exigir prioridades de execução para os recursos (Lechler et al., 2005).

Resumindo a exposição dos métodos de planeamento tradicionais e do método da TOC através da metodologia CCPM é possível concluir as seguintes vantagens da sua utilização:

- Maior controlo da evolução do projecto com a Gestão das reservas;
- O risco, stress e esforço são repartidos entre todas as actividades e recursos;
- O tempo de segurança é preservado e utilizado de forma adaptativa ao longo de todo o projecto tendo como foco o mais importante para o cliente: entrega dentro do planeado;
- Os gestores de projecto têm uma perspectiva mais agregada sobre todo o projecto

- Os recursos críticos e limitados possuem um calendário específico de utilização que é planeado com actividades críticas e não são sobrelotados com actividades não críticas que bloqueiam e atrasam as actividades críticas;
- Maximiza-se a utilização do recurso limitante, sendo o projecto gerido e implementado como um todo;
- Aproveita-se a possibilidade de conclusão precoce das actividades, uma vez que os recursos não estão limitados a uma data de início, permitindo entregas antecipadas.

Capítulo 5. Caso de estudo

5.1 Descrição do caso de estudo

Esse é um ambiente de projecto único no qual se insere diferentes tarefas, em desenvolvimento, que disputam e compartilham os recursos disponíveis. Assim como outras empresas.

Através da análise de um projecto já desenvolvido, sendo *a priori*⁸ conhecedor dos atrasos que foram ocorrendo no desenrolar do projecto, será feita uma alteração do método tradicional de planeamento (utilizado com projecto em estudo) para o da CCPM. O pretendido será analisar em que fases do projecto este entrou numa zona crítica e onde se deveria ter actuado de forma a promover de uma forma compensatória os atrasos sucessivos, verificando-se também em que situações nada se fez quando na realidade se devia ter actuado.

5.2 Introdução

O projecto em causa consiste de uma forma sucinta num EPC (Engineering, procurement, and construction management) para construção de 2 linhas/tubagem de aproveitamento de slops (desperdício de petróleo) na Refinaria de Sines.

Esse aproveitamento é feito através da inserção dos Slops na linha de crude principal à destilação atmosférica, promovendo a sua transformação em matéria vendível (gasóleos, gasolinas, jet, etc.).

Sendo um projecto inserido dentro do mercado de Oil&Gas, é necessário ter especial atenção, uma vez que segundo Mohamed A. El-Reedy (2016), são projecto que têm características especiais e que exigem uma técnica diferente na gestão de projectos.

⁸ Segundo o dicionário *online* da Porto Editora: “de acordo com princípios anteriores à experiência”. Fonte: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/a%20priori>
Acedido a 14/12/2016

As tubagens existentes de 6", de pequena dimensão, uma de Slops Pesados e outra de Slops ligeiros, têm de ser ligadas a uma tubagem de maior dimensão de 12", de onde resultará uma mistura de Slops que poderá ser aproveitada para voltar a entrar no processo de destilação misturada com crude novo (apenas pode ser injectado 20m³/h, ou seja, 10 de cada linha).

Neste processo será necessário instalar duas bombas para aumentar a pressão de forma a ser possível injectar na tubagem de 12". Desta forma é feito um By-Pass às bombas existentes que debitam 120m³/h cada uma, longe do limite de 20m³/h.

A figura 30 mostra a negrito as alterações pretendidas pelo cliente

Depois da fase de engenharia será necessário a prestação de serviços de construção civil, metalomecânica, electricidade e Instrumentação, onde se recorrerá a subempreiteiros da especialidade.

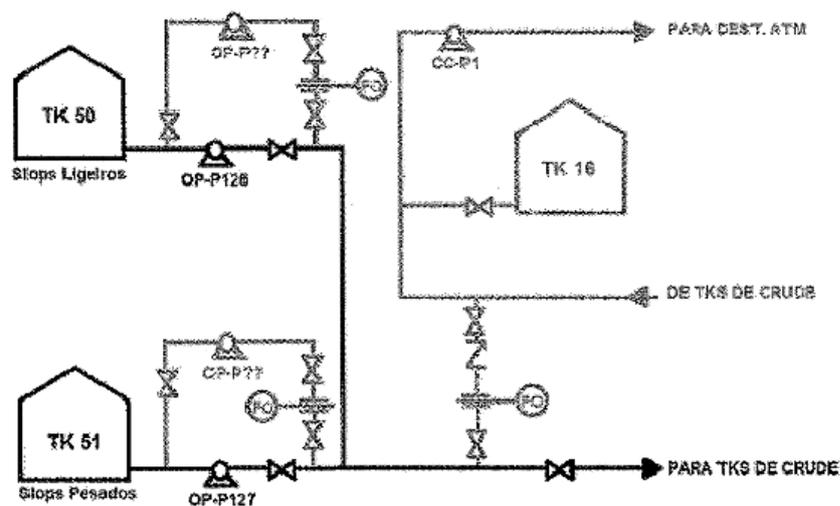


Figura 30- Esquema do trabalho a executar

O planeamento inicialmente entregue e com o qual a empresa se comprometeu perante o seu cliente é o da figura 31.

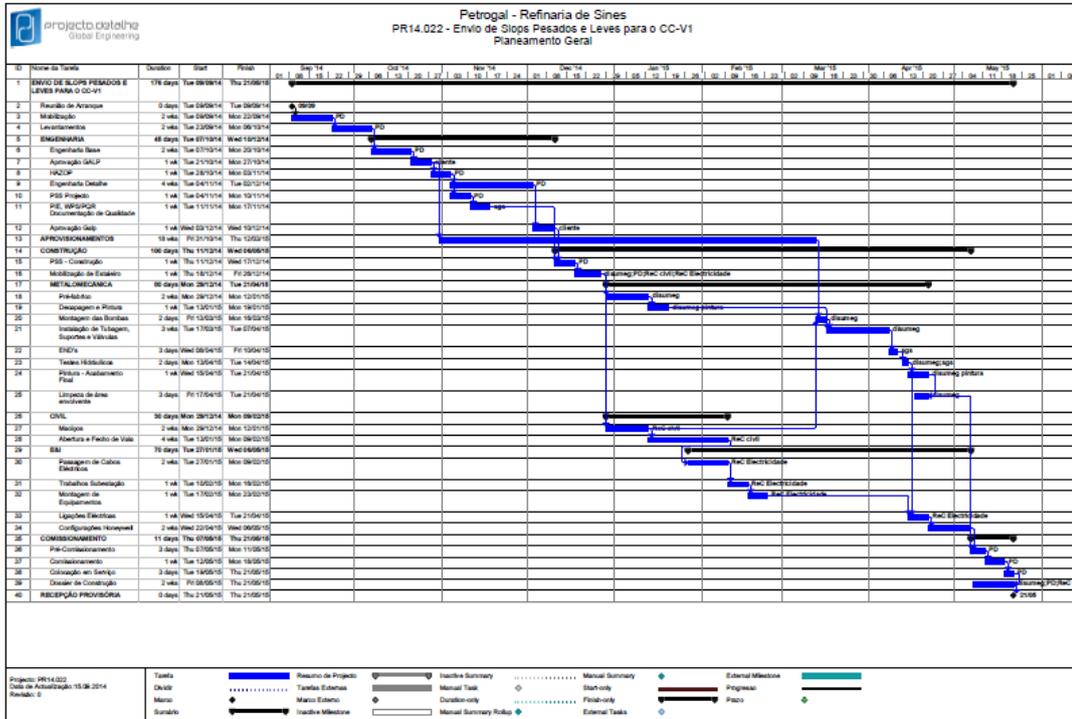


Figura 31- Planeamento tradicional inicial reproduzido no Anexo A

Sendo um projecto na refinaria, e sabendo que esta precisa de ser competitiva e que os seus projectos exigem o cumprimento de prazos e os custos previamente estabelecidos, a grande dificuldade desde projecto é a absoluta necessidade de concluir todos os trabalhos planeados dentro da data inicialmente indicada e acordada pela empresa com o cliente. Isto acontece porque logo após a entrega da data de conclusão, o Cliente começa a gerir e a planear parte da produção, logo a partir da data indicada, já a contar com os benefícios da execução e total funcionalidade da obra/projecto.

Uma das diferenças imediatamente visíveis é a falta de *buffers* de projecto e de alimentação.

Não se verificam também a existência de *buffers* de recurso, o que levou à existência de alguns atrasos no arranque dos trabalhos de alguns recursos. Estes atrasos poderiam ser encarados de uma outra forma e eventualmente nem chegariam a existir, caso fosse inicialmente planeado um “alarme” aos recursos em questão. Assim deveria ter sido

tomadas estas mesmas medidas ao recurso DISUMEG, sendo que este foi o que mais problemas mostrou para iniciar as tarefas.

Com o desenrolar do projecto verificou-se que algumas das tarefas sofreram atrasos na sua execução relativamente a sua data de conclusão inicialmente planeada, e só em situações finais e de desespero é que se promoveram medidas extraordinárias, na tentativa de recuperar o tempo perdido. Assim sendo, com a utilização do planeamento CCPM através de *software*, pretende-se verificar, em que altura deveriam ser pensadas e colocadas em prática medidas que evitassem um escorregamento na data de conclusão do projecto na sua totalidade, que foi de 22 dias.

O atraso verificado resultou numa penalização monetária por dia de atraso, face à data de finalização constante no planeamento acordado.

Podemos verificar que o recurso RUI&CANDEIAS foi desde sempre identificado como um único para as tarefas associadas à electricidade e civil, sendo que na realidade, apesar de ser na mesma empresa, sempre foram equipas diferenciadas.

A utilização do ProChain permitiria nunca sobrepor tarefas executadas pelo mesmo recurso.

Um dos problemas com sobreposição de tarefas com o mesmo recurso, que foi claramente identificado no término desta obra, foi a falta de disponibilidade do recurso PD para executar as tarefas 9 e 10 simultaneamente.

Também é possível verificar no planeamento inicial que existem erradamente tarefas sem antecessoras (tarefas 25 e 39 da figura 31)

Um dos problemas que não foi possível de todo controlar, foi as alterações meteorológicas. Sabendo que estas situações, devido a configuração do trabalho e do terreno de obra, atrasaram em 2 dias e uma manhã útil de outro dia, podemos fazer a simulação desse atraso no ProChain e verificar se alguma medida preventiva ou proactiva deveria ter sido tomada. Contudo, na configuração tradicional do planeamento, esses 2 dias e meio não se visionaram no momento como tendo um grande impacto, pelas seguintes razões:

- O Pensamento que são situações normais e facilmente recuperáveis.
- Existe na própria tarefa uma segurança capaz de compensar estes atrasos

- Dificuldade em verificar qual o impacto desse atraso directamente na data para conclusão.

5.3 Ensaio da CCPM

Partido do planeamento inicial mostrado no ponto anterior, foi possível começar a explorar o funcionamento do Software ProChain, de forma a transformá-lo num planeamento CCPM.

5.3.1 Principais ferramentas ProChain

Scheduling a Project Network

É possível iniciar o agendamento do projecto com o ProChain, assim que a rede for construída e validada. O processo de agendamento tem em consideração a modelação especificada de cada rede, tais como as restrições das tarefas, a ordem das mesmas e os recursos associados com o planeamento da rede, os tipos de dependências entre tarefas, a duração das tarefas e os recursos que devem estar disponíveis para executar a tarefa.

Com o *Scheduling*, obtém-se a data de compromisso na qual é esperado que o projecto esteja completo.

A figura 32 abaixo apresenta a janela que é aberta quando se utiliza a ferramenta de reagendar o projecto (**Reschedule Project**). É a ferramenta inicial do ProChain que inicia a criação de um planeamento CCPM. A ferramenta possibilita nivelar a carga de recursos, identificar a cadeia crítica e localizar e calcular *buffers*

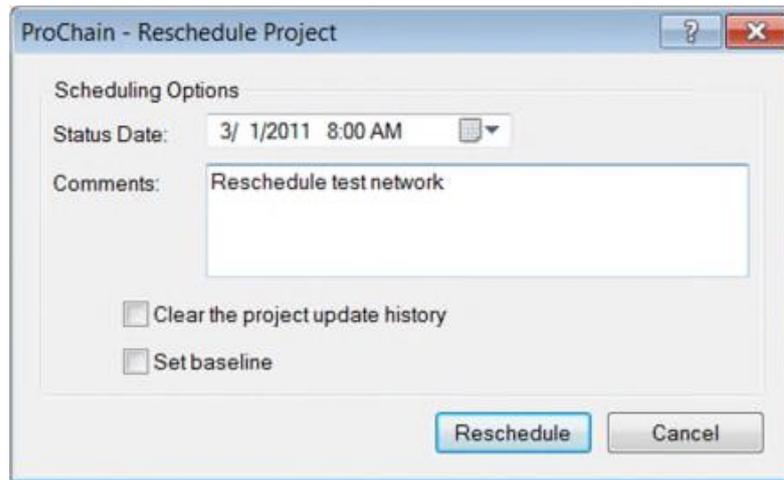


Figura 32- Janela da ferramenta de reagendamento

Schedule Updating

Tal como dito anteriormente o sucesso do projecto é fortemente dependente do conhecimento do estado real do projecto em cada momento. Para isso é necessário que seja mantido o planeamento actualizado, de modo a utilizá-lo para ir atribuindo aos recursos novas tarefas e analisar possíveis causas e repercussões dos atrasos. O Software ProChain permite que se vá actualizando e acompanhado o progresso dos projectos, mesmo quando variam de durações de tarefas ou tarefas e ligações entre elas se alteram. A forma de ir actualizado o projecto é a ferramenta de actualização do planeamento (figura 33).

No caso deste projecto, e visto que o cliente solicita actualizações do ponto de situação duas em duas semanas, essa foi a frequência com que foi actualizado e simulada a monitorização.

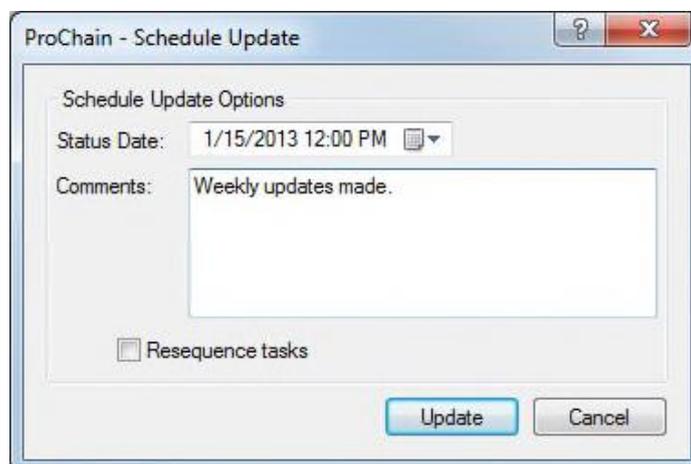


Figura 33- Janela da ferramenta de actualização do planeamento

Começa-se a actualizar o planeamento, definindo a data na qual todas as informações serão actualizadas.

Ao executar uma actualização, o *software*:

- Considera todas as alterações nas opções configuradas.
- Actualiza o projecto com base nas informações atuais do planeamento como todas as durações, disponibilidade dos recursos e interligações entre as tarefas.
- Recalcula os vários indicadores de projecto, tais como a utilização das reservas,
- Identifica a Cadeia crítica actual.

Identificando a Cadeia crítica

Como visto anteriormente a Cadeia crítica é definida como a sequência mais restritiva de tarefas através da rede, considerando as tarefas e as dependências dos recursos. Descomplicadamente é o conjunto de tarefas que determina a(s) data(s) de entrega(s). Se existirem duas ou mais Cadeias igualmente restritivas, as tarefas de ambas as cadeias aparecerão como Cadeia crítica. Se existirem restrições das tarefas ou da disponibilidade de recursos, a Cadeia crítica pode ter aberturas.

Filtros

Outra das capacidades muito importantes no ProChain, é os diferentes filtros que podem ser utilizados para visualização do planeamento (visível na figura 34).

Os filtros permitem que sejam analisados e melhor compreendidos todos os parâmetros essenciais do planeamento. É de salientar que para uma correcta utilização dos diversos, é necessário ter o ficheiro do planeamento sempre actualizado através da ferramenta de reagendamento ou de actualização.

Um dos filtros que é mais actualizado é o que permite apenas a visualização da cadeia Crítica, destacado a vermelho na Figura 34, desde a primeira tarefa na rede até ao *buffer*

de projecto final. À medida que se vão completando as tarefas da cadeia crítica, quando é utilizado este filtro, essas vão saindo dessa cadeia.

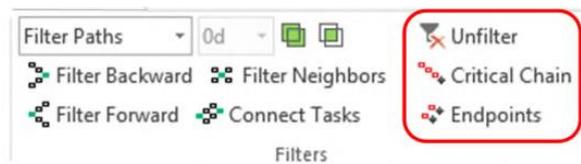


Figura 34- Ferramentas de filtragem do ProChain

Análise de rede

Nem sempre o Planeamento criado está em perfeitas condições e o ProChain possui a ferramenta adequada para verificar a integridade da rede e que identifica problemas que necessitam de corrigidos (destacado a vermelho na figura 35).

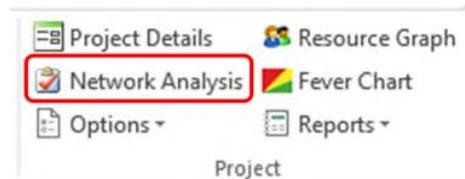


Figura 35- Ferramenta para análise da rede do ProChain

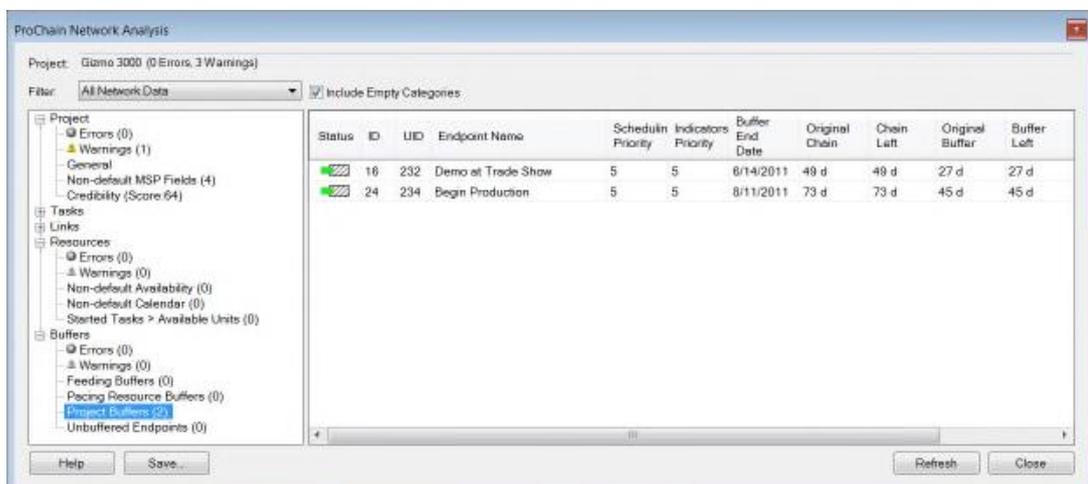


Figura 36- Janela de análise do planeamento criado

A janela de análise (figura 36) do planeamento tem dois painéis. O painel esquerdo mostra diferentes categorias de análise. Quando é selecionada uma categoria à esquerda, é exibida detalhadamente à direita todos os pormenores dessa categoria. Alterações na rede podem ser refletidas na janela de análise de rede apenas clicando no

botão actualizar. Caso necessário é possível guardar a análise ao planeamento um arquivo independente em PDF.

Pontuação de credibilidade

Dentro destas diferentes categorias de análise que podem ser feitas, destaca-se pela sua importância a pontuação de credibilidade (Figura 37). Funciona com base numa determinada classificação de credibilidade que é dada ao planeamento, com base unicamente nas diferentes características atribuídas durante a construção da rede.

Sempre que é actualizado o planeamento, ou executada a análise ao mesmo, com base em diferentes critérios, são deduzidos pontos a um máximo de 100 pontos, sendo o resultado final da credibilidade uma pontuação de 0 a 100. Um número maior significa que existem menos características indesejáveis e, conseqüentemente, o planeamento é mais credível.

O impacto que cada critério tem sobre a pontuação de credibilidade pode ser ajustado, para que a pontuação de credibilidade se ajuste e reflita a realidade de diferentes projectos individuais e organizações. Este ajuste fino das características é chamado de "perfil de credibilidade".

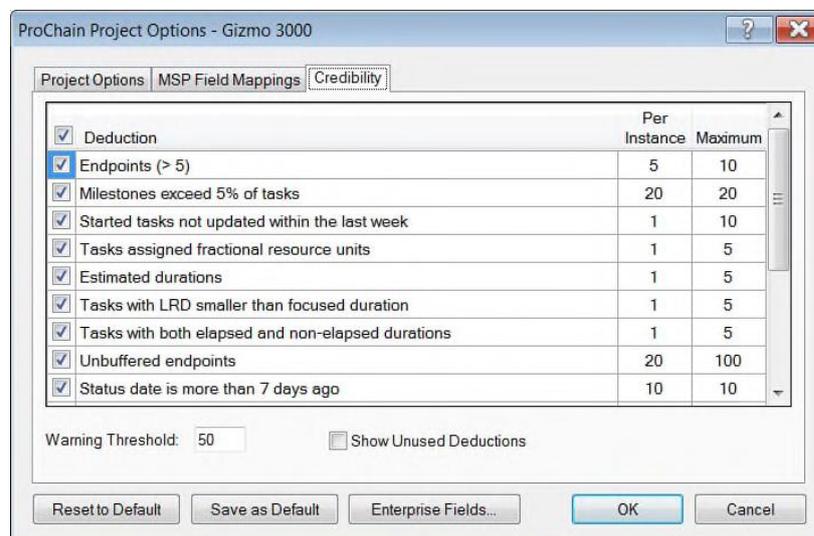


Figura 37- Janela de análise de credibilidade do planeamento

Pode ser definido um limiar de alerta para a pontuação de credibilidade geral (*warning threshold* visível na figura 37, para que sempre que o planeamento se encontre abaixo do valor definido, será apresentado um alerta automaticamente no planeamento.

Buffer Details

O principal aspecto de um planeamento CCPM é a existência de *Buffers*. Assim sendo o ProChain possui grande ênfase nesta característica. Existem variadas ferramentas que permitem fazer a gestão e análise das reservas criados podendo este ser analisado individualmente (figura 38).

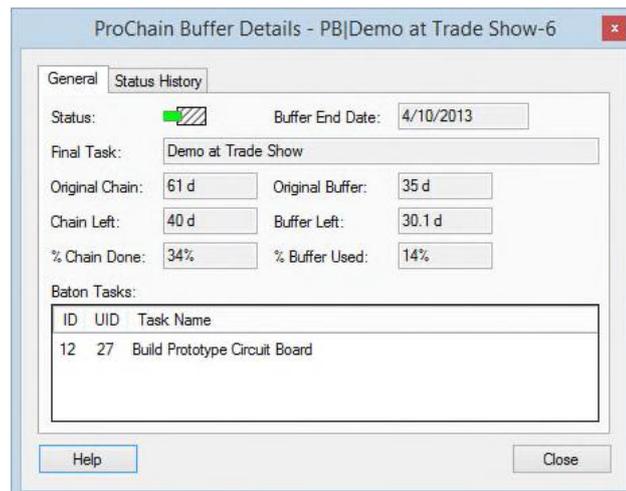


Figura 38- Janela de detalhe individual da reserva

O tamanho das reservas pode ser também uma opção. Assim o dimensionamento da reserva dependerá de cada projecto em particular consoante a necessidades e exigências do mesmo (figura 39).

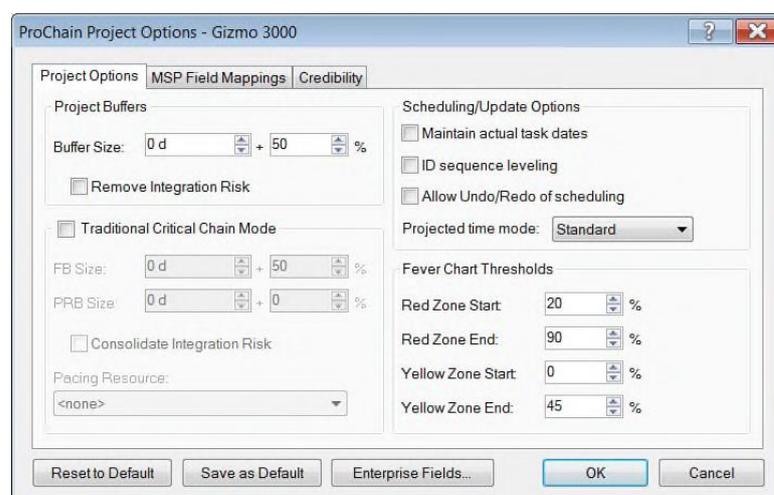


Figura 39- Janela de opções das reservas a utilizar

A recomendação de "padrão" para o tamanho das reservas é de 50% do total das seguranças das tarefas da cadeia crítica. Esta percentagem pressupõe que o tempo de segurança individual em cada tarefa foi retirado. A diminuição do tempo das tarefas no caso em concreto deste caso de estudo, foi feito manualmente para metade partir dos prazos indicados no planeamento tradicional inicial do projecto.

Fever Chart

Tal como indicado no Ponto 4.2.2. O Gráfico de FEVER é uma ferramenta que, auxilia toda a equipa de projecto assim como os gestores, a controlar e monitorizar a evolução do projecto e a consequente utilização dos recursos. As dimensões são: A Cadeia Crítica do projecto já executada (%), no eixo dos XX (abcissas), versus o buffer consumido pelo projecto(%), eixo dos YY (ordenadas).

Cada ponto no gráfico representa uma actualização das duas variáveis já referidas, em função do tempo decorrido do projecto. Nos *Fever charts* da aplicação da ferramenta ao caso de estudo observar-se-á que, conforme o trabalho vai evoluindo ao longo do tempo, também a curva características representante do ponto de situação do projecto, vai variando.

5.3.2 Ensaio no ProChain

Tal como mostrado acima, a ensaio partiu do planeamento realizado pela ProjectoDetalhe, em Microsoft Project, no momento posterior à adjudicação do trabalho por parte do Cliente. Esse Planeamento foi aceite por ambas as partes. A única alteração necessária a esse planeamento, foi a diminuição dos tempos para metade, uma vez que o ProChain não faz essa função automaticamente.

A ensaio do método CCPM, para além de pôr à prova o software ProChain e as suas capacidades, têm por objectivo verificar a sua eficiência no acompanhamento e monitorização do projecto em estudo, comparado dentro do possível com o que aconteceu verdadeiramente com a utilização do planeamento tradicional. Com base nos acontecimentos principais que sucederam e nas suas implicações reais, serão por analogia colocados os respectivos atrasos ou avanços das tarefas, na simulação do acompanhamento do projecto com recurso ao ProChain.

No decurso do projecto e respectivo acompanhamento com o planeamento tradicional inicial do projecto (figura 31) sucederam-se as seguintes situações:

- Demora no início da Tarefa 6, correspondente à engenharia base, devido a atraso na mobilização dos recursos necessários.
- Atraso na aprovação da documentação da engenharia base por parte do cliente (tarefa 7).
- Atraso na tarefa 13 e 21, correspondente aos aprovisionamentos dos equipamentos e conseqüente atraso na montagem das bombas centrífugas em obra respectivamente.
- Dificuldade inicial na tarefa 8, correspondente ao estudo Hazop necessário para execução de todo o projecto de detalhe, devido à dificuldade em acertar a data de reunião conveniente a todos os recursos, devido à indisponibilidade momentânea dos mesmos.
- Demora na mobilização dos recursos subcontratados para o estaleiro e conseqüente entrada em obra (tarefa 16).
- Dificuldade na iniciação das primeiras tarefas por parte dos recursos.

Logo num primeiro momento da utilização do ProChain, com o conhecimento das ferramentas descritas no ponto anterior, surgiram alguns *Warnings* na tentativa de fazer o Reschedule inicial.

A maior parte destes avisos são provenientes da existência de pequenos erros insignificantes na construção de uma rede em Microsoft Project, mas com algum impacto no *plug-in* ProChain. Esses erros estavam a diminuir o nível de credibilidade para abaixo do nível definido como mínimo. Para que fossem eliminados, apenas foi necessário apagar condicionamentos e interligações desnecessários, aumentando conseqüentemente o nível de credibilidade.

A rede criada visível na figura 40, mostra a existência de um Buffer de Projecto e de três Buffers de alimentação. Isto acontece por opção uma vez que não faz parte dos valores *default* do *software* serem inseridos na rede buffers de alimentação.

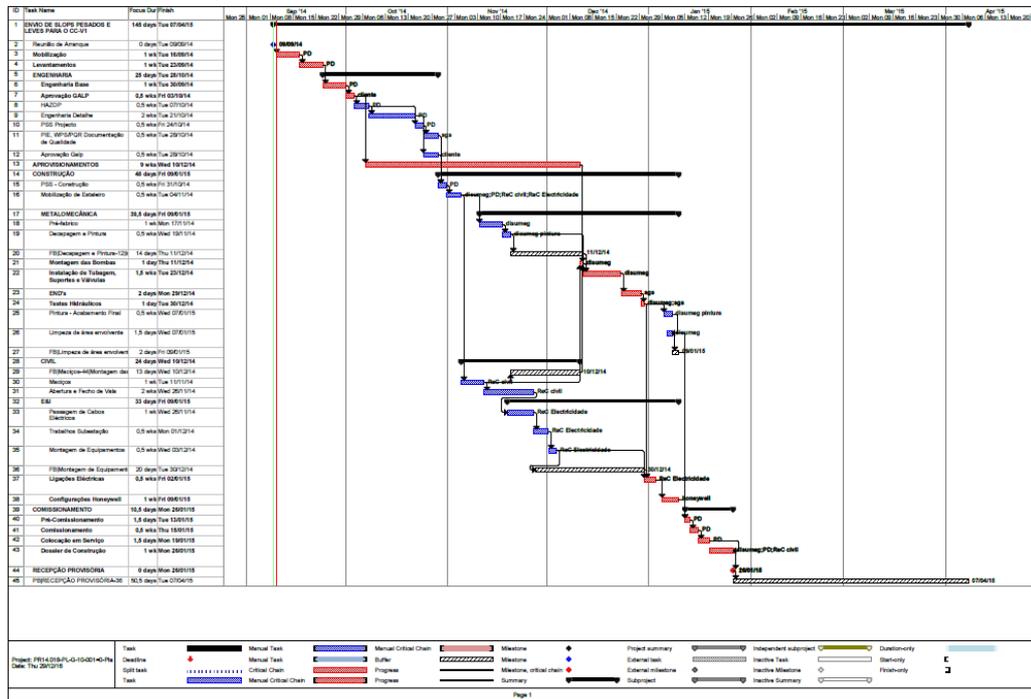


Figura 40- Planeamento CCPM criado pelo ProChain (Anexo B)

Apenas procedendo à recalendarização automática das tarefas criada pelo ProChain, a data de conclusão de todo o projecto alterou para 07/04/15.

Verifica-se que alguns dos *buffers* de alimentação inseridos no planeamento, ficaram à partida parcialmente ou totalmente consumidos, e portando comprometendo a proteção ao caminho correspondente.

A cadeia crítica visível com utilização da ferramenta do filtro (figura 41) foi automaticamente detectada e calendarizada da melhor forma, incluindo como esperado o *buffer* de projecto.

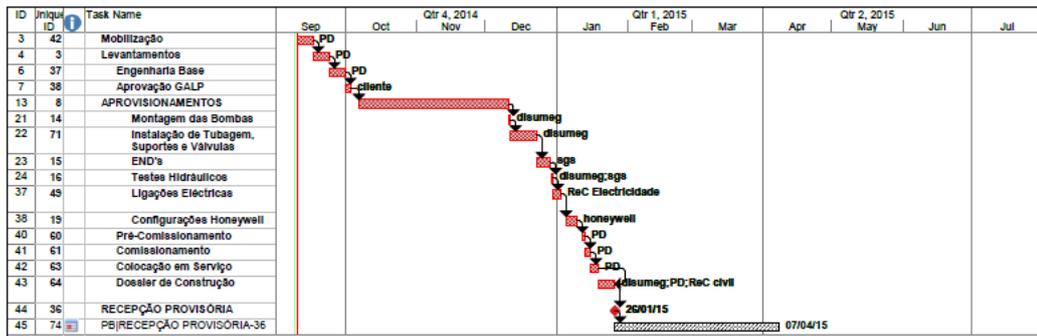


Figura 41- Filtro inicial à Cadeia Crítica

5.4 Análise

Para a análise do planeamento criado pelo ProChain, foram simuladas actualizações para se simular o ponto de situação do projecto, de duas em duas semanas, às sextas-feiras às 19h.

Assim sendo é esperado encontrar na Fever Chart da reserva de projecto, pontos indicativos do consumo da reserva nas datas:

Tabela 8- Datas de actualização do ponto de situação do planeamento

1	26/9/2014	5	21/11/2014	9	16/01/2015	13	27/02/2015	17	24/04/2015
2	10/10/2014	6	5/12/2014	10	16/01/2015	14	13/03/2015		
3	24/10/2014	7	19/12/2014	11	30/01/2015	15	27/03/2015		
4	7/11/2014	8	2/01/2015	12	13/02/2015	16	10/04/2015		

Verificando-se no planeamento que alguns dos *Buffers* de alimentação têm menos do que 15 dias de duração, a periodicidade da actualização do planeamento, não permite o controlo e monitorização das *fever charts* desses mesmos *Buffers*.

26/9/2014 (1)

Nesta data os trabalhos foram cumpridos dentro dos prazos do planeamento tradicional, portanto, na simulação, com a extrapolação da percentagem de execução à data, o *buffer* posicionou-se logo inicialmente numa zona amarela. Isto significa que nessa altura teriam que existir já algumas preocupações e pensadas medidas proactivas para recuperar.

O facto da reserva não se aproximar mais da zona verde, acontece porque no planeamento tradicional, quando a data de conclusão da tarefa foi cumprida, também foi consumida a segurança que nela estava embutida, mas dando a sensação ao gestor de projecto que tinha sido na sua totalidade um sucesso.

10/10/2014 (2)

Nesta simulação do ponto de situação aconteceu exactamente o mesmo que na anterior, mas agora com a inclusão de um atraso de que se verificaria nas tarefas 6 e 7. Na *Fever Chart* da reserva de Projecto, verifica-se um agravamento do ponto de situação, uma vez que são tarefas da cadeia crítica, mas sem sair da zona amarela.

24/10/2014 (3)

Nesta data, e devido a atraso acumulado anteriormente, a tarefa 8 ainda se encontra a 0% do seu desenvolvimento, já devendo estar concluída. Também a teve um atraso devido à dificuldade em agendar a reunião com os intervenientes. A tarefa 9 deveria estar igualmente em execução, mas não pertencendo à Cadeia Crítica, apenas tem impacto no *buffer* de alimentação associado.

Posto isto o gráfico continua a aproximar-se da zona vermelha.

7/11/2014(4)

O atraso acumulado nas tarefas da cadeia crítica apontados nas simulações das datas anterior, verificam-se fortemente na tarefa 13, uma vez que nesta data deveria estar mais de 60% concluído (figura 42).

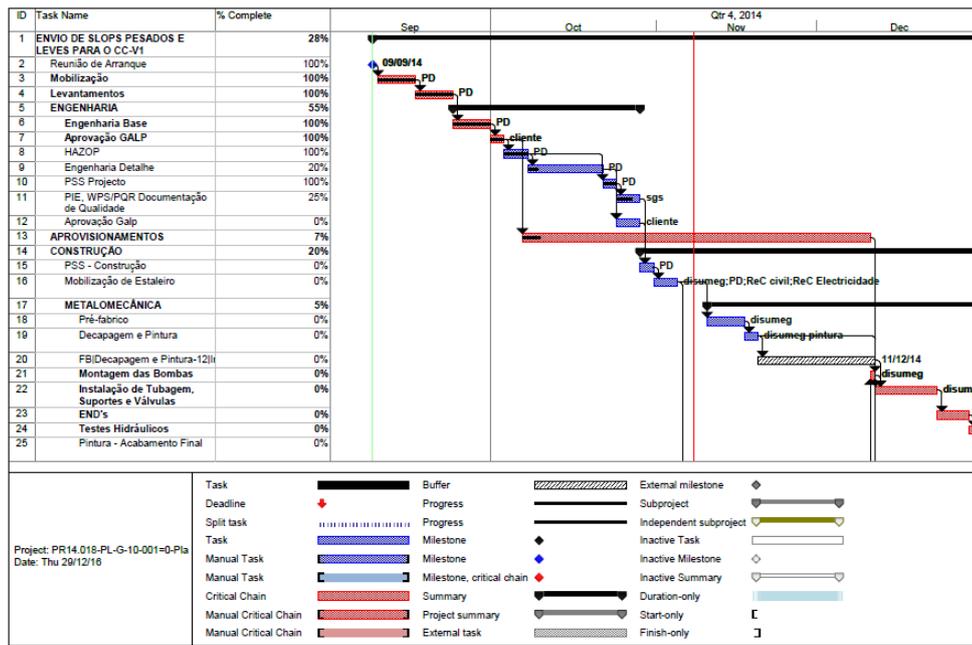


Figura 42- Ponto de situação simulado à data de 07/11/2014

Sendo que isto não se verifica, e à data apenas estava a ser iniciada a tarefa 13, é visível a entrada do projecto na zona vermelha do fever Chart da reserva de projecto como visível na figura 43 abaixo. Neste ponto e com recurso as ferramentas disponíveis no ProChain, verifica-se uma utilização da reserva de 41% e 24% da CC concluída. Desta forma seria necessário aplicar medidas para recuperação do tempo, uma vez que estava aqui comprometida a data final para entrega da totalidade do projecto.

Fica então identificada uma das datas onde devia ter existido uma actuação urgente no decurso dos trabalhos, que poderia passar por:

- Procurar fornecedores com melhores prazos de entrega, mesmo que com custos maiores de fornecimentos.
- Procurar em conjunto com a equipa de engenharia soluções “de catálogo”, como equipamentos em *stock*, aplicáveis ao projecto.
- Contacto do gestor do projecto com o fornecedor de forma e pagar taxas de urgência no fabrico e entrega dos equipamentos.
- Acelerar entregas com transportes de avião na vez dos transportes por camião contratado.

- Preparar antecipadamente a recepção dos equipamentos.
- Extensão do horário de trabalho.

As acções acima não foram todas tomadas, porque devido a utilização de um método tradicional de planeamento e controlo, não foi possível identificar na respectiva data que o prazo final para entrega do projecto já estaria comprometido se nada se altera-se.

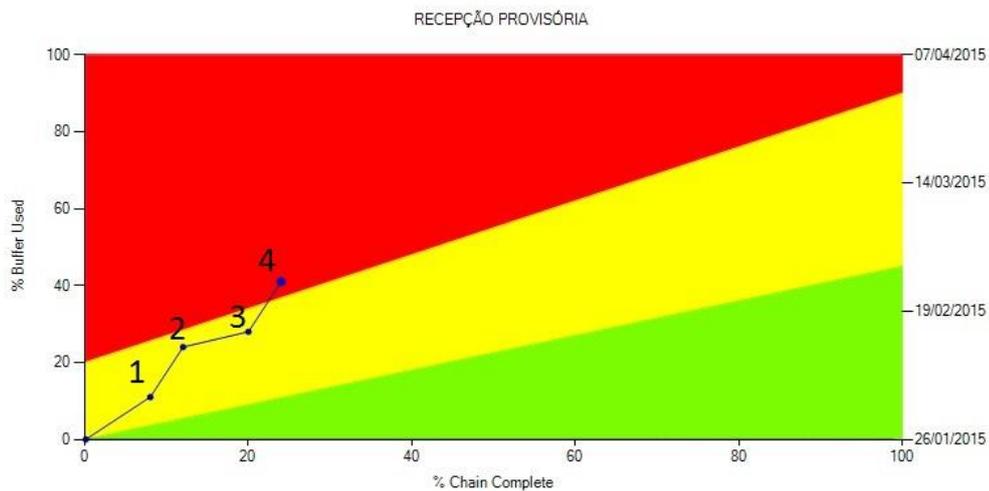


Figura 43- Fever Chart da reserva de Projecto- 1ª data na zona vermelha

Partindo do pressuposto que no momento de entrada na zona vermelha da reserva, teriam que ser postas em prática alguma acções previamente definidas pelo Gestor de projecto e os restantes envolvidos, de forma a continuar a simulação da monitorização de projecto com o ProChain, considerou-se que o atraso acumulado anteriormente teria sido recuperado e portanto as tarefas em atraso retomaram a normalidade entre a data de 7/11/2014 e 21/11/2014.

Neste ponto de situação atingiu-se 44% da CC assumiu-se como completa e apenas 23% da reserva de projecto utilizado.

21/11/2014 (5)

Tal como já dito, nesta data não se considerou os atrasos acumulados anteriormente, contudo foi colocado o atraso correspondente a um atraso de uma semana na tarefa 16. Este atraso corresponde a dificuldade em entrar em obra por parte dos subempreiteiros, uma vez que não preparam antecipadamente toda a documentação exigida para acesso as instalações do cliente. Tal situação, com recurso a CCPM, teria

sido controlada se na altura se tivesse colocado num planeamento ProChain, *buffers* de recurso.

Com a utilização de Buffers de Recurso, algum tempo antes da efectiva entrada em obra, o gestor de Projecto teria ao seu dispor um “lembrete” que permitiria entrar em contacto com os subempreiteiros e ter controlo sobre a situação.

Esta situação de atraso colocou o Buffer de Projecto na zona amarela, com 32 % da reserva de projecto utilizado.

5/12/2014 (5)

Com o atraso da tarefa 16, verifica-se posteriormente muita demora no início dos trabalhos dos subempreiteiros, concretamente do Subempreiteiro Rui Candeias.

O atraso destas tarefas, apesar de não pertencerem a Cadeia Crítica, tiveram influência no consumo da reserva de projecto, uma vez que consumiram a totalidade da reserva de alimentação das cadeias correspondentes e conseqüentemente passaram o seu consumo para o Buffer de Projecto.

Desta forma fica justificada a subida, sem sair da zona amarela, na *Fever Chart* da reserva de Projecto da Figura 45.

19/12/2014 (6)

Na altura da execução do projecto, o gestor de Projecto, apercebeu-se da demora do início dos trabalhos, e em conjunto com a equipa de projecto e com os subempreiteiros foi decidido aumentar o ritmo de trabalho com o reforço das equipas em obra. Com este estudo em ProChain, verifica-se que esta acção que permitiu avançar com as tarefas pertencentes a cadeia crítica, e portanto recuperar na utilização da reserva de projecto.

2/01/2015 (7)

Nesta data existe o reportar de um atraso de alguns dias no início da tarefa 21 que como se verá mais à frente terá impacto na forma como todas as tarefas da CC se iriam a desenrolar.

O facto de o projecto se continuar a posicionar numa zona amarela da reserva de projecto, deve-se mais uma vez ao facto de com o planeamento e acompanhamento usual, a segurança colocada em cada tarefa individualmente estar a ser utilizada na sua totalidade, dando a sensação ao gestor de projecto que a data final está a ser totalmente assegurada.

16/01/2015 (8)

Um problema no momento da recepção das bombas (tarefa13) e da sua instalação das bombas (tarefa 21), impediu o normal avançar do trabalho. Custou cerca de 2/3 semanas de atraso. Sendo que nesta análise CCPM estas tarefas são pertencentes à Cadeia Crítica, verifica-se um consumo elevado da reserva (48% de utilização) e portanto um aproximar da zona vermelha no Gráfico correspondente sem existir um avanço significativo na percentagem da CC completa.

Todas as tarefas correspondentes ao recurso Rui e Candeias, estavam nesta altura coincidentes com o planeado, e portanto sem atrasos que se pudessem reportar na simulação em ProChain.

30/01/2015 (9)

Com o completar da tarefa 22, e com o atraso acumulado nessa altura, o *buffer* apenas sobe de 48% de utilização para 50 %, mas dado um importante avanço na percentagem da CC completa de 68% para 78%.

13/02/2015 (10)

Apesar dos dados reais do avanço do projecto dizerem que as tarefas da CC estariam nesta altura a avançar de acordo com a sua duração prevista, devido a acumulação do atraso anteriormente sucedido, verifica-se no ProChain que a CC não está a ter um

avanço satisfatório e o atraso verificado na realização das tarefas 40, 41, 42, 43 e 44, tem neste ponto grande influência na aproximação da reserva à zona vermelha (62% de uso).

27/02/2015 (11)

O ponto de situação é exatamente como no anterior, sendo que se continua a verificar uma aproximação da zona vermelha da reserva (74 % de utilização da reserva) devido aos atrasos acumulados.

27/02/2015 (12)

O ponto de situação é exatamente como no anterior, sendo que se continua a verificar uma aproximação da zona vermelha da reserva

Caso tivesse sido utilizado este tipo de monitorização, esta seria uma altura para conjeturar com urgência acções para implementar numa fase final do projecto para que caso se atingisse a zona vermelha, fosse ainda possível compensar.

13/03/2015 (13)

Sendo que continuaram a ser notórios os atrasos acumulados das tarefas anteriores (figura 44) e também existiu alguma dificuldade em coordenar o comissionamento com o dono de obra (resultando num atraso da tarefa 41), e por isso volta a verificar-se uma entrada na zona vermelha da utilização da reserva de Projecto visível na figura 45.

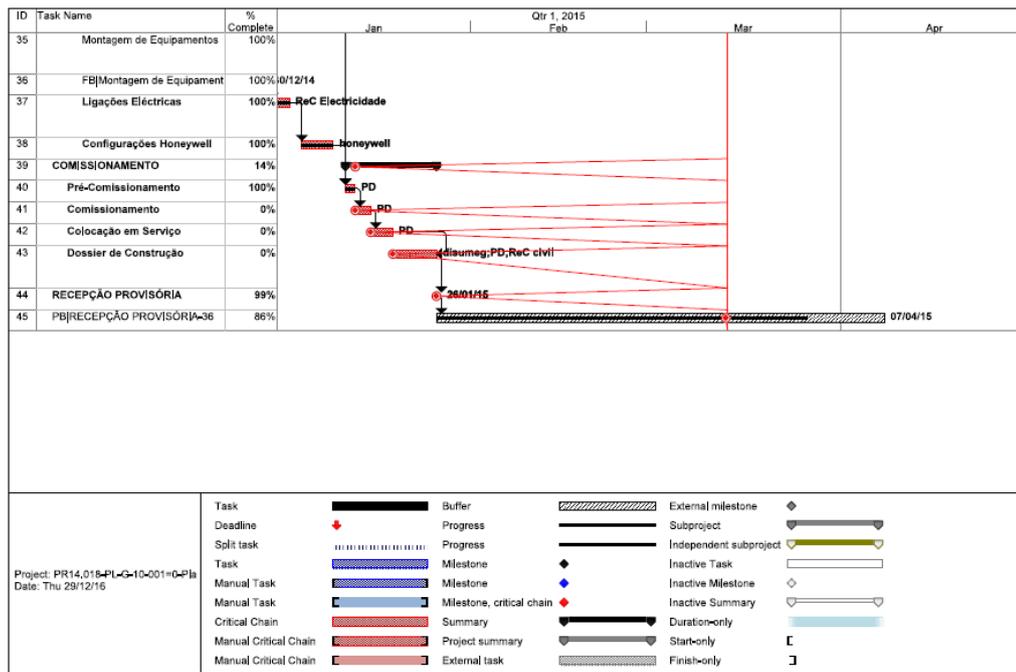


Figura 44- Ponto de situação simulado à data de 13/03/2015

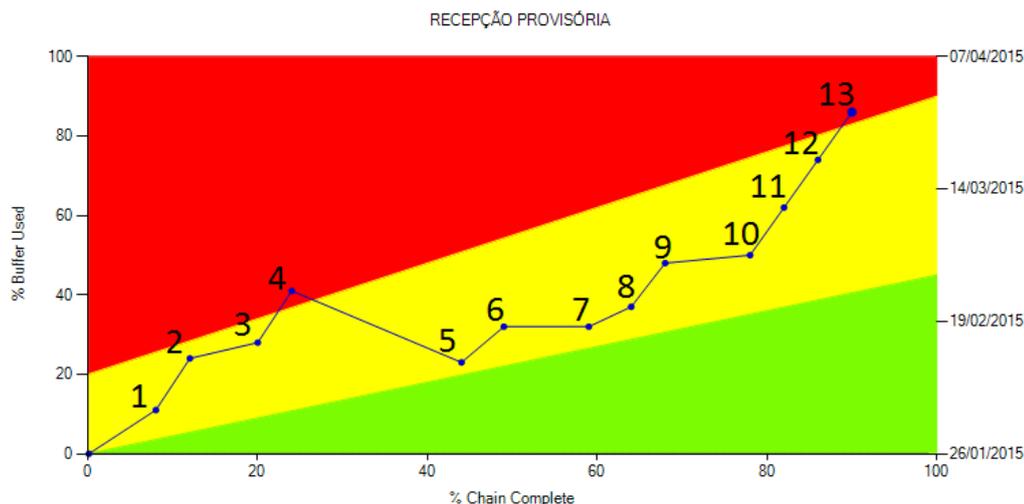


Figura 45- Fever Chart Buffer zona vermelha

Sendo que neste ponto de situação está 90% da CC está completa, não é difícil imaginar que com uma monitorização tradicional, se fosse cair no erro de pensar que o projecto acabaria facilmente dentro da data prevista, sem que acções adicionais tivessem que ser tomadas. Por outro lado com a utilização da CCPM verifica-se facilmente que é altura de actuar proactivamente com medidas que levassem a recuperação do tempo despendido.

As acções a tomar para recuperação poderiam ter sido:

- Reforço das equipas.
- Solicitação ao cliente da existência de trabalhos em horário noturno.
- Executar em conjunto com todos os intervenientes, trabalho em horário de fim-de-semana
- Realização dos trabalhos das tarefas 40 e 41 com o apoio do fabricante dos equipamentos a comissionar, o que o tornaria a tarefa mais rápida.

27/03/2015 (14) Entrega do Projecto

Assumindo que os atrasos acumulados seriam compensados com as medidas anteriormente identificadas, podemos verificar que nesta data a totalidade do projecto estaria completa, com uma utilização de 88% da reserva de projecto (figura 46) e portanto com grande sucesso a execução dentro da data planeada.

The screenshot shows a software window titled "ProChain Buffer Details - PBJRECEPÇÃO PROVISÓRIA-36". It has two tabs: "General" (selected) and "Status History". The "General" tab contains the following information:

- Status: (indicated by a blue checkmark)
- Buffer End Date: 07/04/2015
- Final Task: RECEPÇÃO PROVISÓRIA
- Original Chain: 93,5 days
- Original Buffer: 50,5 days
- Chain Left: 0 days
- Buffer Left: 6,06 days
- % Chain Done: 100%
- % Buffer Used: 88%

Below this information is a section for "Baton Tasks" with a table header:

ID	UID	Task Name
----	-----	-----------

At the bottom of the window are "Help" and "Close" buttons.

Figura 46- Detalhe da reserva de Projecto à data de finalização.

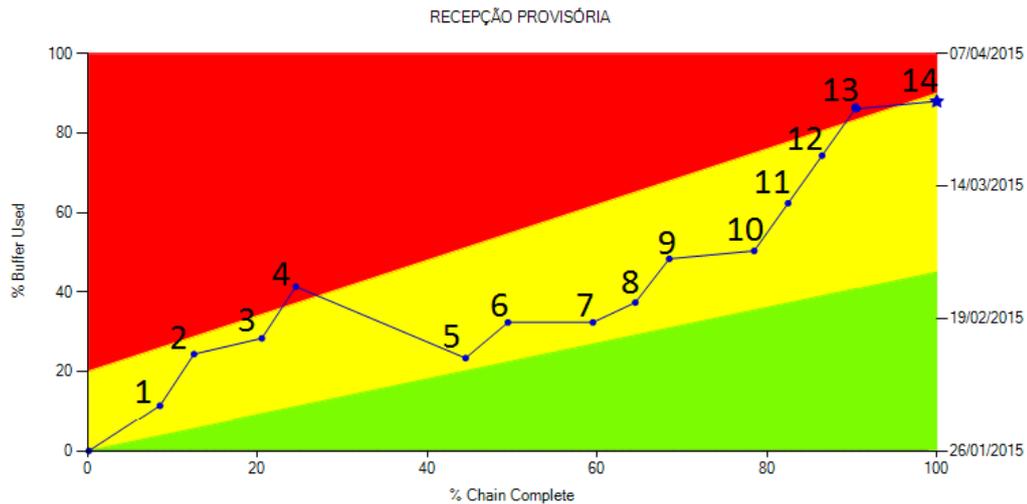


Figura 47- Fever Chart Final

O final do projecto fica indicado na *Fever Chart* com um estrela, tal como visível na figura 47.

No Fever chart final da figura 47 verifica-se que se o projecto tivesse seguido este tipo de controlo, a média da utilização da reserva de projecto, situar-se-ia na zona amarela, e portanto na variação que podemos assumir normal, assumindo claro que teriam existido intervenções assim que ultrapassasse o limiar da acção e dessa forma atingida a zona vermelha.

De uma forma teórica ficam visíveis as duas datas onde teria que se passar à acção de forma a recuperar o consumo do PB:

- 7/11/2014
- 13/03/2015

Como dito durante a ensaio no ProChain, o facto da reserva não se aproximar mais da zona verde, acontece porque foi dada a sensação ao gestor de projecto a quando do acompanhamento com planeamento tradicional, que as tarefas que acabaram dentro da sua data planeada tinham sido um sucesso, quando na realidade a segurança que estava embutida na própria tarefa foi na sua totalidade consumida.

5.5 Benefícios e inconveniências verificadas na utilização da CCPM

No caso de estudo em concreto, as mais-valias óbvias na utilização do ProChain e consequentemente da CCPM, foram:

- Facilidade no controlo no desenrolar do projecto.
- Possibilitar a qualquer momento um ponto de situação real do cumprimento da data final.
- Capacidade do gestor de projecto indicar comprovadamente ao cliente o ponto de situação do projecto (Fever Charts).
- Impedir a realização simultânea de tarefas com o mesmo recurso.
- Maior assertividade dos cronogramas dos projectos.
- Possibilidade de acabar o projecto, antes do tempo indicado.

Com a utilização do ProChain verifica-se que teriam sido necessárias medidas que possibilitariam finalizar o projecto dentro do prazo acordado com o Cliente. Estas medidas teriam custos extra resultantes de:

- Aumento do número de horas de trabalho (pago em horas extraordinárias)
- Reforço das equipas de trabalho.
- Melhoramento do transporte de equipamentos (transporte de avião em vez de autocarro).
- Pagamento de taxas extra, para conceber e fornecer os equipamentos com urgência.

Contudo, os custos extras resultantes das tarefas acima, para além de impedirem as penalizações diárias resultantes do atraso efectivo que o projecto sofreu, possibilitariam conquistar a confiança do cliente e por conseguinte proporcionar novas oportunidades de trabalho.

O custo elevado do *software* a utilizar como ferramenta de planeamento CCPM, pode ser um entrave à sua utilização por parte das empresas, sendo que após a utilização em determinados projectos, o retorno monetário é rápido e compensatório.

Devido à melhor utilização dos recursos, é possível em alguns casos a redução do pessoal afecto aos projectos, o que indiretamente é benéfico não só a nível dos encargos monetários, mas também liberta o departamento de recursos humanos.

Capítulo 6. Conclusões e perspectivas futuras

6.1 Conclusões

Com a necessidade de gerir projectos com maior assertividade no ambiente do caso de estudo em causa, surgiu-se a ideia de o fazer com recurso ao estudo e ensaio da aplicação da CCPM. O desenvolvimento partiu da aplicação da CCPM a um projecto já concluído no qual se pôde fazer as análises dos benefícios e da aplicabilidade da utilização da CCPM, permitiu comparar a gestão utilizada na altura da realização do projecto, com a gestão que teria de ser feita caso tivesse sido implementado o método da CCPM, tendo em conta os tempos de acção e as medidas a tomar em determinado momento.

Para além da maior veracidade dos planeamentos, também a forma como se actua para os concluir têm maior assertividade.

Verifica-se que no caso de estudo a maior importância durante a execução do projecto em causa, passa a ser a do cumprimento da data final do projecto como um todo, e não o cumprimento das datas individuais das tarefas, o que retrata uma grande diferença face ao sucedido na altura da realização do projecto, com a execução através de um planeamento e monitorização tradicionais

No caso de estudo verificam-se diversos ganhos utilizando a CCPM:

- A altura precisa em que deve ser tomada uma acção de forma a recuperar o tempo perdido, foi a informação mais importante retirada do caso de estudo, isto porque permitiu verificar que no decorrer do projecto, quando se pensava que o tempo perdido era facilmente recuperável sem grandes medidas, com a análise das fever charts efectuada, verificou-se que na realidade o projecto já estava numa zona muito crítica e a continuar no mesmo ritmo o prazo de finalização não seria cumprido, mandando o método agir imediatamente.
- O apoio dado pelo *software* utilizado é de facto uma grande mais-valia, isto porque, no caso de um ensaio real a um projecto, não seria muito viável a actualização permanente do projecto, visto este requerer trabalho de cálculo manual de forma a situar o consumo das reservas. Tal trabalho é feito na sua totalidade de forma automática pelo ProChain, incluindo a extração de *reports*

que facilitam a entrega do ponto de situação do projecto ao cliente e restantes *stakeholders*.

- Com a utilização da CCPM obtém-se um sistema mais dinâmico que permite executar projectos de uma forma mais rápida, o que também poderá reduzir problemas oriundos da realidade que se tem em diferentes períodos, como a disponibilidade financeira que se pode surgir na execução de determinado projecto no período Cadeia. Nesta situação, a maior agilidade pode garantir que o projecto seja executado no ano Cadeia e afastar a possibilidade de ser suspenso ou cancelado.
- A capacidade trazida pela CCPM da execução dos trabalhos de forma mais rápida, e mesmo assim cumprindo com todas as exigências, para além de ser um factor positivo no projecto em causa, abrem também as portas a uma boa relação e entendimento entre o executante e o cliente, possibilitando novas oportunidades de negócio. Tendo em conta este ponto de vista as vantagens verificam-se também a longo prazo.
- A capacidade de executar as tarefas mais cedo do que foram planeadas, é uma situação que não é possível verificar com a utilização de um planeamento tradicional, e que permite aos projecto não só acabarem dentro da data acordada, mas também terminarem mais cedo.

Também foram identificadas algumas necessidades de adaptação da CCPM para o caso de estudo, sendo elas:

- A necessidade do planeamento das actividades de forma a não utilizar simultaneamente os mesmos recursos (o que resulta também num produto final de maior qualidade já que, os recursos estarão dedicados a uma única tarefa); a necessidade de fazer concordar os subempreiteiros com estimativas temporais agressivas; a necessidade de não utilizar as reservas de tempo propostos, na sua totalidade;
- A adaptação à CCPM torna-se mais difícil de ser implementada quando existe alguma resistência à mudança na alteração cultura e nos escalões mais altos da empresa responsável para gestão do projecto, o que dificulta: a aceitação da Gestão e Direção da empresa; a compreensão e aceitação pelos colaboradores

envolvidos; a conscientização e envolvimento dos colaboradores; a formação dos coordenadores de projecto para a monitorização e análise dos resultados obtidos através da análise *buffers* de projecto.

Como avaliação final, considera-se o método proposto uma mais-valia ao caso estudado, tendo em conta a facilidade permitida no controlo e monitorização do projecto em causa, implicando uma intervenção rápida e oportuna, satisfazendo as necessidades e o acordado com o cliente.

Em conclusão é possível afirmar que o presente trabalho cumpriu com o objectivo a que se propôs, muito por culpa da possibilidade da utilização de um *software* de apoio, ProChain, que depois de dominado, permitiu comprovar e visualizar diferentes situações teóricas da CCPM.

Assim a CCPM contribui de forma muito positiva e com muitas vantagens para a Gestão de projectos no caso de estudo.

6.2 Perspectivas futuras

Sendo que o caso de estudo nada mais é do que uma simulação do acompanhamento de um projecto, e não o acompanhamento em tempo real, um dos próximos passos a desenvolver é promover esse mesmo acompanhamento desde uma fase embrionária de um projecto, até a sua fase de conclusão.

Futuros estudos poderão centrar-se na tentativa de formular hipóteses de trabalho a partir da utilização de diferentes *softwares*, pois permitirá verificar de que forma outros programas executam as diferentes ferramentas, e se essas ajudam e facilitam ainda mais a aplicação da CC nos casos reais dos projectos a executar. Esse estudo permitiria obter uma base de dados interessante que indicaria para cada tipo de projecto a executar com o método CCPM, qual o melhor *software* a utilizar, e quais as vantagens e desvantagens de cada um.

Considera-se que seria interessante desenvolver outros estudos complementares tomando em conta as limitações inerentes a este trabalho, que são essencialmente uma consequência da não aplicabilidade num caso de estudo em tempo real, no desenrolar do projecto, mas sim a simulação num projecto já desenvolvido.

No caso de se aplicar em tempo real as limitações são principalmente a necessidade de promover uma formação e sensibilização de todos os intervenientes num determinado projecto para o tipo de metodologia a utilizar, no caso a da CCPM. Seria interessante desenvolver um estudo que identificasse e procurasse colmatar todas as dificuldades durante esse mesmo ensaio, sendo que pode ser um processo difícil e que no caso de existirem empresas subempreiteiras, como no caso de estudo, dependerá sempre da abertura desses parceiros a seguirem e aceitarem esse tipo de planeamento e monitorização.

Do ponto de vista efectivo e real num projecto de pequena escala, caso seja possível, será planeado e acompanhado um projecto com base na CCPM, sabendo que as mais-valias da sua utilização, superam largamente as dificuldades da sua utilização e ensaio, mais ainda se os envolvidos (recursos humanos) não forem muitos, nem as tarefas a desenvolver demasiado complexas.

Referências Bibliográficas

- Abbasi, Y. G., Al-Mharmah (2000). Project management practice by the public sector in a developing country. *International Journal of Project Management*, Vol. 18(3), 105–109.
- Abreu, A., & Tenera, A. (2008). A tac perspective to improve the management of collaborative networks. *IFIP International Federation for Information Processing*, 567–576.
- Alam, M., Gale, A., Brown, M., & Kidd, C. (2008). The development and delivery of an industry led project management professional development program A case study in project management education and success management. *International Journal of Project Management*, 26(3), pp. 223-237.
- Avots, I. 1970. “Why does project management fail?” *Management Review* 59(10):36–41.
- Bergland, E. (2016). *Get it Done On Time! A Critical Chain Project Management/Theory of Constraints Novel* (1st ed.). Apress.
- Boyd, L., & Gupta, M. (2004). Constraints Management: What is the theory? *International Journal of Operations & Production Management*, 24(4), 350-371.
- Brooks, F. P. (1995). *The Mythical Man-Month. Anniversary Edition*. Boston: AddisonWesley.
- Camilleri, E., (2011). *Project Success: Critical Factors and Behaviours*, First ed. Gower Publishing Limited, Farnhan.
- Carden, L. L., & Egan, T. M. (2008). Human Resource Development and Project Management: Key Connections. *Human Resource Development Review*, 7(3), 309–338.
- Chakravorty, S.; Atwater, J. (2005) The impact of free goods on the performance of drum-buffer-rope scheduling systems, *International Journal of Production Economics*, v. 95, n. 3, p. 347-357.

- Chawan, P. M., Gaikwad, G. P., & Gosavi, P. S. (2012). CCPM: TOC Based Project Management Technique. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(3), 1048-1052.
- Cogan, S., (2007). *Contabilidade Gerencial: Uma abordagem da teoria das restrições*. São Paulo: Saraiva Concursos e Univesitário.
- Correia, F., & Abreu, A. (2011). An overview of Critical Chain applied to Project Management. *Recent Advances in Manufacturing Engineering*, 2 (5): 261-267.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study.
- Dettmer, H. W. (1997). *Goldratt's Theory of Constraints: A Systems Approach to Continuous Improvement*. ASQC Quality Press, Milwaukee, WI.
- Dettmer, H. W. (2007). *The Logical Thinking Process: A Systems Approach to Complex Problem Solving*, ASQ Quality Press ,United States of America.
- El-Reedy, M. A. (2016) *Practical Risk Management for Oil and Gas Projects*, in *Project Management in the Oil and Gas Industry*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
- Ellis, G. (2016). *Project Management in Product Development*, Butterworth-Heinemann, Boston.
- Cox, J., & Schleier, J. (2010). *Theory of Constraints Handbook*. (McGraw-Hill Education, Ed.) (1st ed).
- Fawcett, Stanley E. and Pearson, John N. (1991), *Understanding and applying Constraint Management in Today's Manufacturing Environments*, *Production and Inventory Management Journal*, v.32 (3), pp.46-55.
- Ghaffari, M., & Emsley, M. W. (2015). Current Status and Future Potential of the Research on Critical Chain Project Management. *PM World Journal*, IV(Ix), 1-25.
- Giuntini, N., Giorgi, W. A. B. Di, Pizolato, C. D. L., & Xavier, J. S. (2014). *Teoria das Restrições: uma nova forma de "ver e pensar" o gerenciamento empresarial*. *FACESP-Fac.Ciências Econômicas de S.Paulo*, 1-14.
- Goldratt, E. M. (1997). *Critical Chain* (1st ed.). Great Barrington, USA: North River Press, 246.

- Goldratt, E. M. (1999). What is this thing called Theory of Constraints. *Structure*, 1-159.
- Gouveia, L., (2010). *A Origem da Gestão de Projectos*, 2.1, 1-5
- Gupta, A., Bhardwaj, A., Kanda, A. (2010). Fundamental Concepts of Theory of Constraints: An Emerging Philosophy. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Vol. 4 (10), pp. 595-601.
- Hartmann, A., & Jansen, R. (2008). *Critical Chain Project Management (CCPM) at Bosch Security Systems (CCTV)*. Master of Science Thesis, University of Twente.
- Hughes, M. W. 1986. "Why projects fail: The efforts of ignoring the obvious," *Industrial Engineering* 14-18.
- Izmailov, A., Korneva, D., & Kozhemiakin, A. (2016). Project Management Using the Buffers of Time and Resources. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 235, 189-197.
- Jacob, D. B., & McClelland, W. T. J. (2001). *Theory of Constraints Project Management, A Brief Introduction into the Basics*. AGI Goldratt Institute, 1-12.
- Kazan, A. I., & Region, V. (2016). Effective Project Management with Theory of Constraints. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 229(March), 96-103.
- Kerzner, H., (2004). *A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*, 8th Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Kim, S., Mabin, V. J., & Davies, J. (2008). The theory of constraints thinking processes: retrospect and prospect. *International Journal of Operations & Production Management*, 28(2), 155-184.
- Larson, E. W., Gray, C. F., & Gray, C. F. (2011). *Project management: The managerial process*, 297.
- Leach, L. P. (2005). *Critical Chain Project Management (2nd ed)*. Norwood, USA Artech House.
- Lechler, T. G., Ronen, B., & Stohr, E. a. (2005). Critical Chain: A New Project Management Paradigm or Old Wine in New Bottles? *Engineering Management Journal*, 17(4), 45-58.

- Levinson, W. (2007). *Beyond the Theory of Constraints: How to Eliminate Variation & Maximize Capacity*; Productivity Press, New York. ISBN-13: 978-1563273704
- Lockyer, K. G., & Gordon, J. (2005). *Project management and project network techniques* (Vol. 7.), Pearson Education.
- Luchese, J., Bauer, J. M., Vargas, A., Saueressig, G. G., De Souza, M. C., & Sellitto, M. A. (2016). Implantação Da Lógica Tambor-Pulmão-Corda Em Uma Empresa Da Indústria Moveleira. *Holos*, 8, 262-276.
- Mabin, V. (1990). Goldratt's Theory of Constraints thinking processes: A systems methodology linking soft with hard, history, vol. 1990, pp. 1994-1997.
- Moder, J., & Phillips, C. (1964). *Project management with CPM and PERT*. New York, NY: Reinhold Publishing Corp.
- Noreen, E.; Smith, D.; Mackey, J. T. (1996) A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial: um relatório independente. São Paulo: Educator.
- Oenning, V., Neto, A. R., & Vasata, A. R. (2008). Aplicação de uma Árvore da Realidade Actual (ARA) e do Diagrama de Dispersão das Nuvens para encontrar e solucionar problemas. XV Congresso Brasileiro de Custos, 15.
- Padalkar, M., & Gopinath, S. (2016). Six decades of project management research: Thematic trends and future opportunities. *International Journal of Project Management*, 34(7), 1305-1321.
- Pandit, S. V., & Naik, G. R. (2006). Application of theory of constraints on scheduling of drum-buffer-rope system. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, Vol. 2, 15-20.
- Patrick, F. S. F. (2001). Critical Chain and Risk Management Protecting Project Value from Uncertainty, *Focused Performance*, 1-13.
- Platje, A., & Wadman, S. (1998). From Plan-Do-Check-Action to PIDCAM: the further evolution of the deming-wheel. *International Journal of Project Management*, 16(4), 201-208.
- PMI. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Project Management Journal (Vol. 44), 5th edition.

- Quelhas, O., & Barcaui, A. (2004). A Teoria das Restrições aplicada a Gerência de Projectos: Uma Introdução à Corrente Crítica. *Revista Pesquisa*, 2, 1-21.
- Rand, G. (2000). Critical chain: The theory of constraints applied to project management. *International Journal of Project Management*, 18(3), 173-177.
- Reid, Richard A. (2007). Applying the TOC five-step focusing process in the service sector: A banking subsystem, *Managing Service Quality: An International Journal*, Vol. 17 Issue: 2, pp.209-234
- Ribeiro, P. (2000). *Fundamental do Microsoft Project (3aed)*. Lisboa: FCA.
- Robinson, H., Road, S. W. O., Orchard, P., & Richards, R. (2010). *Critical Chain Project Management : Motivation & Overview*, 1-10.
- Rose, K. H., & Leach, L. P. (2001). *Critical Chain Project Management*. *Project Management Journal*, 32(1), 55.
- Scheinkopf, L. (1999). *Thinking For Change: Putting the TOC Thinking Processes to Use*. St. Lucie Press / APICS Series on Constraints Management: Boca Raton, FL.
- Schrage, Eli; Dettmer, H William (2000). *Manufacturing at Warp Speed: Optimizing Supply Chain Financial Performance*. CRC Press.
- Silva, É; Rodrigues, L.; & Lacerda, D. (2012). Aplicabilidade da corrente crítica da teoria das restrições no gerenciamento de projectos executivos de engenharia: um estudo de caso em uma refinaria de petróleo. *Gestão & Produção*, 19(1), 1-16.
- Smith, D. (2000). *The measurement nightmare: How the theory of constraints can resolve conflicting strategies, policies, and measures*. Boca Raton: CRC Press.
- Sokovic, M.; Pavletic, D.; & Pipan, K. (2010). Quality Improvement Methodologies - PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, Eslovênia, v. 43, n. 1, p. 476-483
- Steyn, H. (2002). Project management applications of the theory of constraints beyond critical chain scheduling. *International Journal of Project Management*, 20, 75-80.
- Tenera, A. (2006). *Contribuição para a Melhoria da Gestão da Incerteza na Duração dos Projectos Através da Teoria das Restrições*, Dissertação de Doutoramento em Engenharia e Gestão Industrial, FCT/UNL, Lisboa.

- Tenera, A., & Abreu, A. (2007). a Teoria Das Restrições Na Melhoria Da Gestão Das Redes De Produção Em Ambientes Colaborativos, CIBIM08 - 8º Congresso Iberoamericano em Engenharia Mecânica, Cusco, Peru.
- Tereso, A. P. (2002). Alocação adaptativa de recursos em redes de actividades multimodais, Dissertação de Doutoramento, Universidade do Minho.
- Varajão, J. (2016). Success Management as a PM Knowledge Area - Work-in-Progress. *Procedia Computer Science*, 100, 1095-1102.
- Vargas, R. V. (2013). Analise de Valor Agregado.
- Wanderley, C. A. N., & Cogan, S. (2012). Árvore da Realidade Actual (ARA), Diagrama de Dispersão de Nuvem (DDN) e Árvore da Realidade Futura (ARF): Aplicação Em Uma Bateria de Escola de Samba do Carnaval Carioca. *ConTexto*, 12(21), 41-58.
- Watson, Kevin J.; Blackstone, John H.; Gardiner, Stanley C. The evolution of a management philosophy: The Theory of Constraints. *Journal of Operations Management*, n. 25, p. 387-402, 2007.
- Woepfel, M. (2005). *Projects in Less Time - A synopsis of critical chain*. BookSurge Publishing.
- xin, J., & xiaopei, L. (2012). Continuous Optimization Path of Hydraulic Engineering Project Management Based on TOC. *Procedia Engineering*, 28(2011), 483-488.

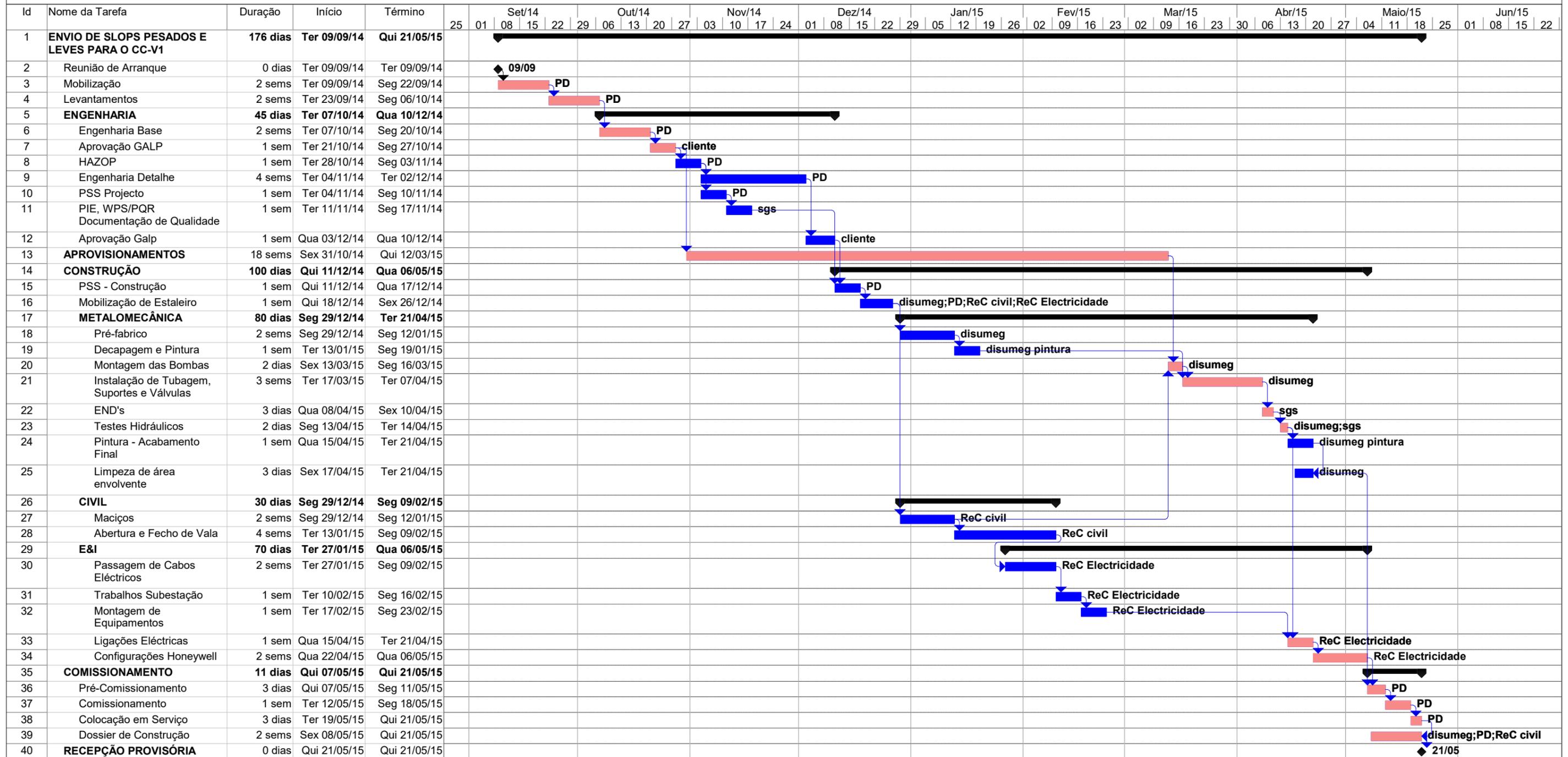
Anexos

Lista de Anexos:

Anexo A - Planeamento tradicional inicial

Anexo B - Planeamento CCPM

Anexo A. Planeamento Tradicional Inicial



Projecto: PR14.022
Data de Actualização: 15.09.2014
Revisão: 0

Divisão crítica		Resumo de Projecto		Manual Task		Finish-only		Crítica	
Tarefa		Tarefas Externas		Duration-only		External Tasks			
Dividir		Marco Externo		Manual Summary Rollup		External Milestone			
Marco		Inactive Milestone		Manual Summary		Progresso			
Sumário		Inactive Summary		Start-only		Prazo			

Anexo B. Planeamento CCPM



Project: PR14.018-PL-G-10-001=0-Pla
Date: Thu 29/12/16

Task		Manual Task		Manual Critical Chain		Progress		Milestone		Project summary		Independent subproject		Duration-only	
Deadline		Manual Task		Buffer		Milestone		Milestone, critical chain		External task		Inactive Task		Start-only	
Split task		Critical Chain		Progress		Milestone, critical chain		Summary		External milestone		Inactive Milestone		Finish-only	
Task		Manual Critical Chain		Progress		Summary		Subproject		Inactive Summary		Inactive Summary			