

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANTONIO AUGUSTO CERATI DE MORAES

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA GESTÃO DE PROJETOS POR CORRENTE
CRÍTICA NOS PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E
NA GESTÃO DE PORTFÓLIO DE UM FABRICANTE DE AERONAVES

BAURU

2015

ANTONIO AUGUSTO CERATI DE MORAES

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA GESTÃO DE PROJETOS POR CORRENTE
CRÍTICA NOS PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E
NA GESTÃO DE PORTFÓLIO DE UM FABRICANTE DE AERONAVES

Dissertação de Mestrado apresentada como
requisito para obtenção do título de Mestre
em Engenharia de Produção pela Faculdade
de Engenharia de Bauru da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Área de Concentração:

Gestão Estratégica da Produção e Sistemas.

Orientador:

Prof. Dr. Fernando Bernardi de Souza

BAURU

2015

Moraes, Antonio Augusto Cerati.

Análise da aplicação da gestão de projetos por corrente crítica nos processos de desenvolvimento de produtos e na gestão de portfólio de um fabricante de aeronaves / Antonio Augusto Cerati Moraes, 2015
106 f.

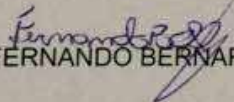
Orientador: Fernando Bernardi de Souza

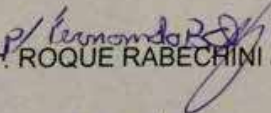
Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2015

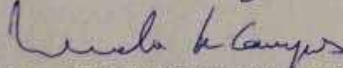
1. Gestão de portfólio. 2. Processo de desenvolvimento de produtos. 3. Corrente crítica. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de ANTONIO AUGUSTO CERATI DE MORAES, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, DO(A) FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU.

Aos 22 dias do mês de janeiro do ano de 2015, às 09:00 horas, no(a) Anfiteatro da Seção Técnica de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia de Bauru, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. FERNANDO BERNARDI DE SOUZA do(a) Departamento de Engenharia de Produção / Faculdade de Engenharia de Bauru, Prof. Dr. ROQUE RABECHINI JUNIOR do(a) Departamento de Administração/UNINOVE, Prof. Dr. RENATO DE CAMPOS do(a) Departamento de Engenharia de Produção / Faculdade de Engenharia de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de ANTONIO AUGUSTO CERATI DE MORAES, intitulado "ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA GESTÃO DE PROJETOS POR CORRENTE CRÍTICA NOS PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E NA GESTÃO DE PORTFÓLIO DE UM FABRICANTE DE AERONAVES". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. FERNANDO BERNARDI DE SOUZA


Prof. Dr. ROQUE RABECHINI JUNIOR


Prof. Dr. RENATO DE CAMPOS

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e as oportunidades concedidas.

À minha família, minha mãe Lilia Maria Cerati de Moraes, meu pai Antonio Carlos de Moraes, meu irmão Carlos Augusto Moraes e minha irmã Cássia Maria Moraes pelo incentivo, cooperação e pela força.

Aos gestores entrevistados pela atenção, disposição e colaboração que permitiram realizar este trabalho.

Aos professores da banca de qualificação pelos comentários valiosos.

Aos meus amigos de longa data e aos que conquistei.

E, principalmente, ao meu orientador Prof. Dr. Fernando Bernardi de Souza pela paciência, inspiração e dedicação com quem me atendeu durante todo esse tempo.

RESUMO

Em vista da necessidade crescente das empresas sustentarem suas vantagens competitivas, a gestão de portfólio, como parte de um processo de desenvolvimento de produto, apresenta desafios na medida em que os ciclos de vida dos produtos têm diminuído ano após anos. Trabalhos acadêmicos defendem a tese de que o método de Gestão de Projetos por Corrente Crítica (CCPM - *Critical Chain Project Management*) tende a trazer bons resultados na gestão de multiprojetos, mas a maioria destes trabalhos não foca em ambientes de desenvolvimento de produtos e, mais especificamente, a forma pela qual a CCPM apoia a gestão de portfólio nestes tipos de ambientes. Tal lacuna ganha em interesse quando se considera que alguns trabalhos científicos apontam as dificuldades em se fazer uma efetiva gestão de portfólio. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar a aplicação da CCPM como método de apoio a atividades de PDP (Processo de Desenvolvimento de Produtos) em geral e de gestão de portfólio, em específico, por meio de um estudo de caso em uma empresa fabricante de aeronaves autodeclarada utilitária da técnica CCPM. Os resultados permitiram concluir que a CCPM traz ganhos quantitativos significativos ao desempenho no gerenciamento de ambiente multiprojetos, contribuindo para o PDP e a gestão de portfólio da empresa objeto de estudo. Particularmente no setor de aviação comercial da empresa, foi relatado aumento na quantidade de projetos entregues por ano, redução do *lead time* e aumento da produtividade.

Palavras-chave: Gestão de Portfólio, Processo de Desenvolvimento de Produtos, Corrente Crítica.

ABSTRACT

Due to the growing need of industry to sustain its competitive advantage, the portfolio management, as part of a process of the product development, presents challenges as the products' life is decreasing year by year. Academic studies support the thesis that the Critical Chain Project Management (CCPM) tends to bring good results in the management of multi-project, but most of these studies did not focus on product development environments and more specifically, the manner in which the CCPM supports the portfolio management in these types of environments. Such a gap earns in interest when considering that some scientific studies point out the difficulties of developing an effective portfolio management. Thus, this work aims to study the application of CCPM as a method of supporting the activities of PDP (Product Development Process) and overall portfolio management, in particular, in the form of case study work in a manufacturer of self-declared utilitarian aircraft CCPM technique. The results showed that the CCPM has significant quantitative gains in performance in managing multi-project environment, contributing to the PDP and the portfolio management of the subject company under study. Particularly in the commercial aviation sector of the company, it was reported increase in the number of projects delivered per year, reducing the lead time and increased productivity.

Keywords: Portfolio Management, Product Development Process, Critical Chain.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Quantidade de publicações sobre o tema Processo de Desenvolvimento de Produto	21
Figura 2: Quantidade de publicações sobre o tema Corrente Crítica.....	21
Figura 3: Quantidade de publicações sobre o tema Gestão de Portfólio.....	22
Figura 4: Estágios do desenvolvimento de produtos.....	30
Figura 5: O processo de desenvolvimento de produtos.	32
Figura 6: Funil do desenvolvimento de produto.	34
Figura 7: Um projeto . espiral para o desenvolvimento de um navio.	34
Figura 8: Processo interativo de desenvolvimento de produto.	35
Figura9: Modelo de PDP de Pugh.....	36
Figura 10: Stage-gate genérico.....	37
Figura 11: Framework de Seleção de Portfólio.....	42
Figura 12: Cálculo simplificado de pulmão proposto por Newbold.....	53
Figura 13 : Gráfico de portfólio de projetos.	59
Figura 14: Passos para implementação da corrente crítica no ambiente multiprojetos.....	60
Figura 15: Procedimentos de um modelo de seleção de portfólio de acordo com a TOC.....	61
Figura 16: Etapas do PDP da empresa.....	71
Figura 17: Etapas do PDP da empresa.....	84

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Mecanismos de acúmulo e desperdícios de segurança.....	50
Quadro 2: Técnicas da CCPM utilizadas na empresa.....	83

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Protocolo do estudo de caso – visão geral do projeto (YIN, 2005).....	66
Tabela 2- Protocolo do estudo de caso – procedimento de campo (YIN, 2005).....	67

ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCPM - *Critical Chain Project Management*

CPM – *Critical Path Method*

PDP - Processo de Desenvolvimento de Produtos

PERT - *Program Evaluation and Review Technique*

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PVP – Valor Presente de Lucro

PVTR – Valor Presente da Receita total

RAI – Taxa de investimento médio

ROI – Retorno sobre investimento

TIR – Taxa Interna de Retorno

TOC - *Theory of Constraints*

VPL – Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 JUSTIFICATIVA, MOTIVAÇÃO E PROBLEMA DE PESQUISA	18
1.2 OBJETIVO DO TRABALHO.....	20
1.3 MÉTODO DE PESQUISA.....	20
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	20
2. O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	24
2.1 CONCEITUAÇÃO.....	22
2.2 MODELOS DE PDP	29
2.2.1 Modelo de Rozenfeld	33
2.2.2 Modelo linear	33
2.2.3 Modelo Iterativo.....	34
2.2.4 Modelo de Pugh	35
2.2.5 Modelo de Cooper.....	36
2.3 GESTÃO DE PORTFÓLIO DE PRODUTOS.....	37
2.3.1 Modelos de seleção de portfólio	43
3. A GESTÃO DE PROJETOS POR CORRENTE CRÍTICA.....	46
3.1 FALHAS NA GESTÃO DE PROJETOS SEGUNDO A CCPM	47
3.2 A CCPM NA GESTÃO DE MONOPROJETOS	48
3.3 A CCPM NA GESTÃO DE MULTIPROJETOS E DE PORTFÓLIOS	55
3.4 RELAÇÃO CONCEITUAL ENTRE OS TEMAS	62
4. MÉTODO DE PESQUISA	63
4.1 ESCOLHA METODOLÓGICA.....	63
4.2 UNIDADE DE ANÁLISE.....	64
4.3 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	65
5. ESTUDO DE CASO	68
5.1 A EMPRESA.....	68
5.2 Entrevistas e análise documental	69

5.2.1 Processo de Desenvolvimento de Produtos	69
5.2.2 Gestão de Portfólio de Produtos	73
5.2.3 Uso do método da CCPM.....	75
6. ANÁLISE E DISCUSSÃO	79
6.1 Análise do Processo de Desenvolvimento de Produtos	79
6.2 Análise da Gestão de Portfólio	80
6.3 Análise da utilização da CCPM e sua relação com o Processo de Desenvolvimento de Produtos e Gestão de Portfólio	80
7. CONCLUSÕES	85
REFERÊNCIAS	88
APÊNDICE 01	100

1. INTRODUÇÃO

Muitas organizações têm sido pressionadas a firmar compromissos de entregar mais e mais projetos de inovação com menores prazos para atender a demanda crescente do mercado, enquanto procuram se manter competitivas num mundo globalizado. Por outro lado, apesar de todo o aparato tecnológico e softwares robustos de gerenciamento, os projetos levam tanto ou mais tempo que há dez anos e muito frequentemente encontram-se atrasados, acima do orçamento ou têm seus requerimentos e especificações cortados para cumprir seus prazos originais. Neste ambiente de incertezas, fortes pressões por prazos e recursos limitados, as práticas convencionais de gerenciamento de projetos parecem não ser mais suficientes (GRANER, 2014).

O tempo de entrega tem assumido um nível de significância relevante como diferencial competitivo atualmente. Há uma tendência crescente entre os clientes para avaliar fornecedores levando em conta vários fatores, tais como preço, qualidade, serviço etc., com tendência para um predomínio em termos de relevância para o item prazo de entrega. A pontuação ponderada resultante da análise de todos estes fatores muitas vezes determina se um fornecedor ainda vai ter a permissão de ofertar seu serviço. Como resultado, os fornecedores agora enfrentam enormes pressões para gerenciar melhor seus projetos em todas as fases de produção (AGARWAL; BORCHERS; CRANE, 2010).

Campbell e Cooper (1999) indicam que, no ambiente caótico e em rápida transformação dos dias atuais, o crescimento contínuo e duradouro das empresas depende do sucesso do desenvolvimento de novos produtos. No entanto, novos concorrentes, inovações tecnológicas e demandas dinâmicas dos clientes têm reduzido significativamente o ciclo de vida do produto. Embora os gestores reconheçam a importância do desenvolvimento de novos produtos, a maior parte dos PDP fracassa.

Stevens e Burley (2003) observaram que apenas 60% dos projetos de PDP sobrevivem do início até a comercialização, apesar da aplicação da sistematização de processos de *stage-gates*. A principal razão apontada é que os processos de PDP não foram rigorosamente controlados, levando a resultados de produtos não conformes com as exigências do mercado (CHAN, 2011).

Desenvolver novos produtos envolve atividades típicas de Gerenciamento de Projetos, assim como todas as suas dificuldades subjacentes. O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) é visto hoje como um dos processos-chave em empresas que desenvolvem seus

produtos e almejam manter e/ou aumentar sua participação no mercado. O PDP se constitui num dos processos-chave de qualquer empresa que se proponha a competir por meio da criação de produtos próprios e da busca de liderança tecnológica. Na medida em que os ciclos de vida dos produtos diminuem ano após ano, o estudo das técnicas de gestão de portfólio, como parte do PDP, apresenta enormes desafios (ZANATA, 2010).

O desenvolvimento de produtos é um processo que envolve a geração de ideias, design do produto e o detalhamento de engenharia. O processo de desenvolvimento é diferente do processo produtivo, pois pode envolver centenas de atividades funcionais. Com o aumento da complexidade dos produtos, não apenas o número de atividades funcionais aumenta, mas também as relações entre as atividades funcionais tornam-se mais complicadas, sendo muitas vezes repetidas. As ferramentas de desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos tradicionais, como PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e Gráfico de Gantt, tendem a não ser mais suficientes para auxiliar essas atividades. Esse processo tradicional pode deixar de cumprir os requisitos para o desenvolvimento complexo dos produtos, uma vez que falta uma gestão unificada e eficaz. Portanto, torna-se necessário ter pleno domínio sobre o processo de desenvolvimento integrado na fase inicial, estabelecendo um modelo unificado para alcançar uma transição suave para os diferentes estágios de desenvolvimento (LI, CHANG, 2005).

A gestão de portfólio de projetos, por sua vez, é um importante tema para a indústria nacional, que enfrenta concorrência acirrada no mercado internacional. O crescimento no número de organizações que orientam suas atividades por projetos, em particular aquelas que empreendem o desenvolvimento de produtos, tem sido frequentemente citado na literatura acadêmica (MATA, 2008).

Diante da dificuldade em utilizar métodos formais para priorizar projetos, a priorização e alocação de recursos, são tratados em geral por métodos matemáticos de otimização de difícil aplicação, levando as empresas interessadas na melhoria do processo de gestão de portfólio a criar métodos próprios de tomada de decisão (RAND, 2000).

Rand (2000) afirma também que a gestão tradicional de projetos (geralmente via técnicas PERT / CPM) não conseguiu resolver os problemas crônicos de entregas no prazo, despesas acima do esperado e uma necessidade de cortar as especificações que todo gestor de projetos vivencia. Estas abordagens não levam satisfatoriamente em conta a disponibilidade de recursos, mas também acumulam grande quantidade de reserva de contingência em cada atividade para atrasos inesperados. No entanto, esta reserva de contingência é perdida ou

desperdiçada devido à chamada "síndrome do estudante", que seria o fato de deixar tudo para a última hora e/ou "síndrome de Parkinson", segundo o qual o trabalho se expande para preencher o tempo disponível para sua conclusão. Isto exige uma análise rigorosa do problema central de gargalos associados ao gerenciamento de projetos.

Nascimento (2007) aponta que a Gestão de Projetos por Corrente Crítica (*Critical Chain Project Management* - CCPM) é uma metodologia de gerenciamento de projetos que visa superar dois dos principais desafios nesta área: concluir cada projeto no menor tempo possível e conduzir mais projetos sem a necessidade de recursos adicionais por meio da organização. Neste sentido, a CCPM pode potencialmente contribuir não apenas com a gestão de projetos em geral, mas, especificamente, com a gestão de portfólio em processos de desenvolvimento de produtos.

O desenvolvimento de um novo produto, tipicamente, se desenrola em um ambiente multiprojeto onde equipes diferentes têm que compartilhar conhecimento, habilidades e recursos limitados. Gerentes, frequentemente, introduzem diversos projetos em paralelo, os recursos ficam divididos entre os diferentes projetos e ocorre troca de pessoas entre equipes de projetos, o que muitos gerentes julgam ser apropriado. Em diversas organizações, atualmente, os métodos tradicionais de gestão de projetos, como método do caminho crítico (CPM – *Critical Path Method*) ainda é amplamente utilizado. Devido à severidade das limitações de recursos, esses métodos não são eficazes em ambientes multiprojetos, caso do processo de desenvolvimento de produto (SHANLIN, 2013). Dado esse cenário, o método da CCPM se apresenta como uma técnica potencialmente adequada para lidar nesses ambientes e, portanto, a CCPM pode ser uma técnica com elevado potencial para apoiar a gestão de portfólios no desenvolvimento de produtos.

Vários livros foram publicados explicando os conceitos subjacentes à técnica CCPM, como Goldratt (1998), Newbold (1998) e Leach, (2000), e uma série de pacotes de software com base em conceitos de programação de CCPM têm sido desenvolvidos, tais como: CONCERTO (REALIZATION, 2014), PROCHAIN (PROCHAIN, 2014) e PS8 (SCIFORMA, 2014). Muitos exemplos de aplicações bem sucedidas de CCPM têm sido citados na literatura (LEACH, 2000; MILLHISER; SZMEREKOVSKY, 2012). Um número de pesquisadores discutiram os conceitos subjacentes à CCPM e as diferenças entre CCPM e Método do Caminho Crítico em um nível conceitual (RAZ et al, 2003).

Acredita-se que a incapacidade de conceber a CCPM como um conjunto coordenado de ideias e práticas leva a problemas semelhantes na avaliação e compreensão do método (BUDD,

2010). Assim, encontra-se uma lacuna no estudo da CCPM, podendo-se verificar um ponto relevante do trabalho ao levantar a aplicação da CCPM no processo de desenvolvimento de produto.

Muitos trabalhos voltados ao tema CCPM se dedicaram a explicar seus conceitos ou a apresentar alguns casos de aplicação. Tais publicações, no entanto, não diferenciam aplicações em ambientes de projetos, em geral, daquelas voltados especificamente ao desenvolvimento de produtos, incluindo a Gestão de Portfólio.

Projetos de desenvolvimento de produtos possuem particularidades que necessitam ser consideradas. Isso é comprovado pela existência de muitos modelos teóricos de referência em PDP (MARKHAM; LEE, 2013). Esses modelos são muitas vezes tipificados por etapas sequenciais intercaladas com *checkpoints* ou *gates* (COOPER, 1999; WHEELWRIGHT; CLARK, 1993), cada um com listas de tarefas a serem concluídas (CLARKSON; ECKERT, 2005). A prática de *stage gates* ou processo de revisão de fases enfatiza a importância da efetiva atividade de pré-desenvolvimento, envolvendo as disciplinas de marketing e manufatura, segundo uma lógica de progressão linear (COOPER, 1999; BARCZAK et al., 2010, p. 14), com a imposição de uma estrutura formalizada de gerenciamento. Ecker et al. (2013, p. 92) definem formalidade no contexto dos processos de concepção como a “cumprir rigorosamente a regras e convenções.”

Esta pesquisa parte da premissa que avaliar as particularidades de aplicações da CCPM em ambientes de desenvolvimento de produtos é relevante para melhor compreender como a CCPM se adapta a estes tipos de ambientes, assim, como potencialmente pode ajudar a expandir a própria base de conhecimento em PDP e Gestão de Portfólio.

Nesse sentido, esta pesquisa tem como proposta verificar, em um ambiente real de desenvolvimento de produtos, de que forma a CCPM pode efetivamente contribuir com os processos de desenvolvimento de produtos em geral e na gestão de portfólio, em particular.

1.1 JUSTIFICATIVA, MOTIVAÇÃO E PROBLEMA DE PESQUISA

O contexto do ambiente de gerenciamento de projetos é complexo e parece haver um crescente uso do Método da Corrente Crítica (CCPM) no gerenciamento destes ambientes de projetos. A literatura aponta um crescente uso do Método da Corrente Crítica (CCPM) no gerenciamento do ambiente multiprojetos, chegando, por vezes a substituir por completo o emprego de ferramentas e metodologias mais consagradas, como o Método do Caminho Crítico (CPM) (MORAIS, 2011).

A solução para o Gerenciamento de Projetos é um dos desenvolvimentos mais poderosos da Teoria das Restrições. O livro “Corrente Crítica” do Dr. Eli Goldratt (1998) abriu um novo caminho para a Teoria das Restrições (*Theory of Constraints – TOC*). Ela foi desenvolvida para provar e apresentar uma forma simples, mas poderosa, de gerenciar um ambiente multiprojeto (FERNANDEZ, 2010).

Segundo Manhães (2011), diversas organizações relataram casos de sucesso do uso do método da CCPM: US Air Force, US Marine, US Navy, Bosch Security, Chysler, Erickson Aircrane, Hewlett Packard Company, Procter & Gamble Pharmaceuticals. Vale destacar a adoção da CCPM pelo governo japonês. Hiroaki (2008) cita a declaração do Ministério da Terra e Infraestrutura do Japão (MLIT) para informar que todos os Projetos de Obras Públicas daquele país passaram a ser geridos por CCPM, cerca de 20 a 30 mil empreendimentos ao ano, desde novembro de 2008.

Particularmente no universo da pesquisa acadêmica brasileira, diversos trabalhos versaram sobre o uso da CCPM, tendo como objeto de pesquisa o emprego desta metodologia como ferramenta aplicada a situações específicas por determinados segmentos industriais brasileiros, tais como paradas de plantas ou como proposição teórica alternativa ao CPM (FINOCCHIO, 2009).

Na literatura, podem-se encontrar muitas pesquisas sobre CCPM. São comuns, por exemplo, trabalhos acadêmicos que tratam da confrontação da CCPM com outros métodos, dentre os quais se destacam: Nascimento (2007), Finocchio (2009), Newbold (2008) e Millhiser e Szmerekovsky (2012). Outras, como Leach (2000) e Steyn (2002), defendem a tese que a CCPM é uma técnica que tende a trazer bons resultados na gestão de multiprojetos, mas a maioria destes trabalhos não foca ambientes de desenvolvimento de produtos e, mais especificamente, a forma pela qual a CCPM apoia a gestão de portfólio nestes tipos de ambientes. Tal lacuna ganha em interesse quando se considera que alguns trabalhos científicos apontam as dificuldades em se fazer uma efetiva gestão de portfólio (MACHACHA; BHATTACHARYA, 2000; AVINERI, 2000; CHANG et al; 2010).

Assim, a motivação desta pesquisa é responder os seguintes problemas de pesquisa: como a CCPM pode influenciar os Processos de Desenvolvimento de Produtos (PDP) em geral e a gestão de portfólio de produtos, em particular?

1.2 OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo central deste trabalho é analisar a aplicação da CCPM como método de apoio a atividades de PDP em geral e de Gestão de Portfólio, em específico, procurando verificar potenciais formas de aplicação em uma empresa com processos formais de desenvolvimento de produtos e também utilitária da técnica CCPM. Mais especificamente, o objetivo global pode ser desdobrado nos seguintes objetivos específicos:

- Identificar, com base na literatura, quais as práticas ou métodos propostos pela CCPM voltados a apoiar os processos de desenvolvimento de novos produtos e de gestão de portfólio;
- Compreender a forma pela qual a empresa objeto de estudo desenvolve seus produtos, o que inclui avaliar seus aspectos organizacionais, práticas e métodos adotados;
- Compreender a forma pela qual a empresa objeto de estudo gerencia o portfólio de seus projetos;
- Avaliar de que forma a utilização da CCPM auxilia no processo de desenvolvimento de novos produtos da empresa estudada;
- Avaliar de que forma a utilização da CCPM auxilia na gestão de portfólio da empresa estudada;
- Identificar possíveis adaptações ou dificuldades de uso da CCPM para atender as necessidades do ambiente de desenvolvimento de produtos estudado.

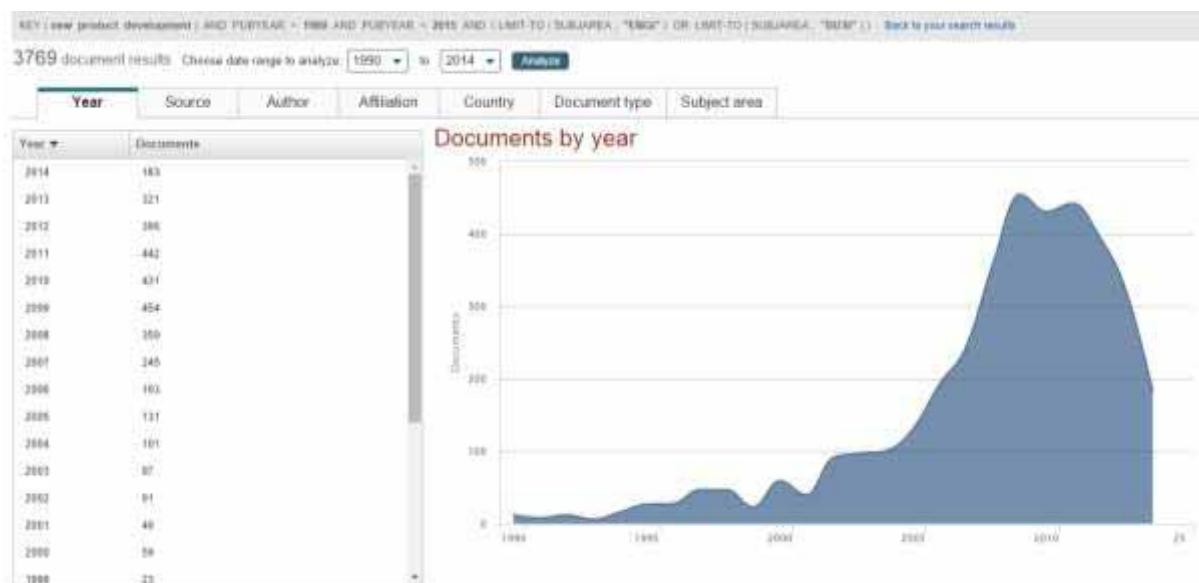
1.3 MÉTODO DE PESQUISA

Para alcançar os objetivos propostos, a presente pesquisa compreende duas fases complementares. A primeira fase constitui-se de uma pesquisa teórica visando levantar alguns dos principais trabalhos pertinentes aos temas Processos de Desenvolvimento de Produtos, Gestão de Portfólio e Gestão de Projetos por Corrente Crítica. O intuito é identificar eventuais pesquisas que tenham investigado como a CCPM pode contribuir com o PDP em geral e com a Gestão de Portfólio, em particular.

Segundo pesquisa na base de dados Scopus com uso do termo “*New Product Development*”, foram identificados, entre 1990 e 2014, 3769 trabalhos de pesquisas científicas nas áreas de Engenharia, Negócios e Administração. Esta constatação é importante para salientar a

relevância do objeto de estudo em pesquisas científicas. A Figura 1 ilustra os dados da pesquisa realizada na base de dados Scopus.

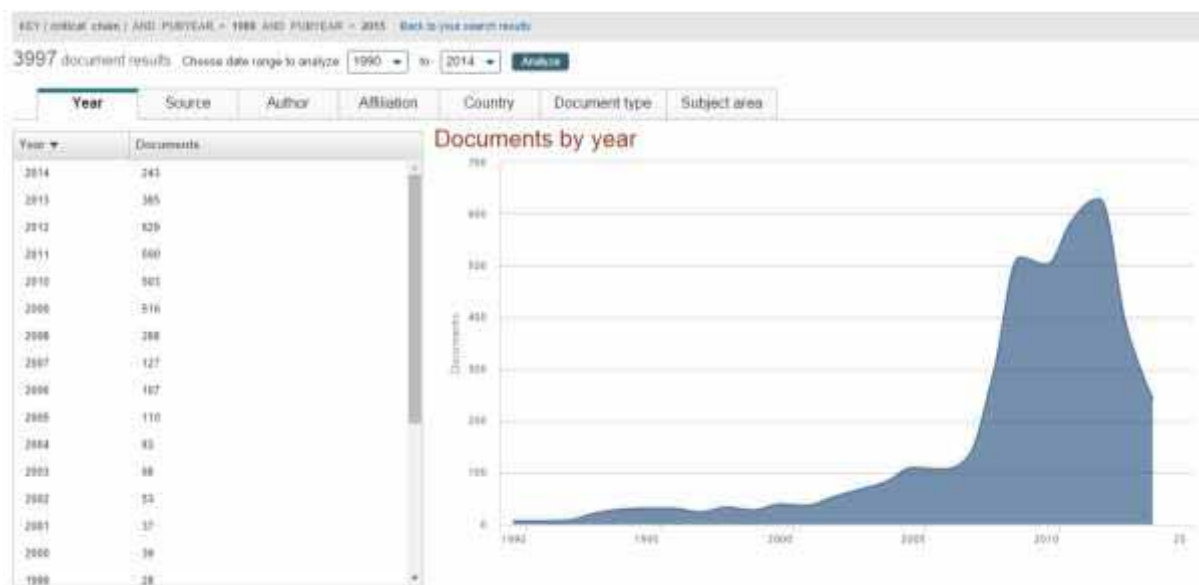
Figura 1: Quantidade de publicações sobre o tema Processo de Desenvolvimento de Produto



Fonte: Scopus.

Também por meio de pesquisa na base de dados Scopus, é possível identificar que a Corrente Crítica é igualmente pesquisada no meio acadêmico, tendo tido um grande aumento nos últimos anos. A Figura 2 representa a quantidade de publicações na base Scopus quando se faz uso do termo “*Critical Chain*”. Foram identificados 3997 trabalhos publicados entre 1990 e 2014.

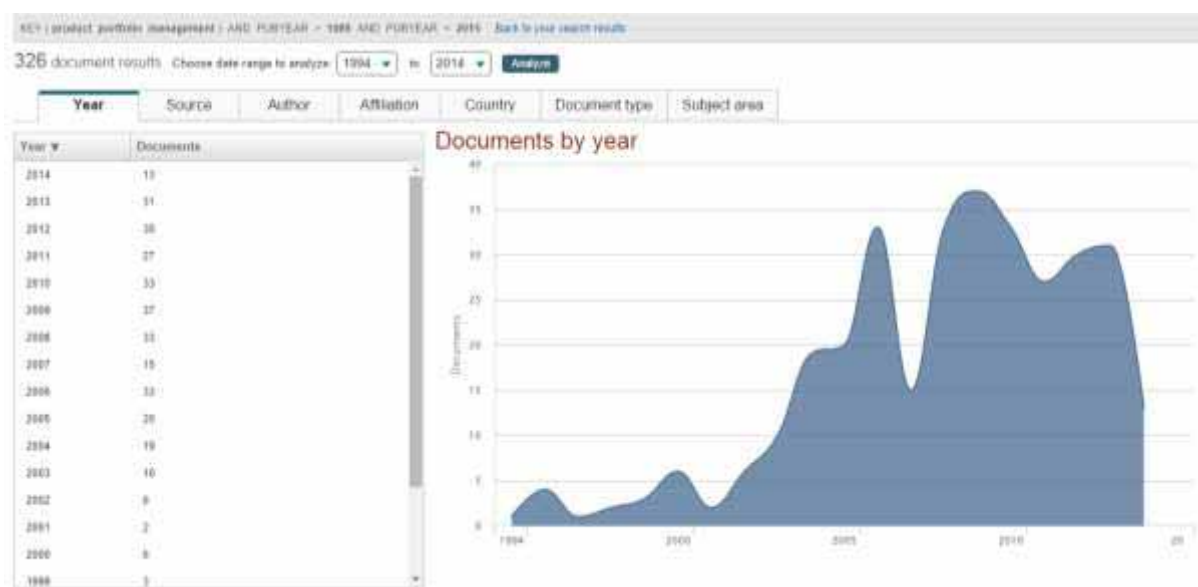
Figura 2: Quantidade de publicações sobre o tema Corrente Crítica



Fonte: Scopus.

O termo Gestão de Portfólio de Produto é também bastante pesquisado no meio acadêmico. A Figura 3 representa a quantidade de publicações sobre o objeto de pesquisa “*Product Portfolio Management*”, totalizando 326 trabalhos publicados entre 1990 e 2014 na base de dados Scopus.

Figura 3: Quantidade de publicações sobre o tema Gestão de Portfólio de Produto



Fonte: Scopus.

Do universo de trabalhos identificados que remetam aos termos mencionados (“New Product Development”, “Critical Chain” e “Product Portfolio Management”), pode-se verificar que os temas são comumente abordados de maneira periférica ou com pouco foco na área de engenharia ou gestão, dessa forma, foram selecionados para essa pesquisa aqueles mais diretamente voltados ao seu tema central. Foi utilizado como critério geral para seleção desses trabalhos aqueles mais recentemente publicados em revistas científicas internacionais com fator de impacto JCR. Trabalhos clássicos ou muito referenciados também foram utilizados na pesquisa.

Essa primeira parte do trabalho torna-se necessária uma vez que visa direcionar sua segunda parte, que consiste de uma pesquisa complementar de campo, na forma de estudo de caso, objetivando compreender de que forma a CCPM pode potencialmente contribuir para o PDP e para a Gestão de Portfólio de uma empresa que se autodefine como usuária da CCPM. Detalhes dos procedimentos adotados para coleta e análise dos dados ao longo do estudo de caso estão apresentados no capítulo 4 do presente trabalho.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está organizado em sete capítulos. No primeiro capítulo, foram apresentados, o contexto da pesquisa, sua justificativa, motivação e problema de pesquisa, o objetivo do trabalho, seu método de pesquisa e a estrutura na qual se organiza o trabalho.

O segundo capítulo apresenta a revisão da literatura relevante sobre PDP e Gestão de Portfólio, a fim de construir uma base teórica para apoio à pesquisa. No terceiro capítulo é focada a técnica CCPM, com especial atenção para como ela lida com projetos relacionados a desenvolvimento de produtos e gestão de portfólio de produtos.

O quarto capítulo detalha os procedimentos metodológicos, incluem os critérios para a seleção da literatura utilizada e os passos adotados para o desenvolvimento e coleta de dados durante o estudo de caso.

O estudo de caso propriamente dito está apresentado no quinto capítulo desta dissertação, no qual é descrita a empresa objeto de estudo e detalhado seu processo de desenvolvimento de produtos e gestão de portfólio. Os dados coletados são apresentados também neste capítulo.

O sexto capítulo discute os resultados encontrados, confrontando com a literatura sobre os temas. A conclusão do trabalho finaliza a dissertação em seu sétimo capítulo, na qual se pontuam os resultados, articulando-os com o objetivo inicial.

Diante da categorização da pesquisa, parte-se a seguir para a conceituação de seus temas principais, a fim de obter os subsídios necessários para o seu desenvolvimento.

2. O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Este capítulo apresenta o escopo de abrangência dos processos de desenvolvimento de produtos, seus conceitos e alguns de seus principais modelos de referência. O tema Gestão de Portfólio é também tratado neste capítulo, entendido aqui como parte de um processo mais amplo de desenvolvimento de produtos.

2.1 CONCEITUAÇÃO

Num sentido mais amplo dos objetivos a serem alcançados pelo PDP, Rozenfeld et al. (2006) mencionam quatro metas gerais: identificação das necessidades de mercado, identificação de alternativas tecnológicas, desenvolvimento de produtos de acordo com a expectativa de mercado em termos de qualidade, tempo e custo e fabricação no desenvolvimento do produto.

O alcance destas metas, porém, trazem desafios. Alguns problemas relacionados ao desenvolvimento de produtos podem ser considerados recorrentes. Cooper (2001) identificou sete principais:

- pobreza na execução de pesquisas de mercado (falha na identificação de reais necessidades do mercado);
- problemas técnicos;
- esforço insuficiente de marketing;
- mau planejamento de prazos;
- defeitos ou problemas nos produtos;
- maiores custos do que os inicialmente estimados;
- ausência de força/reação competitiva.

Segundo Li e Moon (2012), o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) é um processo de geração de idéias, através de projeto de produto e da manufatura com o objetivo de trazer um novo produto para o mercado. Existem alguns aspectos que caracterizam o PDP, como:

- Empresas que lançam novos produtos seguem uma programação planejada. Os projetos de PDP são planejados com antecedência em termos de especificações de projeto (cronograma de tarefas, datas dos stage-gates, alocação de recursos, medidas de performance), justificativas financeiras, avaliação de mercado preliminar e avaliação técnica (BROWN, 1995).

- Há a necessidade de um compromisso de recursos para determinado projeto, sendo normalmente predeterminado e estável, ou seja, certas quantidades de recursos são dedicadas a cada projeto de PDP como proposto no planejamento de recursos.
- Apesar dos aspectos predeterminados anteriormente no processo de PDP, a iteração é uma característica fundamental de projetos de design complexos que, no entanto, podem causar afastamento significativo do planejamento inicial, consumindo mais tempo e recursos do que o previsto e pode até levar ao fracasso de um projeto de PDP (SMITH, 1997).
- O conceito de engenharia simultânea, com recursos de engenharia multifuncionais integrados, tem sido amplamente adotado no meio acadêmico e na indústria (FORD, 1998). Adotando esse conceito, o ciclo do PDP pode ser acelerado e erros de projeto podem ser descobertos em fases iniciais. No entanto, trabalhar com informações preliminares podem aumentar a possibilidade de iterações em fases posteriores.
- Apesar do fato de que o processo de PDP está se tornando cada vez mais complexo, envolvendo centenas ou mesmo milhares de atividades interdependentes, que é atribuível ao aumento do volume de informações a serem processadas, certas estruturas gerais são repetíveis e podem ser percebidos desde que o projeto é ainda uma idéia, mas já com muitos padrões consistentes (BROWNING, 2007).

O PDP está associado ao tema inovação de produtos que pode ser classificada de acordo com o grau de mudança que o novo produto representa (ROZENFELD et al, 2006), sendo eles:

- Produtos radicais: são produtos com alto grau de novidade, geralmente vinculados a novas tecnologias, materiais e processo de produção.
- Produtos plataforma: são novos produtos ou famílias de produtos que apresentam um novo sistema de soluções para o cliente. Estão ligados com gerações anteriores do produto e não apresentam alterações na tecnologia.
- Produtos derivados: são alterações de projetos já existentes. Podem ser melhorias, reduções no custo ou reposicionamento do produto no mercado.

Segundo Ceccagnoli (2010), o PDP é uma fonte crucial de vantagem competitiva de uma empresa que pode criar diferenciação competitiva, estabelecer barreiras a entrada, abrir novos mercados e, eventualmente, aumentar receitas e lucros. Dois fatores são apontados como determinantes no sucesso de desenvolvimento de um novo produto: a velocidade da inovação do produto e a inovação do produto.

De forma a obter essa vantagem competitiva, Chan e Ip (2011) enfatizam a importância da relação com o cliente no desenvolvimento de um novo produto. Sob a perspectiva moderna de gerenciamento, maximizar valor ao cliente é a chave para se sobreviver a uma concorrência feroz no mundo dos negócios. Para colocar valor em seus novos produtos, as empresas precisam satisfazer os clientes para gerar lucros. Já foi empiricamente provado que a satisfação do cliente leva a lealdade do cliente e, no longo prazo, a rentabilidade. Dessa forma, novos produtos são um fator chave da satisfação do cliente e a satisfação do cliente desempenha um papel fundamental na sustentabilidade do negócio (GRANER, 2014).

Magdalena (2013) revela um importante efeito desse contingente do ambiente de mercado em estratégias de PDP. Introduzir novos produtos em um mercado constitui alto custo, alto retorno e alto risco de estratégia. No entanto, a literatura existente oferece percepções insuficientes sobre o efeito do ambiente de mercado no impacto do desempenho da estratégia de PDP. Szymanski (2007) mostra que a taxa de crescimento do mercado reforça o efeito da velocidade no desempenho do PDP, mas restringe o efeito da radicalidade tecnológica. Além disso, a radicalidade tecnológica tem um efeito mais forte sobre o desempenho da empresa em níveis elevados de incerteza da demanda.

Segundo Felekoglu et al. (2013), trabalho em equipe multifuncional, comunicação interna e externa, inter-relações firmes, transferência de conhecimento e apoio da alta administração são consideradas questões importantes que influenciam o sucesso de um Processo de Desenvolvimento de Produtos. O efeito da comunicação e as interações entre diferentes *stakeholders* são consistentemente considerados um dos mais importantes fatores de sucesso de um PDP. Dessa forma, o PDP é uma atividade inerentemente multifuncional e é amplamente reconhecido que esta natureza da multidisciplinaridade produz interações no PDP que dificulta seu gerenciamento (MAJAVA et al, 2012).

Sheng (2013) complementa que neste ambiente multidisciplinar, cada grupo pode ser visto tendo seus “próprios mundos” que cria barreiras interpretativas. Trabalho cooperativo em equipe significa que os funcionários de diferentes funções devem abranger esses limites por encontrar formas eficazes de interação e comunicação.

Apesar da importância da interação efetiva no PDP, poucos estudos até agora tem tentado investigar o uso de diferentes mecanismos para permitir uma interação eficaz através das fronteiras organizacionais do PDP (KLEINSMANN et al., 2010).

A gestão do desenvolvimento de produtos pode ser sistematizada por meio de processos de negócios, com etapas bem definidas que uma organização pode utilizar para transformar suas oportunidades e ideias em produtos finais. É importante que tais etapas estejam coerentes com sua estratégia competitiva e posicionamento (ECHEVESTE; RIBEIRO, 2010).

Enquanto as atividades técnicas, bem conhecidas da engenharia, são mais frequentemente executadas e melhor desempenhadas, Cooper (2001, p. 28) destaca que a fraqueza do PDP está relacionada com a pobreza de estudos de marketing, de análise financeira e de análise do negócio antes do lançamento dos produtos. O autor também ressalta que a falta de um processo de qualidade que garante a execução das fases e atividades do PDP também reflete negativamente na eficácia do processo. Segundo Amaral (2002), a utilização da abordagem por processos na área de pesquisa voltada ao desenvolvimento de produto tornou-se tradicional, e tal abordagem é vista como algo além de um conjunto específico de atividades da engenharia - tais como cálculo, desenhos e prototipagem.

Nesta visão de processos, o desenvolvimento de produtos engloba o conjunto de atividades realizadas pelos diversos setores funcionais da empresa, que permitem a transformação de informações sobre as necessidades do mercado em dados e recursos para a produção de um produto específico (AKROUSH, 2012).

O escopo do processo de desenvolvimento de produto tem sido cada vez mais ampliado. Como um exemplo, o seu início era anteriormente entendido como a definição das especificações do produto e, atualmente, é tido como o planejamento estratégico e gerenciamento de portfólio. Assim, diversas empresas assumem que o desenvolvimento de produto deve ser entendido como um processo que atravessa diversas funções organizacionais (AMARAL, 2002).

As decisões relacionadas com a definição das especificações devem ser coerentes com o planejamento da linha de produtos e com os objetivos e estratégias pré-definidos pela organização. Dessa forma, as empresas definem seu processo de desenvolvimento de produto tendo como ponto de partida o próprio planejamento estratégico da empresa. Por outro lado, uma vez que o escopo aumenta, atividades como a retirada do produto do mercado e o descarte dos produtos em desuso estão sendo consideradas cada vez mais como parte de seu desenvolvimento (ROZENFELD et al., 2006).

O desenvolvimento de produto se situa na fronteira da literatura de inovação que consiste em duas áreas de investigação: uma delas é ligada à tradição da economia-orientada, que examina

a inovação no nível macro padrão. A outra se concentra no nível micro, sobre como os produtos são desenvolvidos e como este processo pode ser estruturado de forma mais eficaz e gerenciável (ADLER, 1989 apud BROWN; EISENHARDT, 1995).

Rozenfeld et al. (2006, p. 3) definem desenvolvimento de produtos como:

(...) desenvolver produtos consiste em um conjunto de atividades por meio das quais se busca, a partir de necessidades do Mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas e de produto da empresa, chegar às especificações técnicas de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo...

A integração interfuncional é reconhecida como uma forma de melhorar o desempenho de um PDP (SWINK et al., 2006), permitindo uma melhor interação (BARCZAK et al, 2010). Na verdade, o PDP é uma atividade que exige especialmente altos níveis de interação através das fronteiras organizacionais funcionais e hierárquicas.

Um estudo de Richtner e Ahlstrom (2010) investigou a relação entre mecanismos de controle e a criação de conhecimento no desenvolvimento de um novo produto. Eles distinguem entre mecanismos formais e informais de controle; pouco controle pode ser negativo, pois a equipe carece de *feedback*, enquanto que muito controle pode diminuir o desempenho da equipe.

Adicionalmente, alguns fatores podem influenciar no desempenho de um PDP:

-Impacto das características do projeto: a literatura tem identificado a complexidade do projeto e incerteza quanto as duas características que definem o nível de dificuldade de um PDP (SHEREMATA, 2000; TAIKONDA; ROSENTHAL, 2000). Um projeto de desenvolvimento de produto é composto de muitas subtarefas ou atividades. A complexidade de um projeto de desenvolvimento de produto é determinada pelo número de atividades envolvidas em um projeto e suas interdependências; já a incerteza é determinada pelo nível de ambiguidade nas atividades e suas inter-relações no início do projeto. Tarefas de desenvolvimento que envolvam incerteza e risco aumentam a necessidade de coordenação que leva a custos mais elevados (SHEREMATA, 2000). Ademais, novos produtos exigem mais esforço, tempo e recursos em comparação a fazer melhorias aos produtos existentes (DE BRENTANI, 2001). Assim, quanto maior o nível de novidade do produto, maior é o tempo de desenvolvimento e os custos relacionados devido a uma maior incerteza e complexidade (GRIFFIN, 2002).

- Impacto do processo de concorrência ou simultaneidade das atividades: o processo de desenvolvimento de produtos é a sequencia de atividades por meio de processamento das informações e dos recursos de pesquisa e desenvolvimento utilizados. Tradicionalmente estas

atividades são realizadas em sequência (AHMAD, 2013). Defensores do processo de desenvolvimento de produto concorrente ou simultâneo argumentam que tal processo é demorado e que significativa redução do tempo de desenvolvimento pode ser alcançada através da sobreposição destas atividades ou execução dessas atividades em paralelo (CLAUSING, 1994). No entanto, um aumento do nível de sobreposição aumenta a necessidade de processamento de informações de um processo de desenvolvimento de produtos, assim, o benefício da concorrência dos processos deve ser ponderado em relação ao custo do aumento da exigência de processamento de informações (JOGLEKAR et al., , 2001).

-Impacto da integração da equipe: as empresas são normalmente organizadas em departamentos distintos de especialização funcional, tais como marketing, P&D e fabricação, como forma de utilizar eficientemente os recursos organizacionais através da divisão do trabalho. Portanto, a integração destas funções é essencial para a execução de projetos de desenvolvimento de produtos. Equipes de desenvolvimento de produto são criadas para alcançar essa integração de conhecimentos em todas as funções. No entanto, uma equipe de desenvolvimento de produto pode ser estruturada de várias maneiras diferentes. Em um extremo, uma equipe de desenvolvimento de produto funcional é composta por membros que residem no seu departamento funcional e os projetos são executados dentro de cada departamento independente e a informação é passada para o outro departamento para posterior execução (MALLICK, 2000). Tal estrutura facilita a acumulação de um nível mais profundo de perícia dentro dos departamentos e leva a uma utilização eficaz de recursos dentro de cada especialidade. Na outra ponta, em uma equipe focada no produto, os membros da equipe, com experiência funcional requerida, são estruturadas em equipes autossuficientes ou dedicadas. À medida que cada equipe de projeto tem todas as competências de que necessita para executar um projeto de design, a necessidade de coordenação é eliminada e a capacidade de processar informações em tempo real é aumentada. Assim, pode-se observar que há um *trade-off* entre a capacidade de processamento de informações e utilização dos recursos de P&D, que é um dos principais motores do custo de desenvolvimento do produto (OLSON et al., 1995).

2.2 MODELOS DE PDP

Nas últimas décadas, diversos modelos foram criados contendo regras, diretrizes e procedimentos para o gerenciamento do desenvolvimento de produtos (ENGWALL et al., 2005). Formoso et al. (2002) afirmam que alguns modelos tentam descrever o processo, enquanto que outros focam no processo de desenvolvimento como um todo. Outros, ainda, tratam do projeto do produto em si. Esses autores mostram que existem também modelos que

buscam fornecer métodos e ferramentas para dar suporte ao gerenciamento do desenvolvimento de produtos. Enquanto que os primeiros modelos definiam o processo com um sistema linear, com estágios discretos e sequenciais, os modelos mais recentes consideram a evolução do processo de desenvolvimento ocorre através de estágios, mas com sobreposições e loops (McCARTHY et al., 2006).

Asimow (1962) propõe um quadro composto por 7 estágios para descrever o desenvolvimento de produtos, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4: Estágios do desenvolvimento de produtos



Fonte: Asimow (1962).

A melhoria da competitividade tem sido o foco da pesquisa acadêmica por mais de 25 anos e como forma de alcançar as melhores práticas, modelos genéricos de PDP procuram contribuir nessa questão (MARKHAM; LEE, 2013).

Esses modelos são muitas vezes tipificados por etapas sequenciais intercaladas com *checkpoints* ou “gates” (COOPER, 1999, WHEELWRIGHT; CLARK, 1993), cada um com listas de tarefas a serem concluídas (CLARKSON; ECKERT, 2005). Processos de *stage-gates* enfatizam a importância da efetiva atividade pré-desenvolvimento, envolvendo todas as disciplinas de marketing e manufatura (Cooper, 1999).

Como um quadro para a gestão do PDP, *stage-gates* ou processo de revisão de fases tendem a enfatizar uma progressão linear de atividades (BARCZAK et al, 2010, p. 14) com a imposição

de uma estrutura formalizada de gerenciamento. Ecker et al. (2013, p. 92) definem formalidade no contexto dos processos de concepção como “cumprir rigorosamente as regras e convenções.” Esses processos formais têm obtido sucesso em ambientes estáveis, onde toda informação sobre o potencial de escolhas é conhecido e pode ser descoberto durante o desenvolvimento do conceito (MACCORMACK et al, 2001, p. 134). Mas, sob certas condições de incerteza, empresas têm tido dificuldade em obter informação precisa a tempo (CALANTONE et al., 1997). Sob estas condições de incertezas, um processo mais flexível é necessário e o benefício inicial do processo stage gates é inapropriado. De fato, mais recentemente, Cooper reconhece que os processos muitas vezes se tornam mais fluidos, adaptáveis, com foco e flexíveis (COOPER et al, 2001).

Assim, enquanto que a lógica dominante para a maior parte dos últimos 25 anos tem sido a formalização dos processos sequenciais, também tem sido propostas abordagens alternativas, embora sejam geralmente menos amplamente aplicadas. Quin (1985) descreveu o processo de PDP com um incremental (flexível), não linear e com processo de aprendizagem interativo, em que os gestores mantêm muitas opções abertas até que informações mais claras e confiáveis se tornem disponíveis. A partir dessa perspectiva, a operação de PDP envolve interações e o processo é menos estruturado e mais dinâmico.

À luz dessas duas caricaturas de processos de PDP (formalizado e flexível), Felekoglu et al. (2013) reconhecem que, em muitas empresas, a realidade é um pouco mais sutil e abrange estes aspectos de formalidade e flexibilidade. No entanto, se espera que tal distinção simplificada ajude a iluminar práticas comportamentais e gerenciais diferentes.

Segundo Agostinetti (2006), o PDP está dividido em etapas, que podem ser representadas basicamente pelos itens: criação e seleção de ideias, projeto, preparação da manufatura, lançamento e retirada do produto do mercado. As atividades inerentes a estas etapas demandam recursos e tempo para serem executadas e transformam dados de entradas em saídas.

Cada etapa possui um ou mais produtos resultantes da atividade desenvolvida, denominadas saídas, como também resultados de trabalhos específicos, projetados com o objetivo de estabelecer um controle gerencial. Os produtos de cada etapa e as próprias etapas compõem uma sequência lógica criada para assegurar uma adequada definição do produto do projeto. A conclusão de uma etapa é marcada pela revisão das principais saídas e pela avaliação do desempenho do projeto, com a finalidade de determinar a sua continuidade ou não (COSTA, 2008).

Vários modelos foram criados nas últimas décadas contendo regras, diretrizes e procedimentos para o gerenciamento do desenvolvimento de produtos (ENGWALL et al., 2005). De acordo com Formoso et al. (2002), alguns modelos tentam simplesmente descrever o processo, outros focam no processo de desenvolvimento como um todo, enquanto outros tratam do projeto do produto em si. Ainda de acordo com esses autores, existem também modelos que buscam fornecer métodos e ferramentas para dar suporte ao gerenciamento do desenvolvimento de produto. Dessa forma, na sequência, são apresentados alguns dos principais modelos de PDP identificados na literatura.

2.2.1 Modelo de Rozenfeld et al.

Rozenfeld et al. (2006) propõem a divisão do PDP em 3 macro fases, conforme Figura 5. Cada uma das fases é descrita na sequência.

Figura 5: O processo de desenvolvimento de produtos



Fonte: Rozenfeld et al. (2006).

i) Pré-desenvolvimento: esta macro fase objetiva estabelecer a conexão entre os objetivos estratégicos da companhia com as equipes de mudança de desenvolvimento de produtos. É nesta fase também que se deve realizar a Gestão de Portfólio dos produtos.

ii) Desenvolvimento: um vez a companhia chegou em um entendimento comum sobre o que será desenvolvido, alinhando a tecnologia de desenvolvimento com os objetivos de negócios, nesta segunda macro-fase as estruturas funcionais do produto são definidas, de acordo com as necessidades dos *stakeholders* do processo: além dos consumidores e usuários finais, leva-se em consideração fornecedores, produção, legislação, meio-ambiente e sociedade.

iii) Pós-desenvolvimento: os objetivos centrais desta macrofase é um acompanhamento sistemático dos resultados dos novos produtos no mercado, indústria transformadora, bem como o estudo de tecnologias potenciais que poderiam ser incorporadas aos produtos em futuros projetos incrementais. Esta fase envolve também as atividades de acompanhamento após o lançamento no mercado, para que a necessidade de eventuais mudanças nas especificações do produto lançado sejam identificadas e implementadas, e também para que a descontinuidade dos produtos seja uma preocupação da equipe de desenvolvimento.

Nesta última fase, os conceitos e projetos de produtos são avaliados por meio de critérios técnicos, comerciais e financeiros. Assim, de acordo com o resultado da avaliação, os conceitos e projetos são classificados e os melhores são selecionados para serem desenvolvidos (ZANATTA, 2010).

2.2.2 Modelo linear

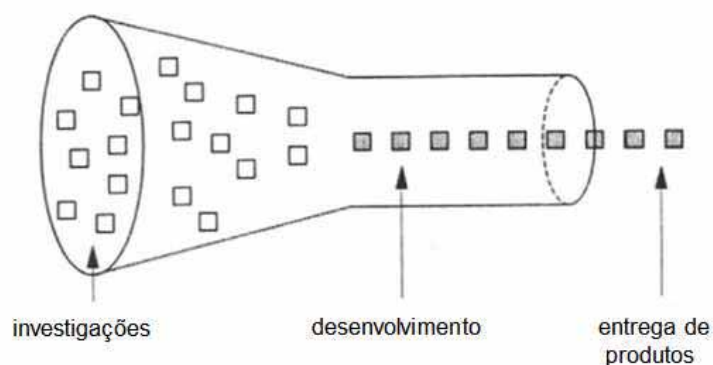
Segundo Armellini (2013), o quadro estrutural mais comum de PDP segue um padrão linear ou sequencial. O modelo linear ou sequencial é dividido em atividades dispostas em uma ordem lógica da concepção a realização. Os projetos de desenvolvimento devem passar por todas as fases aplicáveis antes de chegar ao mercado.

Um dos quadros mais conhecidos de enquadramento linear na literatura é o “funil de desenvolvimento de produto”, proposto por Clark e Wheelwright (1993), reproduzido na Figura 6.

O uso da forma geométrica de um funil para representar o desenvolvimento do produto é significativa, pois enfatiza a ideia de que as empresas devem ser muito permissivas na entrada do processo, permitindo a criatividade para proporcionar um grande número de ideias de produtos, Com o funil, essas ideias devem ser filtradas e recombinaadas, sendo reduzidas até que elas tomem a forma de um projeto de desenvolvimento (ARMELLINI, 2003).

O funil de desenvolvimento sugere que os projetos têm de ser avaliados e descartados de alguma forma se não provarem ser economicamente e/ou tecnicamente viáveis ou alinhados com os objetivos de negócios corporativos (CHESBROUGH, 2003).

Figura 6: Funil do desenvolvimento de produto.



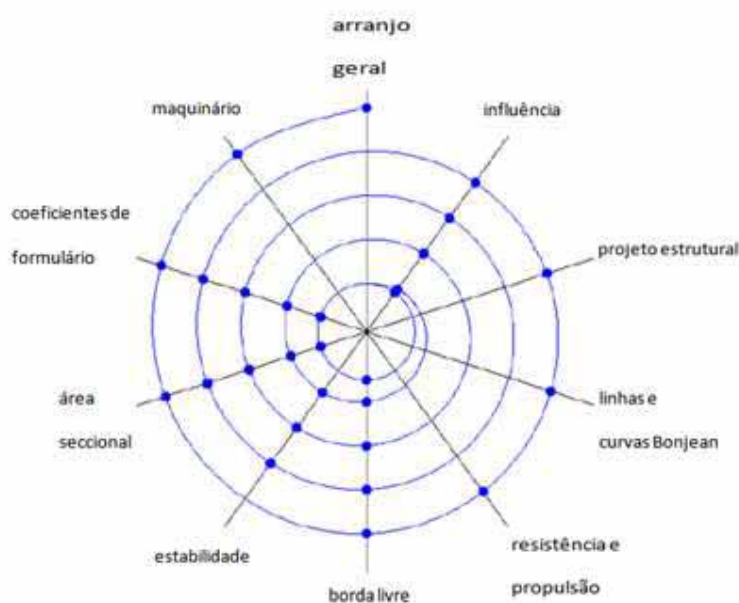
Fonte: Adaptado de Clark e Wheelwright (1993).

2.2.3 Modelo Iterativo

Ainda no final da década de 1950, Evans (1959) propôs um procedimento iterativo adequado para projetos de design complexos em engenharia naval, chamado *design-spiral*, conforme mostrado na figura 7.

A ideia por trás deste modelo é que o ponto de partida para um projeto de produto fica em estimativas aproximadas das principais variáveis e/ou características do produto final. Mais tarde, esses itens são refinados e até que todas as características e funcionalidades de desempenho estejam de acordo com os padrões desejados (ARMELLINI, 2003).

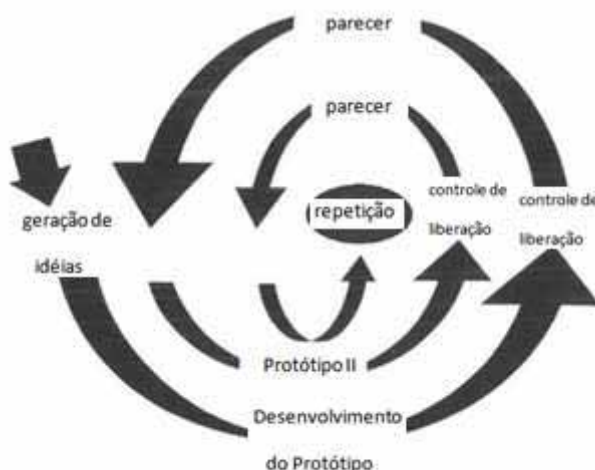
Figura 7: Um projeto em espiral para o desenvolvimento de um navio



Fonte: Evans (1959).

Mankin (2004) propõe um processo iterativo que consiste em controlar o lançamento do produto a fim de envolver o *feedback* do cliente, não só para melhorar o produto, mas também para a definição do produto e especificação. A figura 8 ilustra este conceito.

Figura 8: Processo iterativo de desenvolvimento de produto



Fonte: Mankin, 2004.

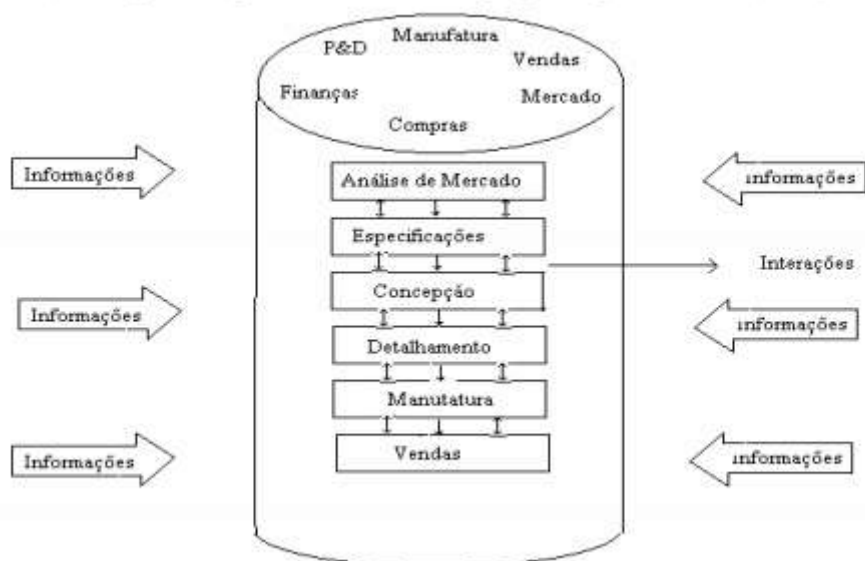
Segundo Armelini (2013), usando diferentes combinações dos modelos lineares e iterativos, muitas empresas, consultores e estudiosos têm desenvolvido ferramentas específicas para aplicações de acordo com as necessidades e ambientes para desenvolvimento de produtos.

2.2.4 Modelo de Pugh

Este modelo é composto por seis fases. Na primeira fase, denominada análise de mercado, é feita uma análise de mercado através de informações obtidas de serviços de atendimento ao consumidor, pesquisas de mercado e distribuidores. Já na segunda fase, são caracterizadas as especificações do produto que agrada o consumidor para, com isso, passar para a fase de concepção, quando o produto é gerado (PUGH, 1996).

Na fase de detalhamento, o produto recebe características novas que irão diferenciá-lo no mercado. Na próxima e última fase ocorrem as vendas. Nesse momento, o produto é mostrado ao consumidor para que este verifique que suas necessidades foram atendidas. A partir desse ponto, torna-se possível identificar se o produto obteve sucesso no mercado ou não (PUGH, 1996). A Figura 9 apresenta o modelo proposto.

Figura 9: Modelo de PDP de Pugh



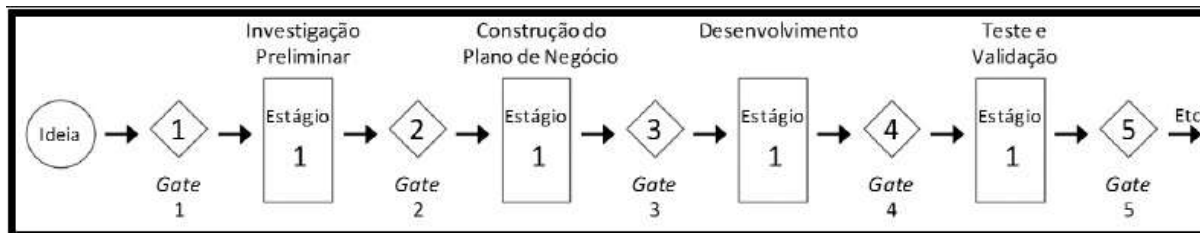
Fonte: Pugh 1996.

2.2.5 Modelo de Cooper

A sistemática *stage-gates* divide o PDP em fases, denominadas *stages*, intercaladas por pontos de revisão e decisão, denominados *gates*. Os objetivos dos *gates* são: avaliar as atividades realizadas, cujo escopo deve estar alinhado com a estratégia de negócios da empresa e decidir se o processo tem condições de continuar, ser adiado, reprogramado ou mesmo cancelado. A sistemática *stage-gates* pode ainda proporcionar ganho na velocidade do desenvolvimento do produto, priorizar a satisfação das necessidades dos clientes e verificar se o custo planejado para o projeto está de acordo com o que está sendo realizado (COOPER, 1997).

A estrutura denominada genericamente *stage-gate* é uma abordagem que divide o PDP em estágios discretos e identificáveis, onde cada um é completado para que o projeto possa progredir para o estágio seguinte, antes passando por um ponto de decisão denominado *stage-gate*. O modelo compreende os seguintes estágios: investigação preliminar, construção do plano de negócio, desenvolvimento e teste e validação (COOPER, 1997), conforme ilustra a Figura 10.

Figura 10: Stage-gate genérico



Fonte: COOPER (1993).

2.3 GESTÃO DE PORTFÓLIO DE PRODUTOS

Segundo Mata (2008), o conceito de gestão de portfólio pode ser definido como uma administração centralizada de um ou mais portfólios, o que inclui a identificação, priorização, autorização, gestão e controle de projetos, programas e outras atividades para atingir os objetivos estratégicos do negócio. Há muitos tipos de gestão de portfólio: portfólio de investimentos, de produtos comercializados, de recursos, entre outros. Porém, para todos os propósitos dessa pesquisa, a gestão de portfólio se refere apenas a projetos cujos resultados são novos produtos para a empresa.

A gestão de portfólio de produtos é descrita como o processo para gerenciar diferentes tipos de projetos visando atingir uma combinação estratégica de tecnologias, prazos, riscos, mercados e segmentos de negócio. O gerenciamento de portfólio serve para garantir que o conjunto de projetos escolhido e mantido na carteira atenda os objetivos organizacionais (COITINHO, 2007).

Portfólio de projetos é um conjunto de projetos realizados sob a gestão de uma empresa específica. A seleção de um portfólio de projetos é uma atividade periódica que seleciona os projetos candidatos (propostas de projetos disponíveis e projetos em curso) para atender os objetivos declarados da organização de maneira desejável dentro dos recursos disponíveis ou sem violar outras restrições (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999). Portanto, a tomada de decisão precisa ser baseada nas características de cada projeto, bem como sobre a carteira global e objetivos estratégicos. Cooper (1999) sugere três objetivos para uma gestão eficaz do portfólio:

- maximização do valor: projetos com alta rentabilidade e alta chance de sucesso devem ser selecionados.
- balanceamento de projetos: um equilíbrio adequado dos projetos em termos de objetivos de longo e curto prazos, grau de risco e diversidade de mercados e tecnologias.

- alinhamento estratégico: estratégia de alocação de recursos e estratégia de investimento das empresas deve ser refletida na estratégia do portfólio.

Segundo Jeongsu (2012), a literatura apresenta diversos métodos de análise de portfólio de projetos, que podem ser classificados em três categorias principais. A primeira categoria é uma abordagem de priorização, em que os resultados esperados dos projetos são avaliados e os projetos são priorizados com base neles. Esta categoria inclui métodos comparativos, como método de pontuação (MARTINO, 1995) ou métodos de análise financeira, como o valor presente líquido (CHUN, 1994). A segunda categoria envolve uma abordagem de otimização matemática. Esses métodos tentam otimizar diversas funções objetivo dentro das limitações de recursos, da lógica do projeto e da dinâmica, tecnologia e estratégias relacionadas ao projeto. São exemplos os métodos de programação matemática linear, não linear dinâmica e estocástica. Por fim, uma última categoria envolve uma abordagem de gestão estratégica. Esta abordagem supera as limitações da abordagem de priorização e garante uma carteira equilibrada (WANG; HWANG, 2007).

Machacha e Bhattacharya (2000) apontam que, ao selecionar o portfólio de projetos, a tarefa mais difícil que o gestor enfrenta é rastrear o projeto com a melhor rentabilidade e que esteja de acordo com os objetivos da empresa, especialmente se essa decisão acontece em um ambiente dinâmico e sob pressão da concorrência. Portanto, um bom portfólio de projetos é extremamente importante para as empresas gerarem vantagens competitivas. Avineri (2000) reconhece que um problema que as empresas precisam resolver é selecionar o melhor projeto dentro de uma grande quantidade de projetos de PDP a partir das restrições dos recursos, fazendo com que um sistema de alocação de recursos eficaz se torne altamente necessário. Em outras palavras, deve ser estabelecido um sistema de gerenciamento de projetos de novos produtos de forma a garantir que estejam de acordo com a estratégia de negócios e que atendam as necessidades dos clientes (CHANG, 2011).

Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1999) definem gestão de portfólio como um processo decisório dinâmico, segundo o qual uma lista de projetos de novos produtos ativos do negócio é constantemente atualizada e revisada. Neste processo, novos projetos são avaliados, selecionados e priorizados. Projetos existentes podem ser acelerados, eliminados ou terem suas prioridades reduzidas; e recursos são alocados e realocados aos projetos ativos. O processo de decisão de portfólio é caracterizado pela incerteza e informações em alteração, oportunidades dinâmicas, múltiplos objetivos e considerações estratégicas, interdependência entre projetos e múltiplos tomadores de decisão.

Enquanto a gestão de projetos e de programas tem se concentrado tradicionalmente em “fazer certo o trabalho”, a gestão do portfólio se concentra em “fazer o trabalho certo”. Segundo Coitinho (2007), o gerenciamento de portfólio tem sido bastante explorado na literatura atual que diz respeito a projetos, sobretudo desde o surgimento da metodologia denominada OPM3 (Organization Project Management Maturity Model) desenvolvida pelo PMI (2003).

As estruturas conceituais baseadas em evoluções sucessivas contemplam não apenas projetos e programas, mas também os portfólios. Nesta metodologia, o projeto é descrito como um conjunto de atividades baseado em um cronograma e um orçamento, com o objetivo de entregar um produto ou serviço com a qualidade exigida. O conceito de programa engloba o gerenciamento de múltiplos projetos conectados, para atendimento dos objetivos do programa, e o de portfólio, o gerenciamento de diferentes tipos de projetos com a finalidade de atingir uma combinação estratégica de tecnologias, prazos, riscos, mercados e segmentos de negócios (FRICKE; SHENBAR, 2000).

O gerenciamento de um portfólio de projetos permite às organizações sustentarem suas vantagens competitivas, o que torna-se uma oportunidade evidente. O estudo das técnicas de gestão de portfólio apresenta enormes desafios à medida que os ciclos de vida dos produtos diminuem ano após ano (RABECHINI JUNIOR, 2006 apud MATA, 2008).

A tomada de decisão em portfólio de produtos não é considerada uma atividade fácil, uma vez que engloba indefinições tecnológicas e de mercado, a negociação de recursos, quase sempre limitados, entre os diversos departamentos da organização, devido às constantes alterações no mercado. Estes fatores influenciam na adoção e utilização de critérios adequados para selecionar, priorizar, classificar e sequenciar projetos objetivando o alinhamento do portfólio com a estratégia da organização (MIGUEL, 2008; EISENHARDT, 1989; COOPER, 1999).

Segundo Jugend e Silva (2013), uma vez que a disponibilidade dos recursos é limitada e, assumindo que se tem um grande número de projetos de novos produtos, deve haver uma priorização entre os projetos para a distribuição dos recursos. Por não ter uma disponibilidade suficiente de recursos para atender o desenvolvimento de todos os projetos de novos produtos, alguns são congelados ou descontinuados para que os projetos priorizados continuem no PDP.

O grande número de projetos de pouca importância estratégica é um problema referente à gestão de portfólio de produtos. As constantes mudanças nas tecnologias e mercados proporcionam um grau de incerteza crítico na gestão de portfólio. Outro problema é a decisão inadequada sobre manter ou paralisar projetos, uma vez que essa tomada de decisão é

realizada mediante critérios analisados que podem não contemplar o possível sucesso do projeto do produto em questão. A falta de dados corretos e de informação tem grande impacto na tomada de decisão, pois influenciam decisões tomadas sem a disponibilidade de informações confiáveis. Todos esses aspectos geram um baixo desempenho do portfólio, selecionando projetos de baixo impacto, com tempo de lançamento de produtos para o mercado muito longo e com número de falhas acima do aceitável (COOPER, 2003).

Saber priorizar os projetos é apontado como um dos fatores mais importantes para o sucesso da gestão de portfólio. Ela está diretamente relacionada à disponibilidade sempre limitada de recursos para a execução dos projetos. Em um departamento com muitos projetos pequenos e diferentes dimensões de importância, as prioridades podem mudar quase que diariamente. O maior desafio em um ambiente nessas condições é manter o foco dos recursos nos projetos de prioridade mais urgente sem comprometer os projetos secundários. Há, então, a evidente necessidade de classificar os projetos, de acordo com alguns rótulos, para que se possa distingui-los. A comunicação representa um papel de extrema importância no ambiente de multiprojetos. Além do diálogo interno, próprio do time envolvido, a comunicação apropriada e utilizada frequentemente e em todas as direções – principalmente quando direcionada à alta direção da companhia - foi apontada como sendo crítica para o sucesso dos empreendimentos (FRICKE; SHENBAR, 2000).

Por que é importante um bom processo de gerenciamento de portfólio? Segundo Coitinho (2007), a resposta a essa questão pode ser evidenciada pelos problemas e dificuldades vividos pelas organizações quando não se possui um processo deste tipo estabelecido e efetivo. Um dos principais problemas enfrentados pela empresa está na dificuldade em eliminar projetos que não irão gerar valor. Outra dificuldade é a não existência de critérios claro, efetivos e consistentes para a seleção e priorização. Outro aspecto ainda é o fato de que novos projetos são adicionados ao portfólio sem que haja a contrapartida dos recursos, o que pode trazer impactos no escopo, prazo e qualidade daqueles que já estão em execução.

Cooper (1999) afirma que as questões principais para o Gerenciamento de um Portfólio de Projetos referem-se à seleção de projetos e decisão sobre a alocação dos recursos para que, dessa forma, as empresas possam utilizar os recursos de forma eficiente. Um portfólio deve satisfazer os objetivos estratégicos e os interesses gerais da organização, utilizando recursos limitados e oferecendo, assim, o menor risco possível ao enfrentar simultaneamente vários projetos (ARCHER, 1999).

Três grandes etapas compõem o processo de tomada de decisão na gestão de portfólio. A fase estratégica consiste em excluir projetos que não atendem às diretrizes de estratégia de negócios. A fase de avaliação do projeto avalia, principalmente, projetos individuais e, na fase de seleção de portfólio, projetos que produzem os maiores benefícios com recursos limitados são selecionados (COOPER, 1999).

Além de uma avaliação de cada projeto a fim de determinar a sua adequação, a seleção de portfólio em situações complexas precisa de avaliações e ajustes adequados. Nos últimos anos, alguns pesquisadores apresentaram uma série de propostas para ajudar a escolher o portfólio correto (COOPER, 1997), COOPER (1999), (JIANG, 1999), (SUBRAMANIAN et al 2000), (CHANG et al 2010):

1. Modelo financeiro (uso de métodos como valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), retorno sobre o investimento (ROI) e taxa de investimento médio (RAI));
2. Modelo probabilístico (uso da simulação de Monte Carlo e da árvore de decisão);
3. Teoria de precificação de opções;
4. Abordagens estratégicas;
5. Modelo de pontuação e listas de verificação;
6. Abordagens de hierarquia analítica;
7. Abordagens comportamentais (método Delphi e Q-Sort)
8. Abordagens Mapeamento e diagramas de bolha

Um gerenciamento de portfólio mostra que projetos diferentes necessitam de modelos diferentes de fluxo de caixa e de diferentes formas de integrar e proporcionar melhores oportunidades de combinação, enquanto representam variáveis e indicadores em situações diferentes (MIKKOLA, 2001). Dependência de projetos, incertezas e efeitos dos riscos e outros problemas causam dificuldades em realizar a melhor escolha. Há também diferentes necessidades, tais como financeiras, tecnológicas e questões de facilidades a serem consideradas (WALLS, 2004).

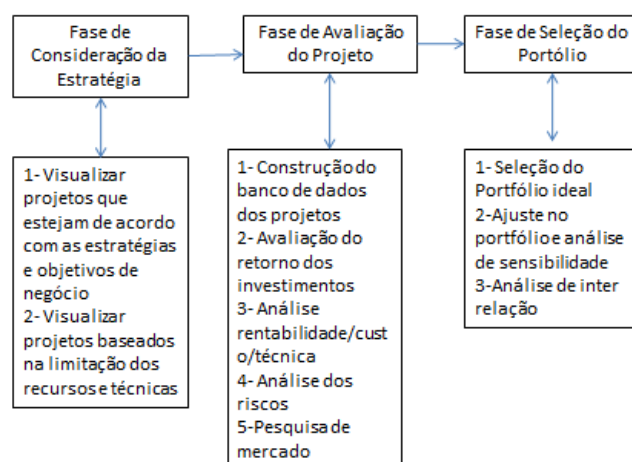
As empresas muitas vezes avaliam seu portfólio utilizando indicadores quantificáveis e não quantificáveis. No entanto, um único indicador pode não ser suficiente, enquanto que as considerações polivalentes podem ser muito complicadas, em determinados casos. COOPER (1999) descobriu que a maioria das empresas se concentra em questões financeiras. No

entanto, baseando-se apenas nesse método, pode significar que o melhor portfólio não será selecionado.

Um estudo de Blichfeld e Eskerod (2008) mostrou que uma importante razão que as empresas não conseguem obter um bom portfólio era de que apenas uma parte de todo o projeto era avaliado. Isso faz com que ocorra uma distribuição desigual dos recursos, muitos sub-projetos também precisam ser incluídos na conclusão do estudo a fim de preparar os recursos adequados para ele. Isso mostra que a alocação inadequada de recursos pode contribuir para o fracasso de um portfólio em atingir suas metas de negócios. Como resultado, a seleção de portfólio com base na contabilidade de custos e rendimento pode melhorar o desempenho de um mix de projetos e trazer maiores benefícios para o desenvolvimento de novos produtos de uma organização.

Segundo Chang (2010), o processo de tomada de decisão para a seleção de um portfólio pode ser dividido em três fases, como mostrado na Figura 11. A Fase de Consideração da Estratégia é a fase pré-operacional, tomada a partir de diferentes tipos de projetos, tais como: novos projetos de desenvolvimento, projetos de novos negócios, projetos de melhoria do processo e projetos em andamento, que consideram as necessidades e normas, a fim de tomar decisões, eliminar projetos inadequados e selecionar aqueles que tenham os melhores objetivos estratégicos. Na fase de Avaliação do Projeto, os projetos selecionados são avaliados individualmente por meio de indicadores de custo, lucro, capacidade técnica e de risco. Durante a Fase de Seleção do Portfólio, os projetos são selecionados a fim de obter os máximos benefícios ao operar com recursos limitados.

Figura 11: Framework de Seleção de Portfólio



2.3.1 Modelos de seleção de portfólio

As necessidades de uma organização e os modelos de gerenciamento de portfólio de projetos já desenvolvidos devem ser bem conhecidos pelos responsáveis por implementar o processo de gerenciamento de portfólio de projetos para que sejam escolhidas as etapas e técnicas mais adequadas. Dessa forma, Castro e Carvalho (2010) afirmam que não existe um único processo ou método de gerenciamento do portfólio de projetos eficaz para todas as organizações.

Jugend (2010) procura realizar uma classificação desses métodos e informa que os principais são: financeiros, avaliação de fases (*stage-gates*), pontuação e ranqueamento, mapas de portfólio, gráficos e diagramas e método de checklist.

Dessa forma, serão descritos esses principais métodos:

Método financeiro

A partir do uso desse método, é determinado o valor econômico dos projetos que são julgados e priorizados quanto a esse valor (COOPER et al, 1999). Segundo Chang et al. (2010), a seleção de portfólio tem como objetivo selecionar projetos que atendam aos objetivos estratégicos das empresas e que possam obter lucros com recursos limitados. Diante de tais objetivos, ainda de acordo com Chang et al. (2010), dois modelos são citados: o Valor Presente da Receita Total (PVTR) e Valor Presente de Lucro (PVP).

Modelo de Valor Presente da Receita Total (PVTR- Present Value of Total Revenue)

A receita do projeto é calculada pelas margens do produto, o número de vendas esperadas e o período de retorno estimado. Foca-se sobre a relação entre as taxas de retorno e de seleção de projetos quando o projeto estiver concluído. O projeto é selecionado para o portfólio por meio de um ranking sequencial da receita, bem como o processo de seleção é interrompido quando são cumpridos os critérios de restrição de recursos. Esses recursos limitados podem ser um orçamento total anual, mão de obra, total ou a disponibilidade de alguns recursos. Do ponto de vista do valor do dinheiro no tempo, as empresas devem ser capazes de investir um dólar e obter a renda agora, em vez de ser pago de volta no futuro. O valor da receita pode ser avaliada de forma mais precisa quando o fator tempo é considerado (CHANG et al., 2010).

Modelo de Valor Presente de Lucro (PVP – Present Value of Profit)

O método de Valor Presente do Lucro é o melhor indicador quando as empresas se concentram no fluxo de caixa. Este método foca na taxa de retorno. Para refletir o verdadeiro benefício do investimento de um projeto, o valor presente do lucro considera o custo inicial e

avalia o retorno sobre este investimento proporcionado. Dessa forma, os projetos são ordenados de acordo com seu valor líquido e suas taxas de retorno (CHANG et al., 2010).

Método checklist

O método do checklist pode ser usado para estabelecer requisitos de projeto e requisitos de cliente e, dessa forma, servir como base para a avaliação do mérito do projeto. Os projetos, nesse método, são avaliados de maneira binária (normalmente sim/não) via uma lista de quesitos (CHINYIO et al, 1998).

Avaliação de fases (stage-gates)

Os *gates* servem como pontos de verificação de controle de qualidade, atuando como pontos de decisão que define se o projeto de novo produto continua no PDP ou se deve ser abortado. Esse método pode ser considerado um modelo para a sistematização das atividades envolvidas nos processos de desenvolvimento de novos produtos e gestão de portfólio de produtos, também é considerado um mecanismo para fomentar a melhoria contínua do PDP (COOPER, 1999).

Gráficos e diagramas

Neste método, os projetos são selecionados através da construção de gráficos, como os de bolhas que analisam as relações entre duas dimensões com parâmetros diferentes e também são recomendados como mecanismos úteis para a análise da relação entre portfólio de produtos com a estratégia da empresa e balanceamento (OLIVEIRA et al., 2012).

O gráfico de bolhas é uma ferramenta que permite verificar o equilíbrio do portfólio conforme as dimensões de equilíbrio requisitadas pelo negócio. No eixo x (horizontal) fica representada a dimensão VPL e no eixo y (vertical) a probabilidade de sucesso dos projetos. O tamanho do círculo ilustra a duração do projeto.

Método de mapas

Por meio da aplicação do método *technology roadmap*, o método de mapas é construído e pode ser útil para o planejamento do desenvolvimento de produtos do tipo plataforma, derivativos e radicalmente novos. Esses mapas indicam, a partir de métodos visuais, quais produtos e tecnologias possivelmente serão desenvolvidos ao longo do tempo (JUGEND, 2013).

Uma visão completa da situação atual é o primeiro passo para a definição de estratégias, objetivos e ações futuras. Após, devem-se estabelecer estratégias e objetivos de longo prazo,

detalhando as características esperadas para os mercados e desdobrando em ações para os novos produtos, que guiarão a evolução das tecnologias e recursos. Por fim, deve-se descrever o caminho entre a situação atual e o futuro almejado e ações de curto e médio prazos são determinadas a partir das decisões tomadas nesse período (OLIVEIRA et al., 2012).

Métodos de pontuação e ranqueamento

Os projetos de produtos são selecionados por uma avaliação e recebem notas mediante aplicação de diferentes questões qualitativas. Este modelo de pontuação requer o estabelecimento prévio de critérios a serem julgados. Primeiramente, devem-se preestabelecer os critérios a serem julgados para a avaliação dos projetos de produtos. Posteriormente, as notas são atribuídas a cada um desses critérios. Alguns critérios podem ser utilizados, como: vantagens do produto, atratividade do mercado e sinergia com o negócio (COOPER et al., 1999).

3. A GESTÃO DE PROJETOS POR CORRENTE CRÍTICA

Segundo Rand (2000), a razão para o desenvolvimento da CCPM é a existência de problemas crônicos que os métodos, abordagens e mesmo os softwares existentes não têm sido capazes de remover, como atrasos, gastos excessivos, a necessidade de corte nas especificações e outros efeitos indesejáveis comuns aos ambientes de projetos. A incapacidade para lidar com estes problemas demanda uma análise completa e rigorosa e abre espaço para aplicação da abordagem CCPM.

Para o autor, o ponto de partida para a CCPM é uma lista de tarefas, juntamente com suas estimativas de duração e dependências. O primeiro passo consiste em desenvolver um cronograma inicial para as tarefas do projeto. Isto é feito levando em conta as dependências entre as tarefas (como refletido na rede do projeto) e da disponibilidade de recursos. Dado que pelo menos alguns dos recursos têm disponibilidade limitada, o cronograma resultante é suscetível de ser mais longo do que o esquema obtido com o algoritmo básico do Método do Caminho Crítico (*Critical Path Method - CPM*), porque as atividades críticas são atrasadas enquanto esperam os recursos de que necessitam.

O PMI (2004, p.147) define que:

A CCPM é uma técnica de análise de rede da programação que modifica a programação do projeto levando em consideração a limitação de recursos. A CCPM combina abordagens determinísticas e probabilísticas, e seu método adiciona pulmões à programação que não são atividades de trabalho – e, portanto, não fazem parte do escopo do projeto – para manter o foco na duração das atividades planejadas. Uma vez determinados os pulmões, as atividades planejadas são programadas de acordo com suas datas de início e término. Consequentemente, ao invés de gerenciar a folga total dos caminhos do diagrama de rede, o método da CCPM se concentra no gerenciamento das durações dos pulmões e nos recursos designados às atividades planejadas do projeto.

A CCPM pode ser também definida como o conjunto de tarefas que resulta no caminho mais longo para conclusão do projeto após o nivelamento de recursos. A CCPM fornece a data de conclusão prevista do projeto. Esses recursos exigidos pelas tarefas na corrente crítica (caminho mais longo considerando as dependências tecnológicas e de recursos em comum) são definidos como Recursos Críticos. O próximo passo no planejamento da CCPM consiste em recalcular o cronograma do projeto com base em estimativas menores da duração das atividades. A CCPM afirma que as estimativas de duração originais são tais que a probabilidade de conclusão é de 95%, e que elas devem ser reduzidas ao ponto em que a probabilidade de conclusão é de 50% (RAZ; BARNES; DVIR, 2003).

Segundo Naor et al. (2013), originalmente, a técnica da CCPM foi utilizada principalmente no gerenciamento do cronograma do projeto; em seguida, também foi aplicada a outras áreas do conhecimento do gerenciamento de projetos. Mas existem algumas dificuldades na aplicação desta técnica, porque a determinação do pulmão (*buffer*) de tempo é muito subjetivo. Anteriormente, a técnica de programação da CCPM foi baseada em análise estocástica e teoria da probabilidade. Mais tarde, baseada na Teoria Fuzzy, alguns estudiosos discutiram a programação de um projeto por meio da CCPM pelo método de agendamento baseado na Teoria dos Conjuntos Fuzzy, mas as desvantagens de determinar o tempo do pulmão persistiam, sendo difícil uma análise e descrição quantitativa. A teoria estocástica exige que a estimativa do tempo de realização e atribuição obedeça alguma distribuição de probabilidade, mas todas as atividades de gerenciamento de projeto só ocorrem uma vez, por isso, é difícil simular a distribuição do tempo de acordo com os dados históricos (PENG; JUNWEN; HUATING, 2007).

3.1 FALHAS NA GESTÃO DE PROJETOS SEGUNDO A CCPM

A ideia básica na Teoria das Restrições (TOC) é que existem restrições ou limitações em qualquer organização ou sistema. As restrições são fatores que limitam a realização das metas da organização ou sistema. Se a organização não possui restrições, as saídas podem ser ilimitadas. Isso é impossível na realidade. A TOC propõe um processo de pensamento sistemático para ajudar os tomadores de decisão para desenvolver as soluções viáveis e aplicáveis de forma lógica. A aplicação da TOC para o gerenciamento de projetos conduz ao desenvolvimento da CCPM. A ideia da CCPM é que ela funcione a partir do aspecto prático do projeto de forma a resolver os problemas que acontecem com frequência durante a sua execução. Três problemas são comuns na prática do gerenciamento de projetos: atraso no tempo de conclusão do projeto, aumento dos custos previstos e redução das tarefas de planejamento do projeto. Regularmente, os membros da equipe do projeto atribuem esses problemas às incertezas inerentes aos ambientes de projetos (PENG et al., 2007).

A maioria das empresas utiliza um modelo de gerenciamento de projetos que, após a definição do escopo do projeto e sua decomposição em pacotes de trabalho, são identificadas as atividades que serão executadas para gerar os produtos a serem entregues e o produto final do projeto. Após as estimativas de duração dessas atividades, segundo esse modelo, deve-se elaborar o diagrama de rede, calcular as datas cedo e tarde, de início e término e identificar o caminho crítico, que é definido como sendo o caminho que determinará a duração do projeto. Qualquer atraso nesse caminho atrasará a conclusão do projeto. Goldratt (1986) argumenta

que muitos projetos sofrem do dilema entre começar os caminhos não-críticos o mais cedo possível e o mais tarde possível. Para o autor, começar o mais cedo possível leva à perda de foco do gestor de projeto, pois muitas atividades serão executadas simultaneamente. Por outro lado, começar o mais tarde possível elimina as folgas dos caminhos não-críticos, levando não apenas na perda de foco devido ao fato que todos os ramos dos projetos se tornam críticos, mas também aumenta significativamente os riscos de não cumprimento dos prazos assumidos (GOLDRATT, 1986).

Outro aspecto observado por Goldratt (1998) é que a perda de foco no caminho crítico pode decorrer do sistema de medição do progresso físico do projeto, geralmente calculado como função do volume de atividades realizadas. Segundo o autor, o problema com tais medidas de progresso é que, na ocorrência de problemas com as atividades críticas, o gestor pode redirecionar sua atenção e recursos para as atividades localizadas fora do caminho crítico, permitindo gerar o progresso físico necessário para o cumprimento das metas relativas aos medidores de desempenho adotados. Lewis (1995) utiliza-se da seguinte frase para caracterizar a situação supracitada: “Um relatório dirá a você que 90% do projeto está concluído em um ano, e que os 10% restantes levarão outro ano”, evidenciando que as medições do progresso físico geralmente utilizadas não induzem as pessoas a fazerem o que é bom para o projeto como um todo.

Um objetivo central para utilizar a Gestão de Projetos por Corrente Crítica é habilitar *lead times* de projetos mais previsíveis e mais curtos. A justificativa utilizada é de que isto não somente irá melhorar o critério competitivo tempo, como também irá reduzir custos e melhorar aderência à especificação. Para obter isso, o foco consiste em melhorar o fluxo de projetos usando lógica similar àquela de manufatura *Lean* e à aplicação da TOC baseada em operações intitulada Tambor-Pulmão-Corda (STRATTON, 2010). O principal problema das formas convencionais de gerenciar projetos é a falta de foco, que passa, por exemplo, pela inserção de proteção em todos os lugares.

Nesse sentido, Goldratt (1998) diz que as incertezas inerentes aos projetos são a principal fonte de problemas no gerenciamento de projetos. As incertezas se originam das dificuldades e obstáculos de difícil previsão no início do projeto que, desconhecidas e imensuráveis em tal momento, passam a ser um problema para o planejamento do projeto, especificamente nas estimativas de duração de atividades (HERROELEN; LEUS; DEMEULEMEESTER, 2001; RAZ; BARNES; DVIR, 2003). Para compensar as incertezas, as estimativas dos tempos das atividades são inflacionadas, adicionando segurança (SILVA et al., 2012).

Goldratt (1998) explica que, estatisticamente, a data de maior probabilidade de finalizar uma atividade apresenta cerca de 50% de confiança. Isso significa que, em 50% dos casos, a atividade levará menos tempo e, em outros 50% dos casos, levará mais tempo que a data de maior probabilidade. Dessa forma, a data que apresenta a maior probabilidade de acerto, também é a data que estará errada em 50% das vezes, algo que não seria viável sob o ponto de vista da necessidade de cumprir com compromissos assumidos, sendo assim pouco utilizada (RAZ; BARNES; DVIR, 2003).

Assim, Goldratt (1998) afirma que, em geral, devido à necessidade de satisfazer os compromissos assumidos com a finalização de cada atividade em particular, suas estimativas de duração são infladas com proteções ou seguranças com a intenção de aumentar a probabilidade de término no prazo para 80 a 90%. Tais aumentos nas proteções ou seguranças das atividades individuais dos projetos são resultados da atuação de três mecanismos presentes na maioria dos projetos: i) as estimativas de duração são baseadas na experiência pessimista dos envolvidos com as atividades; ii) quanto maior o número de níveis gerenciais, maior a duração total da estimativa da atividade, pois os diferentes níveis agregam segurança (GOLDRATT, 1998; UMBLE; UMBLE, 2000); iii) as pessoas estimam as durações protegendo-se de cortes (GOLDRATT, 1998; LEACH, 2000; UMBLE; UMBLE, 2000). Nesse sentido, cabe uma reflexão sobre as possíveis causas para o não cumprimento dos prazos mesmo com seguranças inseridas nas durações das atividades dos projetos (SILVA et al., 2012).

Ainda que sejam considerados normais os mecanismos de proteção ou contingências na duração das atividades, em função da razoável quantidade de incerteza das estimativas, as pessoas não gostam de evidenciar e não percebem quanta proteção embutem em cada atividade. Assim, apesar das proteções colocadas nas estimativas das durações das atividades, muitas acabam por desperdiçar tais proteções, levando ao atraso dos projetos. Para Goldratt (1998), há diversas formas de se desperdiçar seguranças, a seguir comentadas.

Leach (2000) afirma que um fator que pode implicar a falta de cumprimento com os prazos estabelecidos para o projeto é o acúmulo de atrasos e o desperdício das antecipações. Por um lado, um atraso em uma atividade implica atraso no início da atividade seguinte. Por outro lado, no caso de concluir uma atividade antecipadamente ao planejado, a antecipação não necessariamente é transferida para outras atividades do projeto. Goldratt (1998) explica que um atraso numa atividade é repassado por completo para a etapa seguinte, enquanto um avanço feito numa atividade é, geralmente, desperdiçado.

Leach (2000) salienta que a maioria das pessoas possui a tendência de esperar até que as tarefas se tornem extremamente urgentes para, então, nelas trabalharem. Goldratt (1998) argumenta que, muitas vezes, o atraso de uma atividade é devido à adição da proteção ou contingência, pois, em função desta proteção, as pessoas acabam deixando para iniciar as atividades no último minuto, acarretando normalmente atrasos inevitáveis, com consequente desperdício da segurança. A esse mecanismo Goldratt (1998) denomina de Síndrome do Estudante.

Outro fenômeno é chamado de Lei de Parkinson. A Lei de Parkinson consiste no princípio que as atividades tendem a se expandir e ocupar o tempo disponível. Goldratt (1998) afirma que há pouco incentivo para que se antecipe a conclusão de uma atividade. Por consequência, independente da necessidade, o tempo disponibilizado para a atividade é sempre utilizado.

Um outro mecanismo que leva ao desperdício das seguranças colocadas nas estimativas das durações das atividades é a multitarefa ruim ou nociva. O fenômeno da multitarefa, segundo Leach (2000), é o maior responsável pelo aumento da duração do projeto. Tentar fazer diversas tarefas ao mesmo tempo aumenta significativamente a duração das atividades.

Dessa forma, o Quadro 1 procura sintetizar e demonstrar os mecanismos de acúmulo e de desperdício de segurança.

Quadro 1: Mecanismos de acúmulo e de desperdício de segurança

Mecanismos de acúmulo de segurança	Mecanismos de desperdício de segurança
Estimativas com grande segurança embutida	Atrasos se acumulam e avanços são desperdiçados
Estimativas baseadas em experiências pessimistas	Síndrome do estudante
Cada nível hierárquico adiciona sua margem de segurança	Lei de Parkinson
As estimativas fornecidas são protegidas de possíveis cortes	Multitarefa nociva

Fonte: Leach (2000).

3.2 A CCPM NA GESTÃO DE MONOPROJETOS

Segundo Bie et al. (2012), como uma nova forma de gerenciar projetos que considera as limitações dos recursos e suas incertezas, a CCPM procura eliminar o impacto da Síndrome do Estudante e Lei de Parkinson, protegendo os membros da equipe de interrupções e

multitarefa nocivas e altera o método de medição da execução das tarefas de forma percentual em relação à taxa de conclusão do projeto (RABBANI et al., 2007).

Para tanto, a abordagem da TOC reconhece a gravidade do problema do recurso gargalo. A definição convencional de caminho crítico refere-se à mais longa sequência de atividades no projeto, mas a contenção de recursos pode ser uma importante fonte de dependência em um projeto e não é formalmente reconhecida na determinação do caminho crítico. Na realidade, a sequência mais longa de atividades depende da composição das atividades que são executadas com os recursos comuns. É esta sequência mais longa que deve ser chamada de caminho crítico (UMBLE, 2000). Para a TOC, em ambientes de projetos, há dois tipos importantes de restrições: recursos gargalos e corrente crítica. Os recursos gargalos determinam o ritmo de conclusão dos projetos, enquanto a corrente crítica determina o menor prazo de conclusão de cada projeto individual.

Uma maneira de evitar que a proteção temporal das atividades seja desperdiçada é simplesmente não colocá-la nas próprias atividades, mas em pulmões ao final das cadeias restringidas por recursos (HAGERMANN, 2001).

De fato, Goldratt (1998) propõe, como primeiro passo para a gestão de monoproyetos, a definição da restrição do sistema, ou seja, a Corrente Crítica, uma vez que esta determina a duração do projeto. Como segundo passo, ao decidir como explorar a restrição, Goldratt (1998) recomenda que o tempo de duração da Corrente Crítica não seja desperdiçado com os mecanismos citados anteriormente. Assim, Goldratt (1998) propõe que as atividades tenham início na data mais tarde possível, tenham sua duração estimada com o tempo de maior probabilidade (50% de probabilidade de término; sem segurança, portanto) e que as proteções quanto às incertezas não sejam inseridas para proteger as atividades individualmente, mas sim, para proteger todo um ramo de atividades. Ao admitir que o projeto (não as atividades) necessita de proteção quanto às incertezas, Goldratt (1998) informa que a proteção (pulmão) deve ser alocada no final da Corrente Crítica, sendo que sua duração (do pulmão) deverá ser a metade da duração da Corrente Crítica. As flutuações ocorridas nos tempos das atividades se compensam e o excedente é absorvido por um tempo de proteção único.

Assim, o modo como a CCPM lida com a incerteza está relacionado com os chamados Pulmões (*Buffers*). Pulmões aparecem como atividades no plano de projeto, mas não há trabalho destinado a eles. Segundo Leach (2000), a CCPM protege a data de conclusão do projeto por meio de um Pulmão de Projeto (*Project Buffer*), colocado no fim da Corrente Crítica. Este pulmão explora a lei estatística de agregação, protegendo o projeto das incertezas

das atividades individuais usando pulmões no fim do caminho. Existem vários métodos para determinar o tamanho do pulmão. Tukul, Rom e Eksioglu (2006) e Bie et al. (2012) afirmam que existem alguns métodos para determinar o tamanho dos *buffers*. A abordagem mais comum é o método cortar e colar (C & PM) e o método de erro da raiz quadrada. Goldratt (1998) propõe o primeiro método, em que após a Corrente Crítica ser determinada, somam-se os cortes de segurança realizados em cada atividade e toma-se a metade desta soma como Pulmão.

Segundo Finocchio (2009), uma forma de evitar o desperdício da proteção temporal das atividades é simplesmente não colocá-las nas próprias atividades, mas em pulmões distribuídos no final das cadeias de atividades. Hagemann (2001) defende que os Pulmões não são uma maneira de proteger o cronograma, mas ao contrário, agem como amortecedores, impedindo que a data final do projeto oscile quando as atividades da Corrente Crítica não são realizadas de acordo com o previsto pelo cronograma.

Newbold (1998) esclarece que o dimensionamento dos pulmões deveria ser baseado principalmente no risco acumulado ao longo de um ramo ou corrente de atividades restringidas por recursos limitados, e que não vale a pena realizar cálculos sofisticados para dimensioná-los, pois em geral a qualidade dos dados disponíveis não suportaria cálculos com grande precisão ou complexidade. O autor também sugere que se busque simplicidade e praticidade nos cálculos dos pulmões.

Outros pulmões propostos pela CCPM são (LEACH, 2000; BUDD; CERVENY, 2010):

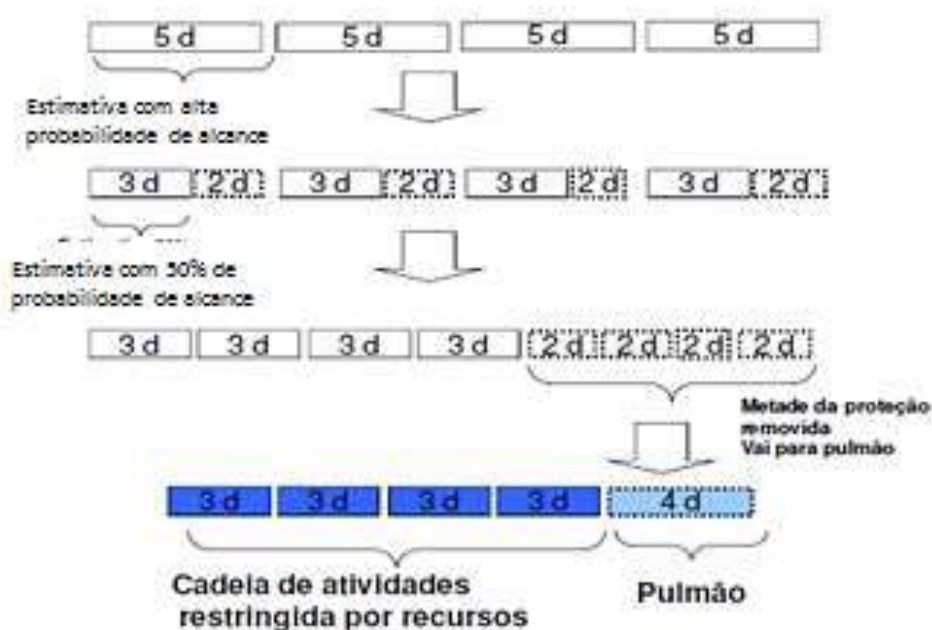
- Pulmão de Convergência (*Feeding Buffer*): a CCPM protege a Corrente Crítica de atrasos em caminhos que a alimentam alocando um pulmão no fim de cada um destes caminhos. Isso inclui caminhos que se juntam à Corrente Crítica no fim do projeto. Este pulmão provê um modo de acompanhar os caminhos não críticos, mantendo o foco na Corrente Crítica.
- Pulmão de Recurso (*Resource Buffer*): protege a Corrente Crítica da não disponibilidade de recursos. É um aviso para os gerentes de projetos e de recursos assegurarem que os recursos estejam prontos para trabalhar nas atividades da Corrente Crítica assim que atividade estiver pronta para ser iniciada. Pulmões de Recurso não tomam tempo da Corrente Crítica, sendo apenas sinalizações. A CCPM somente aplica estes pulmões a atividades da Corrente Crítica, porque o pulmão de convergência já provê proteção adicional às atividades de correntes não críticas. O método da Corrente Crítica prega que, para explorar o máximo do recurso gargalo, deve-se evitar toda sorte de desperdício no tempo disponível do gargalo, pois qualquer

período de tempo perdido no gargalo é um tempo perdido para o sistema como um todo (HAGEMANN, 2001).

Newbold (1998) sugere que se busque simplicidade e praticidade nos cálculos dos pulmões e propõe a aplicação de uma técnica simples, que consiste em:

- a) remover proteções das atividades, deixando-as com estimativas de durações com probabilidade de alcance de cerca de 50%;
- b) reservar metade da proteção total removida de uma determinada cadeia para compor os pulmões de proteção da cadeia específica, seja ele pulmão de projeto ou pulmão de convergência, conforme mostra a Figura 12.

Figura 12: Cálculo simplificado de pulmão proposto por Newbold



Fonte: Adaptado de Newbold (1998, p. 93).

Segundo Goldratt (1998), o monitoramento dos pulmões mantém o foco do gestor nas atividades críticas para o desempenho do projeto, permitindo priorizar e alocar recursos efetivamente. Steyn (2000) explica que o risco de atrasos pode ser mensurado pelo consumo dos pulmões. Esta é uma alternativa factível para focar o gerente de projetos. O monitoramento dos pulmões apontará a ocorrência de problemas a serem tratados para a conclusão do projeto (NEWBOLD, 1998).

Budd e Cerveny (2010) afirmam que um uso muito importante dos pulmões da CCPM é fornecer uma ferramenta para o gerente de projetos saber quando deve tomar alguma ação e

quando é desnecessária sua interferência. De acordo com Budd e Cervený (2010), para as organizações que gerenciam projetos que são suficientemente grandes e complexos, um sistema de gestão em tempo real da execução é outro componente essencial da CCPM. O Gerenciamento do Pulmão (*Buffer Management* – BM) fornece um ambiente como esse, com prioridades que são atualizadas e constantemente aplicadas em toda a organização numa base horária, diária ou semanal, dependendo do ritmo do ciclo de tomada de decisões dentro do ambiente. A fim de apoiar a tomada de decisões, um conjunto de práticas de suporte também foi desenvolvido para adaptar o sistema de priorização.

Goldratt (1998) explica que o projeto é, normalmente, medido de acordo com o trabalho ou o investimento realizado em relação ao montante a ser desenvolvido. Portanto, as medidas convencionais de controle de projetos não distinguem entre o trabalho realizado no Caminho Crítico e o trabalho executado em outros caminhos (WORLEY, 2005; GIACOMETTI et al., 2007).

Este monitoramento pode fazer com que o gerente de projetos perca o necessário foco nas atividades, uma vez que o atraso de um caminho pode ser compensado com o progresso de outro, podendo passar a falsa percepção de que o projeto evolui como um todo, mas não necessariamente no Caminho Crítico. O problema surge no momento em que os caminhos que foram adiantados precisarão esperar pela finalização dos caminhos atrasados que, por consequência, resultará no atraso do projeto como um todo (RAZ; BARNES; DVIR, 2004; YANG, 2007).

A TOC condena este tipo de medida, uma vez que não aponta o lugar certo para se focar a atenção e recursos e recomenda que se monitore o projeto por meio dos pulmões de tempo (NEWBOLD, 1998).

Para Gupta e Andersen (2012), para calcular o consumo do pulmão, o gerente de projeto deve ter informações atualizadas sobre cada tarefa que tenha sido iniciada e não foi concluída. Em cada ponto de verificação (diariamente ou uma ou duas vezes por semana), deve ser pedida a cada membro da equipe do projeto, que esteja trabalhando em uma tarefa atualmente, que informe a quantidade de tempo restante para completar a tarefa. Para os autores, é improdutivo, para fins de gerenciamento de projetos, pedir por uma data de conclusão ou percentual da obra que foi concluída. A estimativa de tempo "restante" é necessária para o gerente de projeto saber se alguma medida deve ser tomada. O tempo restante, somado ao tempo decorrido desde que a tarefa foi iniciada, pode ser comparado com o tempo estimado inicial para determinar a penetração ou recuperação no pulmão. O tempo restante relatado

muda (ou seja, não é sempre decrescente) cada vez que uma consulta é feita. Se a soma entre os tempos restante e decorrido superar a duração estimada (com estimativas reduzidas), a penetração no pulmão é igual à diferença entre a soma e a duração inicialmente estimada para a atividade (BUDD; CERVENY, 2010).

A quantidade de pulmão utilizada fornece ao gerente de projeto informação acerca do estado do projeto e de quando tomar ações corretivas. Os pulmões podem ser divididos em três partes iguais de tempo que indicam respectivamente “variação esperada”, “variação normal” e “variação anormal”. Penetrando-se no primeiro terço do pulmão (chamada zona verde), os envolvidos com o projeto não devem tomar ações corretivas. A utilização do segundo terço dos pulmões (zona amarela) geralmente é causada devido à incerteza inerente à previsão de duração da tarefa. Pequenas variações na operação de um projeto não são uma razão para alarme, mas se o segundo terço do pulmão começa a ser usado para cobrir atrasos nas tarefas, planos devem ser formulados para recuperar o tempo perdido. Variações anormais são geralmente resultado de eventos únicos fora do curso normal da operação do projeto. Tais eventos podem ser tão simples como a deficiência ou falta de um recurso ou tão impactante como um desastre natural. Quando a zona vermelha do pulmão é alcançada, é definitivamente tempo de ação e de execução dos planos feitos enquanto o consumo do pulmão estava na zona amarela (AGARWAL; BORCHERS; CRANE, 2010).

Desta forma, a avaliação da porcentagem da corrente crítica que já foi completada passa a ser uma medida crítica de andamento do projeto. Como resultado, uma medida para determinar o “status” do projeto é a porcentagem do pulmão do projeto consumido em função da porcentagem da corrente crítica completada. Segundo esta medida, quanto maior a razão entre a taxa de consumo do pulmão e a taxa de progresso da corrente crítica, mais atenção é requerida. Dessa forma, uma convenção de regiões (Vermelha-Amarela-Verde) pode ser estabelecida. Geralmente, a região vermelha (mais crítica) é reflexo de razões entre a taxa de consumo do pulmão e a taxa de progresso da corrente crítica maiores que um (GOLDRATT; GOLDRATT, 2006).

3.3 A CCPM NA GESTÃO DE MULTIPROJETOS E DE PORTFÓLIOS

Patanakul e Milosevic (2009) definem o ambiente multiprojetos como um ambiente de nível organizacional, onde vários projetos são geridos simultaneamente. Pesquisadores vêm propondo diversos métodos para resolver o problema de restrição de recursos em ambiente multiprojetos. Do ponto de vista da pesquisa operacional, o problema da gestão de organizações multiprojetos é bem explorado. Além disso, avanços significativos têm sido

realizados, sendo apresentados algoritmos apropriados para agendamento, redistribuição de recursos e planejamento de recursos agregados. No entanto, métodos da pesquisa operacional não são as melhores escolhas para enfrentar os desafios da gestão multiprojetos se as organizações estiverem em condições de incerteza. Além disso, estes principais métodos exigem que os projetos sejam independentes, o que não ocorre na maioria das indústrias em função da transferência de tecnologia, por exemplo (SHANLIN, 2013).

A CCPM toma a perspectiva de que o gerenciamento de projetos deve se concentrar na otimização do todo ao invés da otimização local como a sua ideia central (GOLDRATT, 1997). Assim, foram propostos novos métodos de pesquisa para solucionar o problema de conflito de recursos entre atividades. A abordagem CCPM considera uma proteção global contra a incerteza e argumenta ser esta a melhor abordagem que se pode fazer diante da enorme complexidade e incerteza no gerenciamento de projetos em ambientes reais (LEACH, 2005).

Segundo Manhães (2011), além dos fundamentos técnicos e culturais de planejamento e execução da CCPM, Goldratt trata de questões relevantes em ambientes multiprojetos, como multitarefas, preparações (*full kit*), impactos causados pelos clientes e relacionamento com subcontratados.

Kendall et al. (2001) expõem que o fator de maior impacto para o sucesso do projeto em ambiente de multiprojetos é a restrição de recursos. Segundo os autores, este fator é criado pelo sistema atual de produção empurrada, sob a forma de novos projetos, na organização. Assim, Kendall et al. (2001, p.35) definem a origem da multitarefa:

Cada empresa tem muito mais oportunidades de fazer melhorias mediante projetos do que recursos para executá-los e, desta forma, acaba-se assumindo múltiplas tarefas simultâneas (multitarefas), o que é muito ruim e resulta em um enorme desperdício de tempo e recursos.

Newbold (2008) relata que a maioria das organizações de projetos não possui bons meios de discernir a quantidade de projetos a serem iniciados ao mesmo tempo. Budd e Cervený (2010) completam que normalmente novos projetos são inseridos e poucas organizações aparentam ser capazes de estabelecer, com sucesso, prioridades estáveis e globais.

Finoccio (2009) assinala que em um ambiente onde um recurso considerado crítico é compartilhado entre múltiplos projetos, os atrasos de um projeto podem causar atrasos dos demais. Assim, ao compartilhar simultaneamente um recurso-gargalo entre múltiplos projetos, a empresa faz com que o prazo dos projetos se estenda e o recurso crítico fique congestionado,

sem margem para a recuperação de atrasos. O método da CCPM busca solucionar este problema por meio das seguintes técnicas (FINOCCIO, 2009):

- Defasar projetos que compartilham recursos por meio da introdução de um pulmão entre eles;
- Regulação da liberação de novos projetos, de modo que o ritmo desta liberação nunca exceda a capacidade do recurso-gargalo.

Segundo Holt e Boyd (2010), é frequente, durante o processo de sequenciamento de múltiplos projetos, a presença de conflitos de recursos entre projetos. Tentar resolver os conflitos entre os projetos forçaria os projetos a mover as tarefas conflitantes para trás no tempo, o que aumenta a duração dos projetos individuais e o tempo de inatividade de muitos recursos. No entanto, tão logo os projetos começam, criam-se novos conflitos entre eles. A solução da CCPM para multiprojetos consiste de (1) programar os projetos individuais segundo a lógica CCPM (vista na seção anterior), (2) sequenciar os projetos de acordo com um ponto fixo (ou recurso estratégico), (3) fazer uso da gestão de pulmões no gerenciamento de todos os projetos, e (4) atribuir recursos para projetos (e tarefas) conforme necessário, para beneficiar a organização como um todo.

Segundo Yaning (2011), de forma a aplicar a técnica CCPM em um ambiente multiprojetos, em primeiro lugar, o atual portfólio de projetos deve ser identificado. Em seguida, a restrição do sistema deve ser localizada. Os recursos restritivos, ou gargalos, determinam o sequenciamento subsequente do portfólio de projetos. Se este recurso está na data mais cedo, alguns projetos podem ser puxados para a frente de forma a aproveitar o início precoce. No entanto, se este recurso gargalo estiver atrasado, pode ser que os projetos precisem ser empurrados para o futuro.

Em ambientes de multiprojetos, cada projeto é programado da mesma forma como em um ambiente de projeto único, mas sem levar em conta o uso de recursos em outros projetos. Devido à grande incerteza da duração das tarefas, não é possível nivelar todos os recursos em todos os projetos e esperar que este nivelamento inicial permaneça efetivo em qualquer período ao longo da duração dos projetos. A fim de minimizar a necessidade de compartilhar recursos e certificar que atrasos em um projeto não afetem outros projetos, a entrada de novos projetos no sistema deve ser controlada. Para isso, é definido um Recurso de Programação (*Scheduling Resource*) ou Tambor Virtual. Este recurso é usado para minimizar conflitos entre recursos e prevenir uma pressão excessiva na organização causada pelos muitos projetos. Ele

é escolhido entre os recursos que participam da maioria dos projetos. Um pulmão específico é definido em cada projeto a frente da primeira tarefa a ser executada pelo Recurso de Programação, a fim de minimizar o impacto de problemas ocorridos em um dado projeto no portfólio de projetos inteiro (GOLDRATT, 2006). Leach (2005) assume que o recurso restritivo é o responsável pela capacidade do sistema.

Conforme Leach (2000) e Yaning (2011), as atividades programadas para o recurso restritivo são estimadas com tempos médios e, portanto, também sujeitas a atrasos. Assim, os pulmões acabam sendo empregados no sequenciamento do portfólio de forma a permitir uma margem de segurança para separar os diferentes projetos programados. A aplicação do pulmão antes do início programado para o próximo projeto garante que o recurso crítico será protegido. Assim, especificamente no que concerne ao gerenciamento de multiprojetos, a CCPM propõe um quarto tipo de pulmão, chamado de Pulmão de Programação (*Scheduling Buffer*) ou Pulmão do Tambor (*drum buffer*) (UMBLE; UMBLE, 2000).

Para a CCPM, as multitarefas ruins são as causas principais de atrasos em ambientes de multiprojetos. Uma solução para reduzir drasticamente as multitarefas ruins em tais ambientes é simplesmente definir um número máximo de projetos abertos, mesmo que isso signifique o congelamento de projetos. O gerente encarregado de todos os projetos, após consultar seus subordinados, determina a priorização dos projetos e orienta o congelamento dos projetos com prioridade mais baixa (HOLT e BOYND, 2010).

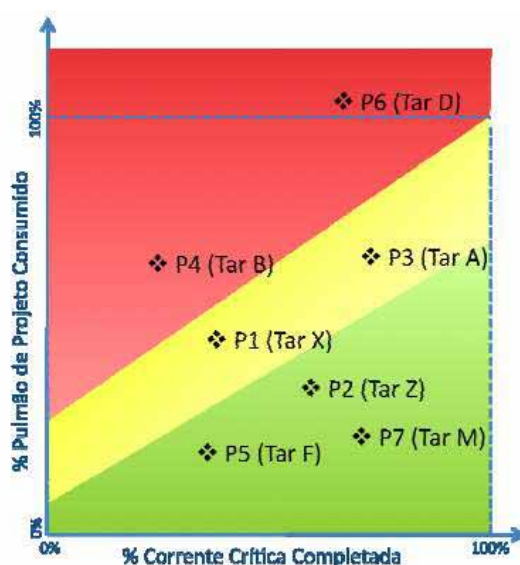
Seider (2006) defende que as organizações que realizam múltiplos projetos – projetos estes que compartilham recursos entre si – devem ter uma política para liberação de novas iniciativas que considere a carga corrente de seus recursos críticos e compartilhados. O uso da TOC na gestão de portfólio ajuda os gestores a melhor utilizar a capacidade de execução dos departamentos de projetos. O autor considera que existe um ponto ideal para o número de projetos ativos e que, superado este limite, o desempenho começa a diminuir. Nesse cenário, é necessário congelar projetos ativos para que o desempenho se restabeleça.

O número de projetos abertos deveria ocupar menos do que 75% da capacidade existente, pois, desta forma, as multitarefas são evitadas sem que a carga de trabalho seja pequena demais, de tal forma que os efeitos psicológicos diminuíssem a taxa de conclusão dos projetos. Somente quando um projeto é concluído um novo projeto é aberto. Além disso, ajustar a quantidade de trabalho não é suficiente. A empresa deve também assegurar que, com o passar do tempo, uma quantidade adequada de trabalho será sempre mantida (HERMAN; GOLDRATT, 2010).

Os projetos não congelados devem, portanto, seguir uma lista de prioridades e ser liberados para execução de forma escalonada, de acordo com a capacidade limitada do recurso estratégico. Gerenciar estes projetos, priorizando e alocando recursos conforme um esquema de urgências determinado pelo Gerenciamento do Pulmão é a forma pela qual a CCPM realiza a gestão de portfólios. A CCPM fornece um novo método para gestão de portfólio, pois permite soluções efetivas para conflitos entre recursos e melhor aperfeiçoa a alocação de recursos ao escalonar os projetos em função do uso que fazem do recurso restritivo (YANING, 2011).

Segundo Baptista (2009), o gerente responsável pelo portfólio de projetos usa as informações do Gerenciamento do Pulmão para focar seus esforços. Ao verificar tarefas em vermelho, ele articula ajuda adicional se necessária. Além disso, faz uso do gráfico de consumo do pulmão de projeto para verificar como estão as tarefas. A Figura 13 ilustra a aplicação do Gerenciamento do Pulmão em ambientes de multiprojetos. Ela permite verificar que os projetos 6 e 4 deveriam receber atenção especial do gestor de portfólio de projetos da organização, pois alguma ajuda se faz necessária. O nível de urgência para apressamento de tarefas é ditado pela relação entre o percentual do pulmão de projeto consumido e o percentual da Corrente Crítica também consumida, conforme já comentado. O projeto 4, por exemplo, teria consumido cerca de 25% da Corrente Crítica, porém mais de 50% de seu Pulmão. Este projeto ainda não atrasou, pois as ações ser tomadas no sentido de reduzir a duração das tarefas restantes a ainda entregar o projeto no prazo.

Figura 13 – Gráfico de portfólio de projetos

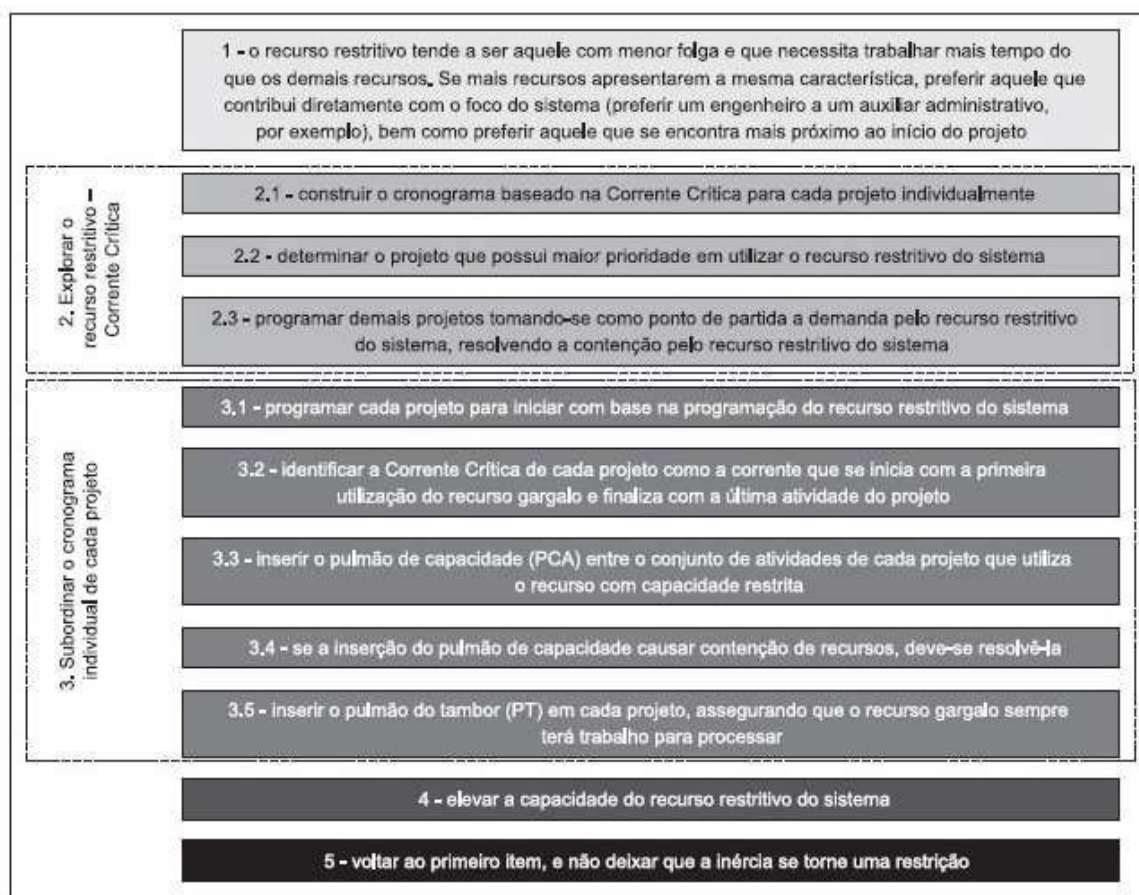


Fonte: Baptista (2013).

Nesse ambiente multiprojetos, Silva et al (2005) procuram demonstrar os passos necessários para implantação da CCPM, conforme Figura 14.

A primeira etapa consiste em identificar a corrente crítica, de acordo com o método da CCPM, que será a maior corrente de atividades dependentes. Durante o segundo conjunto de atividades objetiva-se explorar o recurso restritivo. A intenção é programar os projetos tomando-se como ponto de partida a demanda pelo recurso restritivo do sistema. O terceiro conjunto de atividades visa subordinar o cronograma individual de cada projeto, inserindo-se o pulmão de capacidade e pulmão do tambor. O passo seguinte consiste em elevar a capacidade do recurso restritivo do sistema. Depois, volta-se ao primeiro item, de forma a não permitir que a inércia se torne uma restrição.

Figura 14: Passos para implantação da CCPM em ambientes multiprojetos



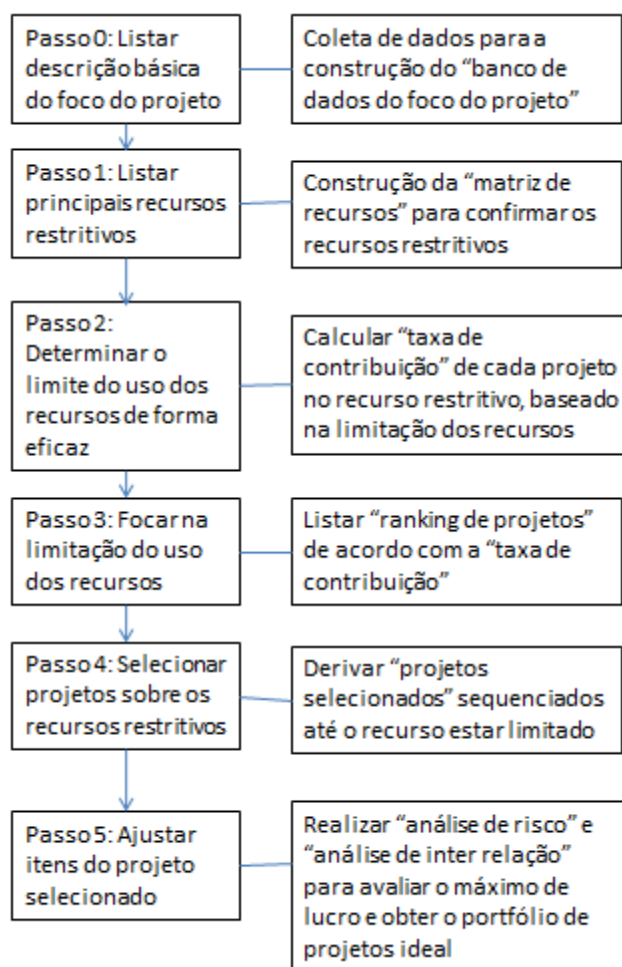
Fonte: Adaptado de Silva et al. (2005).

A TOC costuma recomendar o uso da contabilidade de ganhos como forma de identificar produtos ou projetos mais rentáveis em situações que apresentam recursos com limitação de capacidade. Assim, tal ferramenta pode, adicionalmente, ser utilizada no apoio à gestão de portfólio de projetos. Com ela, as decisões são tomadas de forma simples e rápida, utilizando

o conceito da contribuição de recursos chaves (LI, 2005; YEN et al., 2005). Baseada nessa mesma ideia, o portfólio de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), por exemplo, mostram as mesmas características de um portfólio de projetos de desenvolvimento de produtos. Quando dois ou mais projetos são iniciados simultaneamente, a aplicação e alocação de recursos restritivos afetam o desempenho do portfólio.

Chang (2010) apresenta uma proposta de seleção de portfólio por meio da TOC usando a contribuição de recursos limitados, conforme apresentado na figura 15.

Figura 15: Procedimentos de um modelo de seleção de portfólio de acordo com a TOC



Fonte: Chang, 2010.

O primeiro passo corresponde a listar a descrição básica do foco do projeto, em que são coletados os dados para a criação do “banco de dados do foco do projeto”. Em um segundo momento deve-se listar os principais recursos restritivos, para que seja construída a “matriz de recursos” com o objetivo de se confirmar os recursos restritivos. O passo 2 corresponde a determinar o limite do uso dos recursos de forma eficaz, em que pretende-se calcular a “taxa de contribuição” de cada projeto no recurso restritivo, baseado na limitação dos recursos. Já o

passo 3 recomenda focar na limitação dos recursos, onde é feito o “ranking dos projetos” de acordo com a “taxa de contribuição”. No próximo passo é feita a seleção dos projetos sobre os recursos restritivos, dessa forma, os projetos selecionados são sequenciados até o recurso estar limitado. O último passo consiste em ajustar os itens do projeto selecionado, realizando a “análise de risco” e “análise de inter-relação” para avaliar o máximo de lucro e, assim, obter o portfólio de projetos ideal.

3.4. Relação conceitual entre os temas

Segundo Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1999), os quatro objetivos no gerenciamento de um portfólio são: maximize o valor de seu portfólio, selecionando novos produtos de forma a maximizar a soma comercial dos projetos ativos; busque o equilíbrio em sua carteira, equilibrando os projetos em termos de categorias de produtos, tecnologias; o portfólio deve estar estrategicamente alinhado, ou seja, todos os projetos devem estar direcionados e priorizados de acordo com as estratégias da empresa; e escolha o número correto de projetos, isto é, a empresa deve ter quantidade de projetos em andamento de acordo com os recursos disponíveis.

A partir do exposto, pode-se dizer que a CCPM procura satisfazer ao menos três destes objetivos: equilibra o uso de recursos aplicados aos projetos em carteira; apoia o alinhamento dos projetos segundo a estratégia da organização; e considera que existe um ponto ideal para o número de projetos ativos, superando este limite, o desempenho começa a diminuir. Ademias, a CCPM permite uma forma simples e de fácil entendimento dos gestores.

Diante da proposta de apontar contribuições da CCPM à gestão de portfólio no processo de desenvolvimento de produtos, foram encontradas técnicas que solucionam problemas de atrasos em projetos que compartilham um mesmo recurso: introduzir pulmões entre projetos que compartilham o mesmo recurso e a regulação da liberação de novos projetos, de modo que o ritmo desta liberação nunca exceda a capacidade do recurso considerado gargalo. Pode-se citar como outra contribuição da CCPM à gestão de portfólio o gerenciamento de pulmões, que permite não apenas um acompanhamento do ritmo de execução dos projetos (em ambientes monoprojeto ou multiprojetos) como também identifica as atividades ou tarefas que necessitam de mais atenção gerencial. Esta última possibilidade do gerenciamento de pulmões é uma forma de apoiar a gestão de portfólio, pois permite visualizar o conjunto de projetos em desenvolvimento e identificar aqueles cujas tarefas estão comprometendo as conclusões de seus respectivos projetos no prazo.

4. MÉTODO DE PESQUISA

Silva e Menezes (2005) afirmam que “pesquisa é um conjunto de ações, baseadas em procedimentos racionais e sistemáticos, direcionadas para encontrar a solução para um problema. O objetivo da pesquisa é descobrir respostas para problemas, através de um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico”.

No campo da Engenharia de Produção, Fleury (2010) alega que a pesquisa pode ser mais complicada quando comparada às demais áreas de conhecimento, uma vez que esta é reconhecidamente um campo de estudo de maior interdisciplinaridade. Os autores afirmam que a interdisciplinaridade não deve ser confundida com indisciplina, pois a Engenharia de Produção tem temas e métodos de pesquisa que são próprios.

4.1 ESCOLHA METODOLÓGICA

Miguel (2010) ressalta a importância metodológica de um trabalho acadêmico. O autor ressalta que uma fundamentação científica adequada acarreta em uma melhor estrutura no desenvolvimento de trabalhos, buscando o desenvolvimento da teoria por meio de sua extensão ou refinamento ou, em última instância, a proposição de novas teorias, contribuindo assim para a geração do conhecimento.

Diante das características do presente estudo, a elaboração deste trabalho tem como base os pressupostos da pesquisa qualitativa, utilizando-se do método de estudos de caso, sobre o qual apresentam-se algumas definições e particularidades.

Yin (2005) define um estudo de caso como uma investigação empírica que aborda um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto na vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Ainda segundo o autor, o estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende um método que abrange desde a lógica do planejamento, das técnicas das coletas de dados, das abordagens específicas até a análise de todos estes dados. Este tipo de estudo é uma pesquisa empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

De acordo com Silva (2005), o estudo de caso é um método caracterizado pela simplicidade de passos em sua realização para uma construção positiva sobre um objeto que será estudado com profundidade. Segundo Lakatos e Marconi (1991), as características fundamentais do estudo de caso são visar à descoberta, enfatizar a interpretação do contexto, retratar a

realidade de forma ampla, valer-se de fontes diversas de informações, permitir substituições, representar diferentes pontos de vista em dada situação e usar linguagem simples. Somado a isso, os autores enumeram algumas características do problema científico que devem ser consideradas no momento da elaboração da pesquisa que se utiliza desse método: viabilidade (pode ser eficazmente resolvido por meio do estudo), relevância (deve ser capaz de trazer novos conhecimentos), novidade (deve ser coerente com o atual estágio de evolução científica) e exequibilidade (ser possível de levar a uma conclusão válida).

Os estudos de casos são essencialmente qualitativos. Os modelos qualitativos são aqueles formulados a partir de descrições intuitivas do pesquisador ou do indivíduo pesquisado, como em diagnósticos sobre a personalidade e o comportamento humano. O propósito desse método é a representação dos objetos ou indivíduos e das relações associadas para formulação de um modelo interativo. Vale ressaltar que a descrição e a representação de fenômenos, por meio de modelos qualitativos, é passível da interferência positiva ou negativa de valores do próprio pesquisador (YIN, 2005).

Para Jardimino, Rossi e Santos (2000), a pesquisa qualitativa se preocupa fundamentalmente com a compreensão e interpretação do fenômeno estudado, tendo como principal objetivo compreendê-lo, explorá-lo e especificá-lo. Além disso, esse método necessita de criatividade e intuição para que se faça uma análise comparativa de uma pequena “amostra” minuciosamente selecionada.

4.2 UNIDADE DE ANÁLISE

Tendo em vista a necessidade de uma estratégia de pesquisa para desenvolvimento do estudo de caso, faz-se necessária a delimitação da unidade de análise e justificativa de sua escolha. De acordo com Seawright e Gerring (2008), a unidade escolhida deve atender os critérios de representatividade e variação nas dimensões do interesse teórico da pesquisa.

Para a condução da pesquisa, optou-se pela realização de um estudo de caso em uma empresa que se auto definisse usuária da CCPM para fins de apoio à gestão de desenvolvimento de seus produtos, assim como a gestão de seu portfólio de novos produtos. Um segundo critério é que a unidade de observação deve possuir um portfólio de serviços representativo e diverso, além de um processo estruturado de desenvolvimento de produtos. Um terceiro critério é que a aplicação da CCPM pela empresa possa ser caracterizada como uma referência de uso da CCPM.

Com base nestes critérios, a unidade de análise escolhida é uma empresa nacional de grande porte do setor aeroespacial, cujo faturamento e investimento em P&D (R\$ 737 milhões no exercício de 2013) a torna estratégica para o país. O desenvolvimento de produtos é um processo de negócio estratégico na empresa e a CCPM vem sendo utilizada como um dos métodos de apoio a este processo. A implementação da CCPM pela empresa recebeu premiação de segundo melhor projeto inovador do ano pela revista Mundo PM e foi destaque da mesma revista em publicação de fevereiro/março de 2012. Por questões de confidencialidade, o nome da empresa é omitido nesse trabalho.

4.3 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Martins (2008) recomenda, preferencialmente, que a coleta de dados para o estudo de caso deva se basear em diversas fontes de evidência. A coleta de dados do presente estudo foi planejada e realizada em três etapas, predominantemente qualitativas: aplicação de questionários, observação direta e análise documental. Nesta pesquisa foram realizadas entrevistas com as pessoas envolvidas diretamente com o problema pesquisado. Detalhes metodológicos dos critérios adotados para a consecução do estudo de caso estão apresentados no capítulo 4 desta dissertação.

A coleta de dados se deu por meio de entrevistas presenciais, a partir da aplicação de um questionário (apresentado no apêndice 01), junto a cinco gestores escolhidos pelo grau de compreensão que possuem dos processos de desenvolvimento de produtos da empresa, de sua gestão de portfólios e do próprio método da CCPM. Foram entrevistados: um gerente de planejamento da engenharia (responsável pelo planejamento das atividades da engenharia na empresa e pela implantação da CCPM em todas as áreas da engenharia da empresa), um gerente de engenharia (responsável pelas atividades de engenharia de uma unidade fabril da empresa), dois administradores de programa, um representante do programa do segmento da aviação comercial e outro representante do programa da aviação de defesa e um supervisor dos gestores de projeto da engenharia. Tais entrevistados são aqui referenciados como Entrevistados 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

A empresa analisada neste estudo é uma empresa nacional de grande porte do setor aeroespacial, sendo umas das maiores do mundo, considerada a mais importante empresa do setor no Brasil e que também figura entre as das principais exportadoras nacionais. Sua escolha para a realização desta pesquisa se deve:

- à elevada relevância da empresa para o país, tanto em termos econômicos quanto de inovação tecnológica;
- à importância que a P&D e o desenvolvimento de produtos assumem para a competitividade da empresa;
- à complexidade de seus produtos e operações;
- à complexidade dos processos de desenvolvimento de seus produtos e de gestão de portfólio;
- ao papel relevante que a CCPM parece estar assumindo neste cenário.

Por tudo isso, o caso escolhido pode ser caracterizado como uma referência (CASTRO et al, 2012), ou caso emblemático, de aplicação da CCPM no desenvolvimento de produtos.

A elaboração do protocolo é o ponto de partida para o estudo de caso, pois ele vai delinear o estudo, ou seja, guiar todo o processo de coleta de dados. O protocolo é uma das táticas principais para aumentar a confiabilidade da pesquisa (YIN, 2005).

Dessa forma, foi elaborado o protocolo do estudo de caso deste trabalho que contém as seguintes seções descritas na tabela 1 e tabela 2, respectivamente.

Tabela 1 – protocolo do estudo de caso – visão geral do projeto

VISÃO GERAL DO PROJETO	
Objetivo da pesquisa	Estudar a aplicação da CCPM como método de apoio ao PDP
Objetivos do estudo de caso	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender a forma pela qual a empresa objeto de estudo desenvolve seus produtos, o que inclui avaliar seus aspectos organizacionais, práticas e métodos adotados - Compreender a forma pela qual a empresa objeto de estudo gerencia o portfólio de seus projetos - Avaliar de que forma a utilização da CCPM auxilia no processo de desenvolvimento de novos produtos da empresa estudada - Avaliar de que forma a utilização da CCPM auxilia na gestão de portfólio da empresa estudada - Identificar possíveis adaptações ou dificuldades de uso da CCPM para atender as necessidades do ambiente de desenvolvimento de produtos estudado

Fonte: compilação do autor.

Tabela 2- protocolo do estudo de caso – procedimento de campo

PROCEDIMENTO DE CAMPO	
Empresa/setor	O estudo de caso deve ocorrer em empresa que possui um processo de desenvolvimento de produto formal e que faça uso da CCPM como método de apoio a este processo
Unidade de análise	Áreas da empresa que fazem uso da CCPM em seus processos de desenvolvimento de produtos
Entrevistados	Gestores da empresa com contato direto com a CCPM
Fontes de evidencia	Entrevistas, análise de documentos e observação direta
Tipo de questionário	Com questões abertas e fechadas
Tempo previsto	As entrevistas foram previstas para durar no máximo 1 hora

Fonte: compilação do autor.

O método principal para coleta de dados na pesquisa é a entrevista, pois é por meio dela que foi obtida a maior quantidade de informações e o maior número de detalhes sobre o objeto de estudo. Para a construção dos questionários utilizados, não foram encontrados questionários que apoiaram a elaboração de questões voltadas ao estudo da CCPM aplicada em ambientes de desenvolvimento de produtos, tornando-se a principal dificuldade encontrada para sua elaboração. No entanto, as questões voltadas ao Processo de Desenvolvimento de Produtos e Gestão de Portfólio tiveram como referência Jugend (2010).

O questionário apresentou três seções: a primeira seção do questionário foi dedicada à obtenção de dados referente ao Processo de Desenvolvimento de Produtos. A segunda parte consistiu na investigação do tema Gestão de Portfólio e, por fim, a terceira etapa focou no uso do método da CCPM. O levantamento de dados foi conduzido por meio de um mesmo questionário semiestruturado (mesmo questionário aplicado em todas as entrevistas), contando com a participação do pesquisador em todas as entrevistas.

Além das entrevistas, outras fontes de evidências foram utilizadas, como observação direta e acesso a documentos, de forma a dar mais credibilidade aos dados e aos resultados da pesquisa. A análise de documentos foi escolhida por ser uma fonte estável de dados e permitir a revisão contínua (YIN, 2005), além da possibilidade de comparação de diferentes fontes de evidência. Conforme sugere Yin (2005), a triangulação de dados, reunindo as várias fontes de informação, tem como objetivo analisar os mesmos dados a partir de diferentes pontos de vista e contextos.

5. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso consiste na investigação da utilização da CCPM no PDP e na gestão de portfólio de novos produtos de uma empresa do setor aeroespacial brasileira. Para tanto, foi aplicado um questionário a cinco funcionários (dois gerentes e três usuários da CCPM) envolvidos com a aplicação da CCPM na empresa. Este capítulo apresenta as características gerais da empresa, bem como os dados coletados a partir da aplicação do questionário.

5.1 A EMPRESA

A indústria aeronáutica é composta pelo segmento de aeronaves, que incluem as empresas praticantes das atividades de montagem e integração final de sistemas fornecedores de subconjuntos estruturais e mecânicos, como fuselagem, asas e trem de pouso, fornecedores de partes e componentes básicos, além de serviços industriais. Tradicionalmente, o segmento é organizado com base no perfil das aeronaves.

A empresa analisada neste estudo é uma das maiores do mundo, considerada a mais importante empresa do setor no Brasil e que também figura entre as principais exportadoras nacionais.

Fundada na década de 60, sendo criada como uma companhia de economia mista – na qual a União era sócia majoritária – foi privatizada em 1994, e atualmente é a empresa líder no segmento de fabricação de jatos comerciais de até 120 assentos. A corporação projeta, desenvolve, fabrica e vende aeronaves para os segmentos de Aviação Comercial, Executiva, Defesa e Governo.

Sediada no Estado de São Paulo, a empresa mantém escritórios, instalações industriais e oficinas de serviços aos seus clientes em diversas localidades, incluindo no Brasil, Estados Unidos, França, Portugal, China, Cingapura, Reino Unido, Holanda e Emirados Árabes Unidos. No fim de 2013, seu quadro de funcionários totalizava cerca de 20 mil empregados e sua carteira de pedidos firmes ultrapassava os US\$ 19 bilhões.

A corporação estudada possui três unidades de fabricação no Brasil: em São José dos Campos, Gavião Peixoto e Botucatu, além de plantas nos Estados Unidos, em Portugal e na China.

A unidade controladora está sediada no Brasil, no município de São José dos Campos (SP), e é responsável pelo desenho, fabricação e suporte a aeronaves que abastecem os mercados de aviação comercial e executiva, além de aeronaves para fins militares.

Ativa desde o ano de 2001, no município de Eugênio de Melo (SP), esta unidade fabril abriga as atividades de desenvolvimento e fabricação de ferramental, tubos, solda e serralheria, além de grandes calagens (montagem de chicotes elétricos).

A unidade do município de Gavião Peixoto opera desde outubro de 2001 e tem como principais atividades a montagem final de aeronaves para o mercado executivo e de finalidade militar, além de contar com uma pista para ensaios em voo dentro de sua planta.

Em Botucatu localiza-se a unidade que é responsável pela produção do avião agrícola, fabricação de peças e estruturas para os jatos das aviações comerciais, executivas e de defesa, bem como pela fabricação de ferramental.

A empresa analisada atua em três segmentos do mercado: aviação comercial, de defesa e segurança e executivo, que representam 45%, 33% e 22% da receita total da companhia, respectivamente.

O segmento de aviação comercial representa uma carteira de mais de 50 clientes em todo o mundo, refletindo a qualidade dos jatos produzidos pela empresa. A área de Aviação Executiva, apesar de recente – apenas no ano de 2000 a empresa entrou neste segmento de mercado – tem relevância no mercado nacional e internacional focando na qualidade dos produtos, visando características únicas e manutenção simplificada, além do baixo custo operacional. A divisão de defesa e segurança é responsável por mais da metade da frota da Força Aérea Brasileira, além de outras 20 divisões de outros países. Na aviação agrícola, a empresa é líder de mercado com o avião agrícola movido a etanol, produto com mais de 50 anos de existência e responsável por 75% da frota nacional do segmento.

5.2 Entrevistas e análise documental

As seções subsequentes estão organizadas de acordo com os temas principais do trabalho: Processo de Desenvolvimento de Produtos, Gestão de Portfólio de Produtos e Uso do método da CCPM. As informações apresentadas são resultados das entrevistas que ocorreram nos meses de abril e maio de 2014 e da análise de documentos da empresa.

5.2.1 Processo de Desenvolvimento de Produtos

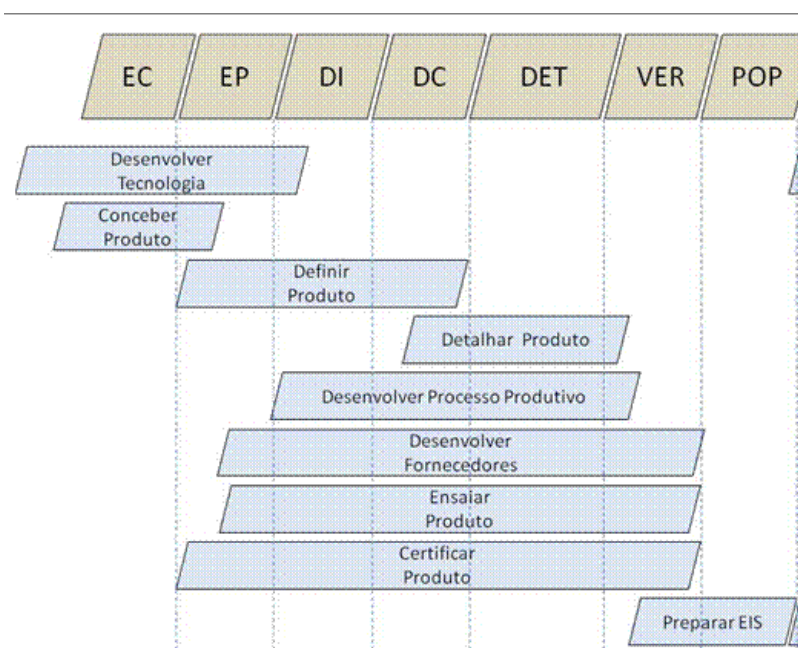
Todos os entrevistados afirmaram que a empresa possui mecanismos formais para a tomada de decisão voltada a definir quais projetos de produto ela deve desenvolver. No entanto, a

entrevistada 1 forneceu maiores detalhes sobre esse processo: “a empresa possui uma política de desenvolvimento integrado de produtos (DIP) com seus fornecedores. Esta política se baseia em um modelo próprio que inclui as etapas do processo de desenvolvimento e os principais processos aplicáveis para a sua realização, organização do esforço de desenvolvimento bem como os principais procedimentos.” O entrevistado 5 informou que “na aviação comercial existe a figura do Programa (grupo responsável pelas entregas, desenvolvimento e modificações de determinado modelo de avião) que realiza a gestão de portfólio de projetos”. Foi ressaltado o DIP (Desenvolvimento Integrado do Produto), em que é realizada a coordenação das atividades dos recursos internos e externos na geração dos produtos dos projetos aprovados pelo Programa.”

Com o acesso ao documento da empresa denominado “Processo de Desenvolvimento Integrado do Produto”, pôde-se compreender em mais detalhes o processo de desenvolvimento de produtos adotado pela empresa. O DIP é um processo empresarial, também conhecido como ‘Criar, Desenvolver e Certificar Novos Produtos e Serviços’. As atividades do processo DIP são distribuídas em macros processos e fases. Os processos são divididos em: AP (antiprojeto), EC (estudos conceituais), EP (estudos preliminares), DI (definição inicial), DC (definição conjunta), DET e VER (detalhamento, fabricação, ensaios e certificação), POP (pré-operação), SER (série) e PO (*phase out*). Fazem parte destes processos as seguintes fases: gerenciar o desenvolvimento do produto, conceber produtos, definir produto e serviço, detalhar produto e serviços, desenvolver processos produtivos, desenvolver fornecedores, ensaiar o produto, certificar produto. A Figura 16 procura sintetizar essas etapas. Existem os critérios de passagem (entre cada fase) que são os principais elementos desse processo, sendo a base para a tomada de decisões. Eles compõem uma lista de perguntas estruturadas, com um *check list* de necessidades e documentos que evidenciam os seus cumprimentos. Dessa forma, pode-se dizer que os critérios de passagem funcionam segundo a lógica *stage-gates*. Para o acompanhamento há um time multidisciplinar responsável pela condução do projeto cuja missão é deliberar sobre riscos identificados.

Além das áreas de Alta administração, Engenharia, P&D e Comercial estarem envolvidas no processo de desenvolvimento de produtos, segundo relato de todos os quatro entrevistados, o entrevistado 2 citou as áreas de Inteligência e Estratégia de Mercado. O entrevistado 5 diz que “todas as áreas (alta administração, engenharia, P & D, Comercial e Produção estão envolvidas no processo de desenvolvimento de seus produtos, de forma direta ou indireta”.

Figura 16: Etapas do PDP da empresa



Fonte: Processo de Desenvolvimento Integrado do Produto da empresa.

A decisão sobre quais produtos desenvolver leva em conta o conceito de produtos plataforma, derivativos e radicalmente novos. O entrevistado 2 destacou que “existe uma gestão de requisitos em que aspectos comuns entre os produtos são considerados, principalmente, no fato de existir aviões de uma mesma família da aviação comercial ou então na aviação executiva. Dessa forma, garante-se a comunalidade entre aeronaves da mesma família, facilitando o desenvolvimento do próximo produto, a fabricação de peças de reposição ou treinamento de pilotos.” Outro exemplo informado são os aviões do segmento executivo, desenvolvidos a partir das plataformas de aviões comerciais. O entrevistado 5, por sua vez, afirmou que “são realizadas análises técnicas para a captura do escopo do produto e projeto e apresentado aos contratantes (Programa e Suporte ao Cliente) para a aprovação”.

Dois aspectos principais foram apontados pelo entrevistado 3 como dificuldades nesse processo de desenvolvimento de produto: quais tecnologias serão necessárias daqui alguns anos e como desenvolvê-las. Dessa forma, têm-se: a) incertezas mercadológicas (de que forma o novo produto será recebido pelo mercado? Como é possível realizar a antecipação em relação aos concorrentes?) e b) aspectos de caráter tecnológico, exemplificado pelas definições e requisitos técnicos que serão necessários para obter a certificação do produto. O entrevistado 5 levantou como dificuldade as incertezas devido aos cenários de mercado, havendo muitas dificuldades com as revisões de prioridades de portfólio e escopo dos projetos.

Segundo as informações obtidas pelos entrevistados 1 e 2, não existe um critério claro para alocação dos recursos a cada projeto de novos produtos. O gerente de engenharia abordou o fato de a alocação ser realizada, num primeiro momento, em função da divisão das macro tecnologias. Por exemplo, qual aspecto tecnológico será mais requerido no desenvolvimento do próximo produto. Posteriormente, em um cenário mais detalhado, as equipes são divididas por meio da “gestão da prontidão das equipes”, em que separa os profissionais de acordo com seus níveis de experiência. Cada novo projeto requer níveis maior ou menor de experiência dos recursos humanos a serem alocados. Dessa forma, o engenheiro chefe consegue verificar se os recursos humanos disponíveis atendem as necessidades e, a partir desse momento, toma-se a decisão em se contratar ou subcontratar atividades para a demanda solicitada. Já o entrevistado 5 informou a seguinte sequência de atividades: há uma fila de projetos priorizada pelos gestores de portfólio; cada projeto possui um cronograma com a necessidade de recursos; a quantidade de recurso disponível é informada mensalmente pela área funcional; uma programação é criada a partir do cruzamento destas informações e, por fim, os compromissos são assumidos com os clientes nas projeções de término dos cronogramas.

Com relação ao uso de ferramentas para apoio ao PDP, o QFD (*Quality Function Deployment* - Desdobramento da função qualidade), TRM (*Technology Roadmap*) e TRIZ não foram citados por nenhum entrevistado. O entrevistado 5 destacou a utilização do Método Stage-gates, FMEA e CCPM como sendo conhecidas e aplicadas plenamente na unidade de negócios da aviação comercial. O entrevistado 3 descreveu a utilização do SCRUM na empresa que, por meio de análise de documentos disponibilizados pela empresa, é descrito a seguir.

O SCRUM prevê o desenvolvimento de um produto através de pequenas iterações incrementais, com constante envolvimento de todos os *stakeholders* e principalmente o cliente. Cada iteração deve ser planejada, gerenciada e avaliada, fornecendo para o cliente um pacote “entregável” ao final da iteração. Isto deve se repetir continuamente em ciclos, até a finalização do produto. O desenvolvimento de determinado software ou alteração do produto é descrito a seguir:

1. A partir da necessidade de um desenvolvimento, deve ser preparado o termo de abertura do projeto. Este termo pode envolver as áreas de Engenharia/Programas (caso estes recursos sejam necessários ao desenvolvimento), ou ainda os *stakeholders*/clientes no entendimento preliminar do problema.

2. Deve ser obtida uma autorização (*go-ahead*) por parte da liderança para continuidade do projeto.
3. Desenvolver o projeto nas fases descritas no Processo de Desenvolvimento Integrado do Produto.
4. Cada fase pode conter uma ou mais iterações. Cada iteração deve ser planejada, gerenciada e avaliada de acordo com a metodologia SCRUM.
5. Ao final de cada iteração, um produto “entregável” deve ser apresentado aos *stakeholders*/clientes para avaliação e aceitação.
6. O ciclo de iterações deve se repetir até o final do desenvolvimento.

Documentos disponibilizados pela empresa apontam que o PDP é estruturado segundo as dimensões: pessoas, processos e ferramentas. Segundo este documento: “Com relação aos Processos, para a realização das atividades, deve-se conhecer o valor entregue pelo processo em questão e entender se este valor é o que o cliente necessita. As pessoas são organizadas para facilitar a obtenção dos objetivos estabelecidos, possibilitando o controle eficiente dos recursos e uso das habilidades corretas. A equipe tem por objetivo fazer com que todos os objetos do esforço de desenvolvimento sejam integralmente considerados, de forma simultânea e eficiente, ao longo de todo o processo de desenvolvimento. As ferramentas e métodos suportam os times e indivíduos no estabelecimento, execução e controle das atividades e tarefas no contexto do desenvolvimento. Estas ferramentas devem estar adaptadas ao pessoal e ao processo, além de serem poderosas para padronização e aprendizado organizacional”.

5.2.2 Gestão de Portfólio de Produtos

Em relação à gestão de portfólio, os entrevistados 2, 3 e 4 não souberam informar de que forma ocorre a gestão de portfólio na empresa. Com relação à unidade de negócios da aviação comercial, o entrevistado 5 informou que, inicialmente, “há uma definição das estratégias da unidade de negócio, posteriormente uma classificação dos projetos e, por fim, uma formação das filas por ordem de prioridade. Com relação aos procedimentos para priorização, foi destacado que há regras claras e os projetos são comparados dentro de cada unidade de negócio para a priorização. Existe uma regra de posicionamento dos projetos que leva em conta a importância (nível estratégico) e ciclo dos projetos para atendimento dos compromissos”. A entrevistada 1, por sua vez, disse que “não existe uma priorização dos

projetos entre as unidades de negócio (comercial, executiva e defesa): todas devem ser tratadas com a mesma importância.”

A entrevistada 1 destacou que os “projetos entram no fim da fila para se verificar a posição destes novos projetos na linha do tempo. Nesse momento, são realizadas as estimativas de dificuldade e duração com base no histórico de projetos anteriores. Dessa forma, é possível gerar um mapa de necessidades a partir de um simulador de carga e capacidade para que seja realizada a tomada de decisões para contratações, subcontratações ou postergação no desenvolvimento de algum produto.”

Ainda segundo a entrevistada 1, os principais desafios apontados para a gestão de portfólio de produto foram os seguintes aspectos: “organizacional (necessidade de patrocínio da liderança e definição clara de papéis e responsabilidades dos envolvidos), técnico (falta de conhecimento e experiência nos processos por parte de toda a equipe) e o poder da área de engenharia nas decisões e gestão”. Aspectos externos à organização, como análise e antecipação das necessidades do cliente também foram citadas. O entrevistado 5 destacou a “revisão de prioridade e a necessidade de compressão dos cronogramas como desafios da gestão de portfólio”. Os entrevistados 1 e 2 destacaram, por sua vez, a utilização dos métodos de Avaliação de fases (*stage-gates*) e *check list* como métodos de apoio à gestão de portfólio na empresa. Os demais métodos de apoio a gestão de portfólio apontados pelo questionário não foram citados, da mesma forma, que nenhum outro método fora da lista também não foi lembrado.

Segundo documento da empresa intitulado Gestão de Portfólio de Modificações, a gestão de portfólio tem por objetivo analisar as demandas de projetos advindas das diversas áreas da empresa e verificar o quão aderentes estas estão ao plano estratégico da companhia, visando aprovar os projetos que garantam maior rentabilidade, satisfação dos clientes e melhor uso dos recursos.

Para isso, durante o processo há um primeiro filtro de análise técnica que julga qualitativamente o quão aderente o projeto está em relação aos objetivos estratégicos dos programas por meio de uma tabela de critérios definidas previamente. Este filtro tem cunho qualitativo, focado no produto e suas modificações, com checagens de consistência e julgada a complexidade do projeto/modificações no produto.

Ainda segundo o mesmo documento, posteriormente, é realizada uma cotação de horas e ciclo daquele projeto. Dessa forma, no segundo filtro, torna-se possível realizar uma análise

de curva de carga da engenharia, a utilização ou não de recurso crítico (a empresa entende recurso crítico como e um recurso que tenha sua capacidade abaixo da carga estimada para o período em que o projeto irá se desenvolver e solicitações do marketing para possível adiantamento em funções de solicitações do mercado, permitindo o posicionamento do projeto no tempo. Existe um fórum de planejamento que analisa a visão resultante dos projetos injetados na curva de carga junto com os já previamente inseridos. Este fórum tem o poder de julgar atrasos e adiantamento de projetos conforme critério de planejamento.

Por meio deste mesmo documento, verifica-se que existe um planejamento desta gestão de portfólio que procura:

1. Análise de competitividade do portfólio de modificações e serviços, as áreas funcionais avaliam o posicionamento competitivo do portfólio da empresa em relação as melhores praticas do mercado. Esse “input” permite o estabelecimento das referências de mercado a serem seguidas do ponto de vista dos clientes, sugerindo pontos fortes e fracos do portfólio e direcionando os desenvolvimentos a serem priorizados. Após essa comparação é gerada uma visibilidade evidenciando tais discrepâncias.

2. Análise do ambiente competitivo: através da utilização de ferramentas de inteligência competitiva, o time de Inteligência de Serviços mapeia cenários internos e externos e tendências do mercado. Além disso, são estudados os movimentos dos competidores e novas tendências de mercado, a fim de antecipar demandas e garantir a atualização do portfólio.

O entrevistado 5 mencionou o método financeiro, levantando como benefícios associados, a clareza na comparação dos projetos e apontou como dificuldade, não ser o único critério de priorização. O modelo de pontuação também foi lembrado e foi associado à cobertura de vários critérios para a pontuação como benefício e a dificuldade de comparação entre os projetos como restrição associada a este modelo. Como método dominante no processo de tomada de decisão acerca do portfólio de produtos, o entrevistado 5 informou o modelo de pontuação.

5.2.3 Uso do método da CCPM

O método da Gestão de Projetos por Corrente Crítica é utilizado há cerca de seis anos pela empresa, tendo sido motivado pelo contato da alta liderança com a bem sucedida implementação no CTA – Centro de Tecnologia Aeroespacial, segundo “entrevistada 1”. O entrevistado 5 mencionou como motivação para fazer uso da CCPM uma visão estratégica

buscando uma vantagem competitiva no mercado e informou que, hoje, todos projetos de aviação comercial acima de 100 horas de engenharia utilizam a CCPM.

O método foi utilizado, inicialmente, no ambiente de multiprojetos da aviação comercial e, posteriormente, no ambiente de desenvolvimento de produto da aviação executiva. Por fim, a CCPM foi aplicada na aviação de defesa.

Pelo fato da aplicação da CCPM ter se iniciado na aviação comercial, apenas o entrevistado 3 apresentou os seguintes resultados, em termos numéricos:

- Aumento da quantidade de projetos: em 2010, foram entregues 284 aeronaves, 354 em 2011 e 414 em 2012.
- Redução do *lead time* médio dos projetos de 344 dias (ano base 2011) para 273 (ano base 2012).
- aproveitamento do *pool*, medido pela razão entre o número de projetos e o número de engenheiros, denominado coeficiente de entrega. De 2010 para 2011, este coeficiente teve elevação de 46% e de 2011 para 2012 verificou-se um aumento de 67%.

O entrevistado 3 acredita que, em função do sucesso nesta área, o sistema está migrando para uma solução englobando todos os processos da engenharia. Hoje, ainda segundo o entrevistado 3, todos os novos processos de desenvolvimento de produtos utilizam a CCPM, sendo que cada unidade de negócio (aviação comercial, executiva e defesa) a utiliza de forma separada. A próxima etapa analisará se todos os conceitos estão sendo plenamente utilizados para posterior integração em todo o portfólio de gestão de desenvolvimento de produtos.

Segundo o entrevistado 2, o potencial do método no gerenciamento de portfólio de projetos foi encontrado no balanceamento de recursos e no dimensionamento das entregas deste portfólio, destacando-se como pontos positivos de evolução os registros (lições aprendidas), acompanhamento dos projetos e desenvolvimento de linguagem comum.

O entrevistado 5 informou que o método da CCPM “é utilizado na criação da programação das atividades dos recursos e o método apoia a gestão de portfólio dos produtos da empresa, na medida em que a programação criada a partir da CCPM é utilizada para o priorização dos projetos e formalização de compromissos com os clientes”.

A “entrevistada 1” destacou que as diretrizes estratégicas da área já são consideradas quando do estabelecimento do portfólio, desta forma, os projetos iniciados não são interrompidos, uma vez que os custos de parada são altos. A alocação do *pool* de recursos é avaliada

semanalmente, de acordo com as fases de desenvolvimento dos projetos. A multitarefa nociva é reduzida pelo maior direcionamento possível das pessoas e pela separação das atividades de suporte das de projeto. Foi citado o fato de haver interrupção dos projetos devido às mudanças de requisitos por parte dos clientes.

Segundo o “entrevistado 3”, os benefícios constatados são a simplicidade e facilidade proporcionadas pela gestão visual - apesar do grau de incerteza inerente a um projeto –, a probabilidade de atendimento dentro do prazo e, na medida em que os principais pontos de atenção são informados, isto é, onde tempo, recursos e esforços devem ser dispendidos, o método permite oferecer um suporte a decisões de problemas reais, com consequentes melhorias na qualidade naquele ponto.

O entrevistado 4 informa que a CCPM trouxe um ganho gerencial na medida em que possibilita visibilidade para a programação das tarefas. Ele comenta também que novos patamares de confiabilidade foram alcançados, uma vez que as durações planejadas são cumpridas mais comumente e a qualidade dos projetos também foi beneficiada. Segundo o entrevistado, por oferecer uma forma visual de se gerenciar o tempo e permitir focar onde realmente é necessário, consegue-se gerenciar a qualidade do projeto. O supervisor de gestores de projeto levantou como resultados, tangíveis e intangíveis, a visibilidade e agilidade do planejamento integrado dos recursos.

O entrevistado 3 visualiza como dificuldade ao uso da CCPM a diferença entre sua proposta de acompanhamento de projetos e aquelas associadas aos modelos tradicionais e à mudança de cultura por parte da equipe. O entrevistado 5 concorda com a mudança cultural dos envolvidos, tanto internos como externos da empresa, como a principal dificuldade na implementação ao uso da CCPM. O administrador da área comercial destaca o fato de ser uma ferramenta que visualiza prazos, não focando em custo, não proporcionando, portanto, um acompanhamento financeiro do projeto. Ele destaca ainda o fato da maioria dos clientes desconhecer a metodologia, principalmente governos. Ainda segundo o gerente da engenharia, além da gestão de portfólio de novos produtos, a CCPM é também utilizada no portfólio de projetos nas áreas de desenvolvimento tecnológico e tecnologia da informação.

Aparecido et al. (2012) comprovam as principais entregas do projeto de implementação da CCPM na aviação comercial: novo processo de gestão de projetos e do ambiente multiprojecto, nova organização com gestores de projetos reconhecimento formalmente, sistema informatizado via web para gestão de projetos e do ambiente multiprojecto (incluindo simulação de impactos de mudanças na prioridade de execução dos projetos); 100% das

peças envolvidas na gestão do portfólio, gestão dos projetos, execução dos projetos e responsáveis por tomada de decisão, treinadas na metodologia da CCPM.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO

As discussões e análises dos resultados obtidos com a pesquisa de campo se encontram, nesta seção, distribuídos a partir dos objetivos propostos inicialmente neste trabalho: estudar a aplicação da CCPM como método de apoio a atividades de PDP em geral e de Gestão de Portfólio, em específico, procurando verificar potenciais formas de aplicação em uma empresa com processos formais de desenvolvimento de produtos e também utilitária da técnica CCPM.

6.1 Análise do Processo de Desenvolvimento de Produtos

Diante do objetivo de compreender a forma pela qual a empresa objeto de estudo desenvolve seus produtos, o que inclui avaliar seus aspectos organizacionais, práticas e métodos adotados, foi possível verificar que o processo de desenvolvimento de produtos da empresa se baseia no desenvolvimento integrado de produtos, contemplando processos, planejamento, organização e o uso de ferramentas adequadas. Por meio dessa prática, a empresa procura integrar o desenvolvimento de produtos aos demais negócios da empresa, utilizando-se de times multidisciplinares e localizados no mesmo ambiente, o que faz com que todos os objetos do projeto sejam integralmente considerados, de forma simultânea e aparentemente eficiente. Além disso, as decisões tomadas durante o processo parecem levar sempre em consideração as questões de custo, qualidade, prazos, logística e meio-ambiente.

Por meio das entrevistas, é possível assegurar que uma característica importante do processo de desenvolvimento de produtos é a participação conjunta de fornecedores. De forma geral, são estes os responsáveis pela integração dos segmentos e sistemas na aeronave como um todo.

O processo de desenvolvimento de produtos é dividido em fases, todas mostradas no capítulo anterior. Em cada uma destas fases acontece uma revisão dos processos, que têm como objetivos assegurar os resultados de acordo com os requisitos, identificar riscos potenciais, aprovar a continuidade do projeto e, se necessário, definir os planos de recuperação.

Comparando o processo de desenvolvimento de produtos da empresa com os modelos teóricos, notam-se semelhanças com o modelo de desenvolvimento de produtos de Rozenfeld et al. (2006). Apesar das diferenças na denominação de fases e também no agrupamento das atividades, seu conteúdo é similar, apesar de estarem agrupadas de maneira diferente. Por exemplo, no modelo de PDP da empresa analisada, a preparação da produção está incluída na fase de Projeto Detalhado e Certificação, enquanto que, no modelo de Rozenfeld et al. (2006), essa fase é considerada separadamente. Dentre os modelos de PDP, percebe-se a influência

dos modelos *stage-gates* e de *check list* na elaboração dos procedimentos do desenvolvimento de produtos na empresa, uma vez que a empresa adota critérios de passagem muito bem estabelecidos nas mudanças de fases no projeto.

6.2 Análise da Gestão de Portfólio

Tendo como ponto de partida a compreensão do gerenciamento de portfólio de projetos de novos produtos da empresa analisada, foram levantadas informações que apontam para um robusto processo de gestão de portfólio, semelhante ao encontrado no framework de seleção de portfólio proposto por Chang (2010), com etapas delimitadas:

1. Definição das estratégias da unidade de negócio (também conhecido na literatura como fase de consideração da estratégia);
2. Classificação dos projetos (conceito observado na literatura com a alcunha de ‘fase de avaliação do projeto’);
3. Formação das filas por ordem de prioridade (ou simplesmente, fase de seleção do portfólio).

A empresa possui regras claras quanto à gestão de seus portfólios, e seus projetos são comparados e priorizados levando em conta a importância (em termos estratégicos) e os ciclos destes projetos para cumprimento dos compromissos da companhia. As maiores dificuldades levantadas pelos entrevistados estão relacionadas à revisão das prioridades e à necessidade de compressão dos cronogramas em função das incertezas do mercado.

Na organização analisada, foi possível confirmar, por meio do estudo de caso, a importância da gestão de portfólio de produtos. Os entrevistados classificam-na como aspecto crucial para as decisões estratégicas da empresa.

Dentro da corporação estudada, ficaram demonstradas a formalização e padronização do processo de gestão de portfólio de produtos. Quanto aos métodos de apoio de gestão apresentados como referência neste trabalho, nota-se que a empresa analisada adota-os em sua maioria, com destaque para a preocupação em formalizar todas as atividades. Por se tratar de uma empresa de grande porte e com relativa maturidade nas atividades de gerenciamento, pode-se cogitar que outra companhia, de menor porte, apresentaria resultados diferentes aos obtidos. O método dominante na tomada de decisão é o modelo de pontuação.

6.3 Análise da utilização da CCPM e sua relação com o Processo de Desenvolvimento de Produtos e Gestão de Portfólio

Todos os entrevistados consideram como bem sucedida a implantação real da CCPM, ainda que sua aplicação na gestão de todo o portfólio de desenvolvimento de produtos na empresa não seja efetivamente plena.

A empresa utiliza de forma efetiva a estimativa das durações das atividades, procura sempre eliminar os *milestones*, além de sequenciar as atividades de acordo com o conceito de Corrente Crítica e posiciona pulmões para a proteção dos projetos. Tais práticas estão de acordo com as recomendadas por Naor et al. (2013) e Goldratt (1998).

Um aspecto a ser considerado na análise é a diferença de enfoque da implantação da CCPM nas áreas de unidades de negócios (aviação comercial, defesa e executiva). Enquanto nas duas primeiras foram observados casos de implementação propriamente ditos da CCPM, a implementação da CCPM na última unidade de negócio está mais relacionada à disseminação e sistematização de práticas clássicas de gerenciamento de projetos e gerenciamento de portfólio de projetos – com elaboração de cronogramas por meio da CCPM com o propósito específico de dimensionar o portfólio de projetos anual da área.

Dessa forma, na unidade de negócios da aviação executiva, percebe-se o aumento na entrega de projetos e produtividade do *pool* de recursos, a redução do *lead time* médio dos projetos e o maior número de projetos encerrados no período, conquistas que devem ser creditadas a um aumento geral da maturidade da equipe nas práticas de gerenciamento de projetos. Por sua vez, no segmento de aviação comercial e de defesa, os avanços no gerenciamento de ambiente multiprojetos identificados ocorrem por meio da adoção efetiva da CCPM.

As entrevistas permitiram identificar diferentes direcionamentos dados à CCPM. As áreas de Programas da Aviação Comercial e de Defesa efetivamente empregam a metodologia no gerenciamento de seu ambiente multiprojetos e a decisão sobre condução dos projetos. Já a área da aviação executiva a utiliza como instrumento para avaliação da capacidade de entrega da área, na medida em que analisa a carga de trabalho em comparação à demanda de projetos.

Adicionalmente, o levantamento de campo identificou que os gerentes de projeto e de recursos possuem um papel fundamental na condução do gerenciamento de ambiente multiprojetos pela CCPM. Cabe a este último a responsabilidade de designar os profissionais adequados a cada uma das tarefas, e ao primeiro as responsabilidades classicamente atribuídas aos gestores de projetos, ou seja, as diretamente ligadas às expectativas de tempo, custo e qualidade impostas ao projeto, a comunicação necessária dos diferentes *stakeholders*

participantes dos projetos e o estabelecimento de referências claras para a equipe executar suas tarefas.

Os respondentes do questionário apresentaram evidências numéricas (no caso da unidade de negócio da aviação comercial) e resultados intangíveis da implantação do método da CCPM para comprovar o que consideram ser ela bem sucedida. Assim, pode-se dizer que a pesquisa de campo permitiu afirmar que a implementação da CCPM na empresa é considerada bem sucedida pelos entrevistados, e esse sucesso se confirma pela intenção da empresa em adotar a implementação em outras áreas e unidades operacionais.

Alguns entrevistados afirmaram que certas técnicas da CCPM não estão plenamente implantadas na empresa, o que pode significar algum potencial para melhorias adicionais em caso de adoção total destas técnicas. De forma a sintetizar as percepções dos entrevistados com relação às técnicas ou ferramentas que melhor retratam a aplicação da CCPM, foi elaborado o Quadro 2. As pontuações obedecem aos seguintes critérios: 1- Não conhece, 2- Conhece, mas não aplica, 3- Conhece e aplica parcialmente e 4 - Conhece e aplica plenamente. O quadro 2 mostra uma convergência entre as percepções dos entrevistados 3 e 5, gestores que trabalham no segmento da aviação comercial, o que comprova a forte presença da CCPM nesta área. Outro ponto relevante refere-se a uma aparente divergência com os resultados da entrevistada 1, talvez pelo fato desta ter a visão da empresa como um todo e a avaliação é de que a implantação não está plena em toda a empresa, com a mesma intensidade nos outros segmentos, aviação de defesa e executiva. Os entrevistados 2 e 4 preferiram não responder aos questionamentos de quais técnicas são utilizadas na empresa.

A partir do quadro, pode-se verificar que a estimação das durações das atividades (eliminação das seguranças individuais), sequenciamento das atividades segundo a corrente crítica, alocação de pulmões para proteção dos projetos contra as incertezas e sequenciamento de projetos em ambientes multiprojetos são técnicas utilizadas de forma efetiva em toda a empresa. No entanto, a utilização de full kit, o congelamento e o descongelamento de projetos não são empregados de forma efetiva.

Quadro 2: Técnicas da CCPM utilizadas na empresa

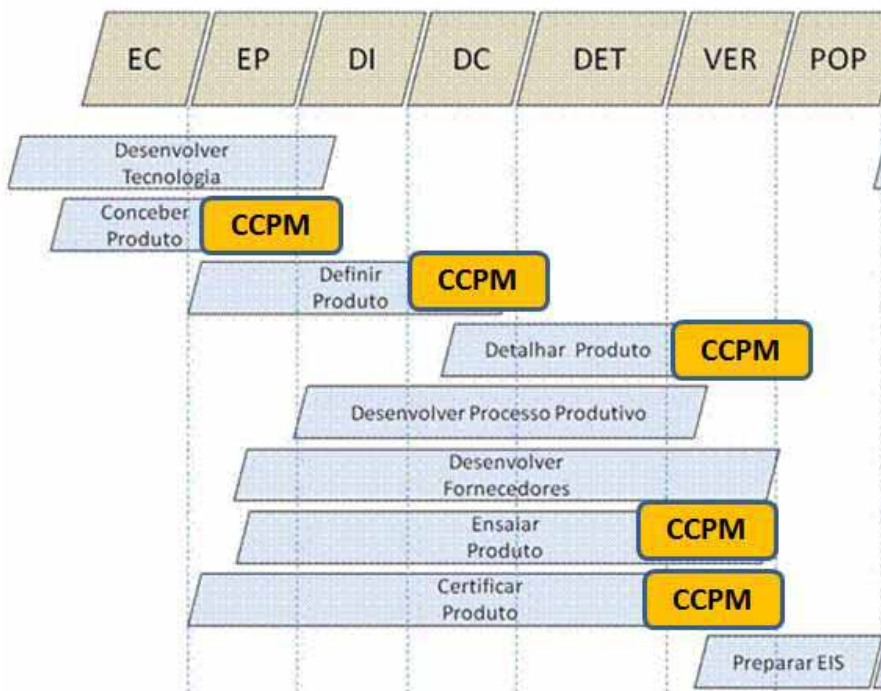
	Entrevistado 1	Entrevistado 3	Entrevistado 5
Estimação das durações das atividades (eliminação das seguranças individuais)	4	4	4
Eliminação de milestones, sempre que possível	4	3	3
Sequenciamento das Atividades segundo a Corrente Crítica	4	4	4
Alocação de pulmões para proteção dos projetos contra as incertezas em ambientes monoproyetos	4	4	4
Controle dos projetos por meio do gerenciamento dos pulmões em ambientes monoproyetos	3	4	3
Sequenciamento de projetos em ambientes multiproyetos (Tambor)	3	4	4
Alocação de pulmões para proteção dos projetos contra as incertezas em ambientes multiproyetos	2	4	3
Controle dos projetos por meio do gerenciamento dos pulmões em ambientes multiproyetos	2	4	3
Guia para implementação por meio das S&T	3	3	3
<i>Full kit</i>	2	3	3
Congelamento de projetos	2	3	3
Descongelamento de projetos	2	3	3

Fonte: compilação do autor.

Pelas características do produto fabricado e a necessidade de melhor controle de prazos de possíveis modificações no produto, percebe-se a utilização da CCPM nas atividades relacionadas diretamente com o desenvolvimento do produto, tais como definição do produto, detalhamento do produto, ensaiar produto e certificar produto. Não foi identificada a utilização nas atividades de manufatura, exemplificado pela atividade de desenvolvimento do processo produtivo. Também não há utilização da CCPM nas atividades de desenvolvimento de fornecedores, comprovado pelas entrevistas em que foi citada a necessidade de mudança

cultural dos envolvidos externamente e o fato da maioria dos fornecedores desconhcerem a metodologia. Como a CCPM não foi implementada na gestão de um produto que está sendo descontinuado, não foi identificada sua utilização no processo de PO (*phase out*). A partir do exposto, a figura 17 procura sintetizar a aplicação da CCPM em seus processos de desenvolvimento de produtos.

Figura 17: Utilização da CCPM na empresa



Fonte: elaboração pelo autor.

7. CONCLUSÕES

Este estudo visou contribuir para o conhecimento da aplicação do método da CCPM no processo de desenvolvimento de produtos e gerenciamento de portfólio. Foi possível notar, tanto na literatura (ver Zanata, 2010 e Liu, 2011) quanto na pesquisa de campo, a crescente necessidade de se enfrentar os desafios pertinentes ao gerenciamento de ambientes multiprojetos e de soluções da administração de projetos diferentes das clássicas.

A intenção é de que este estudo possa ajudar gestores envolvidos na gestão de portfólio de produtos a melhorarem seus objetivos e oportunidades de inovação, assim como os principais métodos de aplicação recomendados pela literatura. O emprego destes métodos pode oferecer aos gerentes envolvidos com o PDP uma melhora na seleção de novos projetos de produtos, bem como a priorização de projetos de produtos, de acordo com o alinhamento à estratégia da empresa. No sentido de melhorar o desempenho do PDP e inovação nas empresas, a sistematização dos métodos para a gestão de portfólio de produtos pode oferecer informações essenciais para os gestores.

Em vista do reduzido número de empresas brasileiras que vêm adotando a CCPM e da própria característica exploratória do estudo conduzido, foi escolhido como método de pesquisa neste trabalho o estudo de caso. A pesquisa de campo produziu evidências de que a organização analisada tem conseguido resultados positivos na gestão de seus ambientes por meio da aplicação da CCPM.

Com relação à gestão de portfólio e PDP, este trabalho reforça as preposições teóricas já evidenciadas pela literatura nacional e internacional de que a gestão de portfólio de produtos é fator efetivamente relevante para o bom desempenho de uma empresa. A utilização de métodos formais para a gestão pode contribuir com a tomada de decisão a respeito de novos produtos e novas tecnologias, pois tem como objetivo maximizar as chances do projeto de um novo produto ser bem sucedido. A formalização dos métodos também visa minimizar os riscos do projeto de um novo produto ser mal sucedido.

Foram encontradas evidências de que a implantação, inicialmente ocorrida em uma área, deverá ser expandida para outros setores e plantas da organização, permitindo concluir que, aos olhos da alta diretoria da empresa, a CCPM é vista como uma importante prática de apoio ao Processo de Desenvolvimento de Produto e Gestão de Portfólio. Assim, o presente estudo evidencia que a adoção da CCPM produziu ganhos relevantes na área, unidade de negócios da aviação comercial, em que se iniciou a implantação na organização estudada.

Tendo como objetivo apontar contribuições da CCPM à gestão de portfólio no processo de desenvolvimento de produtos, o estudo de caso identificou técnicas que visam atacar alguns problemas de atrasos em projetos que compartilham um mesmo recurso: introduzir pulmões entre os projetos e a regulação da liberação de novos projetos, de modo que o ritmo desta liberação seja diretamente proporcional à capacidade do recurso considerado como um gargalo. Da mesma forma, a CCPM contribui de outra maneira à gestão de portfólios ao limitar o número de projetos ativos, partindo da premissa que, se superado este limite, o fluxo de entrega de projetos reduz devido ao efeito da multitarefa ruim.

A empresa objeto de estudo faz uso da CCPM em seus principais processos de desenvolvimento e na gestão de portfólio de produtos, na medida em que a programação das atividades dos recursos criada a partir da CCPM é utilizada na priorização dos projetos e na formalização de compromissos com os clientes.

Pode-se verificar que a estimação das durações das atividades (eliminação das seguranças individuais), sequenciamento das atividades segundo a corrente crítica, alocação de pulmões para proteção dos projetos contra as incertezas e sequenciamento de projetos em ambientes multiprojetos são técnicas da CCPM utilizadas de forma efetiva na programação das atividades na empresa objeto de estudo. Essa priorização dos projetos obtida a partir da CCPM permite realizar a gestão de portfólio na empresa e o resultado é utilizado para formalização de compromissos com clientes e fornecedores.

Este estudo não evidenciou que a CCPM permite ganhos diretos à qualidade dos projetos, mas possibilitou a conclusão por observação de que a gestão de PDP e de portfólio, na perspectiva da gestão de tempo, se beneficiam do emprego da CCPM como ferramental de gerenciamento do ambiente de multiprojetos. Goldratt (1998) comenta que pressões por entrega no prazo podem levar a cortes no escopo e perdas de qualidade. Assim, ao melhorar o fluxo de projetos e as entregas no prazo, a CCPM pode, indiretamente, beneficiar a qualidade dos produtos. Porém, como na aviação cortes de escopo não são admitidos, tal benefício indireto ficou pouco evidente no estudo de caso.

O presente trabalho procurou contribuir para o aprofundamento dos temas Gestão de Projetos por Corrente crítica, Gerenciamento de portfólio e Processo de Desenvolvimento de Produtos, no entanto, dada as várias possibilidades de aplicação no ambiente de gerenciamento de projetos, entende-se que há espaço para novos estudos.

Como sugestões de pesquisas futuras, o autor considera relevante que sejam acompanhadas outras implantações da CCPM, estudos de caso ou surveys, em outros segmentos de mercado e, principalmente, que sejam continuadas as observações para outras áreas da organização, além do PDP e gestão de portfólio. Dada a complexidade de interfaces entre diversas áreas gerenciais ao longo da implantação da CCPM e suas relações com PDP e gestão de portfólio, pesquisas voltadas à percepção do sucesso por diferentes grupos envolvidos em implementações de novas metodologias de gestão de portfólio e ambiente multiprojetos encontrariam, também, amplo material para estudo.

REFERÊNCIAS

AGARWAL, A.; BORCHERS, A. E CRANE, M. Managing multiple projects and departmental performance using buffer burn index. **Journal of Academy of Business and Economics**, v.10, n. 5, p. 28-40, 2010.

AGOSTINETTO, J. S. **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças**. 2006, Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2006.

AHMAD, S.; MALLICK, D. N.; SCHROEDER, R. G. New product development: Impact of Project Characteristics and development practices on performance. **Journal of Product Innovation Management**, v. 30, issue 2, p.331-348, 2013.

AKROUSH, M. N.; An empirical model of new product development process: Phases, antecedentes and consequences; **International Journal of Business Innovation and Research**, v. 6, i. 1, p.47-75, 2012.

AMARAL, D. C. **Arquitetura para Gerenciamento de Conhecimentos Explícitos sobre o Desenvolvimento de Produto**. 2002, Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

APARECIDO, E., N.; GIOVANNI, L. R.; BRASIL, A. V. N.; CASTRO, L. F.; Implementação de um sistema integrado para gestão de Projetos por Corrente Crítica (CCPM); **Mundo Project Management**, v. 8, n.43, 2012.

ARCHER, N. P., GHASEMZADH, F.; An integrated framework for project portfolio selection. **International Journal of Project Management**, v.17, n. 4, p.207-216, 1999.

ARMELLINI, F. **Patterns of open innovation within product development: a comparative study between Brazilian and Canadian aerospace industries**. 2013. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

ASIMOW, M. Introduction to design, **Prentice-Hall**, 1962.

AVINERI, E., PRASHKER, J., CEDER, A., Transportation Project selection process using fuzzy sets theory, **Fuzzy Sets and Systems**, 116, p. 35-47, 2000.

BARCZAK, G., GRIFFIN, A., KAHN, K.B., Perspective: trends and drivers of success in NPD practices: results of the 2003 PDMA best practices study. **Journal of Product Innovation Management**, v.26, n. 1, p.3-23, 2010.

BAPTISTA, H. R. Implementação e Execução de CCPM: Envolvendo clientes e subcontratados. **Mundo PM**, n. 29, 2009.

BIE, L.; CUI, N.; ZHANG, X.; Buffer sizing approach dependence assumption between activities in critical chain scheduling, **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 24, p. 7343-7356, 2012.

BLICHFELDT, B.S., ESKEROD, P. Project portfolio management - There's more to it than what management enacts, **International Journal of Project Management**, 26 (4), pp. 357-365; 2008.

BROWN, S.L.; EISENHARDT, K.M. Product development: past research, present findings and future directions, **Academy of Management Review**, v. 20, n. 2, p. 343-78, 1995.

BROWNING, T.R., RAMASESH, R.V.; A survey of activity network based process models for managing product development projects, **Journal Production Innovat Management**, 16(2), p.160-172, 2007.

BUDD, C. S.; CERVENY, J. A Critical Chain Project Management Primer. In: COX III, J. F.; SCHLEIER, J. G. (Org.). **Theory of Constraints Handbook**. New York: McGraw-Hill, 2010, p. 45-76.

CALANTONE, R., SCHMIDT, J., BENEDETTO, A; New product activities and performance: the moderating role of environmental hostility. **Journal of Product Innovation Management**, v.14, p. 179-189, 1997.

CAMPBELL, A. J., COOPER, R. G.; Do customer partnership improve new product success rates? **Industrial Marketing Management**, v. 28, p. 507-519, 1999.

CASTRO, H. G.; CARVALHO, M. M. Gerenciamento de portfólio: um estudo exploratório. **Gestão e Produção**, v 17, n.2, p. 283-296, 2010.

CECCAGNOLI, M. (2010). Appropriability, preemption, and firm performance. **Strategic Management Journal**, 30 (1), 81-98.

CHANG, H. W., WEI, C. C.; A new approach for selecting portfolio of new product development projects, , **Journal Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 1, p. 429-434, 2011.

CHAN, S.L.; IP, W. H.; A dynamic decision support system to predict the value of customer for new product development; **Journal Decicion Support Systems**, 52, p.178-188, 2011.

CHANG, S. H.; KAN, C. P.; WANG, M. L.; TOC Portfolio Selection Model for NPD Projects of the Biotechnological Industry; **International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**; p.170-174; 2010.

CHESBROUGH, H. W. (2003) Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology, **Harvard Business School Press**.

CHINYIO, E.A.; OLOMOLAIYE, P.O.; CORBETT, P. An evaluation of the projects needs of UK building clients. **International Journal of Project Management**, v.16, n.6, p.385-391, 1998.

CHUN, Y. H., Sequential decisions under uncertainty in the R&D project selection problem, **IEEE Transactions on Engineering Management**, v.40, pp. 404–413, 1994.

CLARK, K.B., WHEELWRIGHT, S.C. (1993) Managing new product and process development – text and cases, **Harvard Business School**, The Free Press.

CLARKSON, P.J.; ECKERT, C. **Design process improvement: a review of current practice**. Springer-Verlag, London, 2005.

COITINHO, M. **Influência da incerteza no processo de decisão: priorização de projetos de melhoria**. 2007. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, São Paulo, 2007.

CONCERTO. Disponível em <<http://www.realization.com/>>. Acesso em: 02 set. 2014.

COOPER, R. G. Stage-gate new product development process: a game plan from idea to launch. In:Eric Verzuh (Editor). The portable MBA in project management. New Jersey: John Wiley & Sons, p. 309 – 346, 2003.

COOPER, R. G. (2001). **Winning at new products** (3 rd.). Cambridge, Massachusetts: Perseus Pub.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. New product portfolio management: practices and performance. **Journal of product innovation management**, v. 16, p. 333-351, 1999.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J. KLEINSCHMIDT, E. J. Portfolio Management of New Product Development. **R&D Management**, v.31, n.4, p.361-380, 2001.

COOPER, R.G., Edgett, S.J., Kleinschmidt, E.J. Portfolio management in new product development: Lessons from the leaders - I **Research Technology Management**, v. 40, n. 5, pp. 16-28; 1997.

COSTA, D. **A Gestão do Desenvolvimento de Produtos na Indústria de Materiais de Construção**. 2008. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CLAUSING, D; **Total quality deployment: A step-by-step guide to world-class concurrent engineering**. New York: ASME Press. 1994.

De Bretani, U.; Innovative versus incremental new business services: Different Keys for achieving success. **Journal of Product Innovation Management**, v.18, n. 3, p. 169-184, 2001.

EVANS, J.H. Basic design concepts, **American Society of Naval Engineering Journal**, November, 1959, pp.671-8.

ECKERT, C., STACEY, M., EARL, C. Formality in design communication. **Artificial Intelligence for Engineering Design Analysis and manufacturing**, v. 27, n.2, p. 299-309, 2013.

ENGWALL, M.; KLING, R.; WERR, A. Models in action: how management models are interpreted in new product development. **R&D Management**, v.35, n.4, p.427-439, 2005.

ECHEVEST, M., RIBEIRO, J; Diagnóstico e intervenção em empresas médias: uma proposta de (re) organização das atividades do processo de desenvolvimento de produtos, **Produção** v.20, no.3 São Paulo jul./set. 2010 Epub 08-Out-2010.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case studies research. **Academy of Management Review**, v. 14, n.4, p.532-550, 1989.

FELEKOGLU, B.; MAIER, A.; MOULTRIE, J.; Interactions in new product development: How the nature of the NPD process influences interaction between teams and management. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 30, p.384-401, 2013.

FERNANDEZ, A. **Experiences Consulting Companies in Colombia Applying the CCPM**. Goldratt Webcast Series. Project Management TOC Way – Critical Chain Project Management, p. 229, 2010.

FINOCCHIO, J. **Programação de Parada de Plataforma marítima utilizando o método da corrente crítica**, 2009. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, São Paulo, 2009.

FLEURY, A. **Planejamento do Projeto de Pesquisa e Definição do Modelo Teórico**, Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações, Rio de Janeiro, 2010.

FORD, D.N.; STERMAN J.D. **Dynamic modeling of product development precesses**, Syst Dyn Ver 14 (1), p.31-68, 1998.

FORMOSO, C. T.; TZORTZOPOULOS, P; LIEDTKE, R. A model for managing the product development process in house building. **Engineering, Construction and Architectural Mnagement**, v. 9, n. 5, p. 419-432, 2002.

FRICKE, S. E., SHENBAR, A. J. Managing Multiple Engineering Projects in a Manufacturing Support Environment. **EEE Transaction on Engineering Management**. v.47, n. 2, Maio, 2000.

GIACOMETTI, R. A. et al. Aplicação do earned value em projetos complexos - um estudo de caso na EMBRAER. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 3, p. 595-607, 2007.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **The Goal: A process of Ongoing Improvement**. New York: North River Press, 1986.

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

GOLDRATT, E. M.; GOLDRATT, A. R. **TOC insights em Gerenciamento de Projetos**. Bedford, UK: Goldratt's Marketing Group, 2006.

GRANER, M.; Method application in new product development and the impact on cross-functional collaboration and new product success; **International Journal of Innovation Managment**, v. 18, n.1, 25p., 2014.

GRIFFIN, A. Product development cycle time for business-to-business products; **Industrial Marketing Management**, v.31, n. 4, p.291-304, 2002.

GUPTA, M.; ANDERSEN, S.; Revisiting local TOC measures in an internal supply chain: A note; **International Journal of Product Research**, v.50, i.19, p.5363-5371, 2012.

HAGEMANN, A. **Use of the critical chain project management technique at Nasa**. Langley Reserarch Center Digital Avionics Systems, v. 1, n. 14, 2001.

HERROELEN, W.; LEUS, R. On the merits and pitfalls of critical chain scheduling. **Journal of Operations Management**, n. 19. p. 559-577, 2001.

HWANG, W.L., WANG, J., **A fuzzy set approach for R&D portfolio selection using a real options valuation model**, Omega, v.35, n. 3, p. 247-257, 2007.

HERMAN, M.; GOLDRATT, R. Less Is More - Applying the Flow Concepts to Sales. In: COX III, J. F.; SCHLEIER, J. G. (Org.). **Theory of Constraints Handbook**. New York: McGraw-Hill, 2010, p. 587-601.

HIROAKI, T. **To Build a Good Partnership**, Keynote Address da WA-WA-WA Public Work Reform Conference, 2008.

HOLT, J. R.; BOYD, L.H. Theory of Constraints in Complex Organizations. In: COX III, J. F.; SCHLEIER, J. G. (Org.). **Theory of Constraints Handbook**. New York: McGraw-Hill, p. 983-1014, 2010.

JARDILINO, J. R. L.; ROSSI, G.; SANTOS, G. T. **Orientações metodológicas para elaboração de trabalhos acadêmicos**. 2. ed. São Paulo: Gion Editora, 2000.

JEONGSU, O., JEONGSAM, Y., SUNGJOO, L.; Managing uncertainty to improve decision-making in NPD portfolio management with a fuzzy expert system, **Journal Expert Systems with Applications**, v.. 39, n. 10, p 9868-9885., 2012.

Jiang, J.J., Klein, G. **Project selection criteria by strategic orientation** **Information and Management**, v.36, n. 2, p. 63-75; 1999.

JOGLEKAR, N. R., YASSINE; EPPINGER, S. D., WHITNEY, D. E. Performance of coupled product development activities with a deadline. **Management Science**, v.47, n. 12, p. 1605-1620, 2001.

JUGEND, D. Gestão da integração entre desenvolvimento de produtos e de tecnologias: estudo de casos em empresas industriais de médio porte e intensivas em tecnologia. São Carlos, 188p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2010.

JUGEND, D.; SILVA, S. L. Product Portfolio Management: a Framework based on Methods, Organization and Strategy. **Journal Concurrent Engineering: Research and Applications**, Setembro 2013.

KENDALL, G.; PITAGORSKY, G; HULLETT, D. **Integrating Critical Chain and the PMBOK Guide**, International Institute for Learning, Inc, 2001.

KLEINSMANN, M., BUJIS, J., VALKENBURG, R., Understanding the complexity of knowledge integration in collaborative new product development teams: a case study. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 27, n. 1-2, p.20-32, 2010.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LEACH, L. Critical Chain Project Management Improves Project Performance. **Project Management Journal**, v. 30, n.2, p. 39-51, 2000.

LEACH, L. P. **Critical Chain Project Management**. 2th ed. Artech House, 2005

LEWIS, James O. **Project planning, scheduling & control: A hands-on guide to bringing projects in on time and on budget**. Nurr Ridge: Irwin, 350p., 1995.

Li, R. G., Chang, S.H. **TOC - From Limited to Unlimited** China Productivity Center, 2005.

LI, W; MOON, Y. B.; Modeling and managing engineering changes in a complex product development process, **Internacional Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.63, p. 863-874, 2012.

MacCormack, A. VERGANTI, R., IANSITI, M. Developing products on Internet time: the anatomy of a flexible development process. **Management Science**, v. 47, n. 1, p.133-150, 2001.

MACHACHA, L. L., BHATTACHARYA, P. A fuzzy-logic-based approach to project selection. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v., 47, n. 1, p. 65-73, 2000.

MAGDALENA, M. G; Key determinantes of the successful adoption of new product development methods; **European Journal of Innovation Management**, v. 16, iss3, p.301-316; 2013.

MAJAVA, J.; HAAPASALO, H.; BELT, P.; MOTTONEN, M.; Product development drivers in literature and practice, **International Journal of Product Development**, v., n. 6, p. 512-530, 2013.

MANHÃES, J. C. S. **Estruturação da mudança pela Teoria das Restrições na Implementação do gerenciamento de projetos por Corrente Crítica – Estudo de caso de uma companhia de energia**. 2011, Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

MALLICK, D. N.; The design strategy framework; **Design Management Journal**, v.11, n.3, p.66-73, 2000.

MANKIN, E. Is your product development process helping (or hindering) innovation?, *Strategy & Innovation*, **Harvard Business School**, November-December, Article Reprint No. S0411C, pp. 1-5, 204.

MARKHAM, S.K., LEE, H., Product development and management association's 2012 comparative performance assessment study. **Journal of Product Innovation Management** v.30, n. 3, p. 408-429, 2013.

MATA, R. S. **Inovação tecnológica em multinacionais brasileiras: Estudo multicase sobre gestão do portfólio de projetos de novos produtos**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2008.

MARTINO, J. P., **R&D Project selection**, Wiley, New York, USA, 1995.

MARTINS, G. A. **Estudo de Caso: uma estratégia de pesquisa** – 2ª. Ed, São Paulo: Atlas, 2008.

McCARTHY, I. P.; TSINOPOULOS, C.; ALLEN, P.; ROSE-ANDERSEN, C. New product development as a complex adaptive system of decision. **Journal of Product and Innovation Management**, v. 23, n. 5, p. 437-456, 2006.

MIGUEL, P. A. C. Implementação na gestão de portfólio de novos produtos: um estudo de caso. **Produção**, v. 18, n. 2 p. 388-404, 2008.

Mikkola, J.H. Portfolio management of R & D projects: Implications for innovation management **Technovation**, v.21, n. 7, pp. 423-435; 2001.

MILLHISER, W. P.; SZMEREKOVSKY, J. G. Teaching Critical Chain Project Management: The Academic Debate and Illustrative Examples. **Informs**, v. 2, n. 2, p. 67-77, 2012.

MORAIS, C. H. B. **Gerenciamento de ambientes multiprojetos pelo método da Corrente Crítica em Empresas Brasileiras: Um estudo de multicase**, 2011, Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

NAOR, M.; BERNARDES, E.S.; COMAN, A.; Theory of constraints: Is it a theory and a good one? **International Journal of Production Research**; v. 51, i.2, p.542-554, 2013.

NASCIMENTO, C. A. D., **Gerenciamento de prazos: uma revisão crítica das técnicas em uso em empreendimentos em regime de EPC**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, São Paulo, 2007.

NEWBOLD, R. C. **Project management in the fast Lane: applying the theory of constraints**. [EUA]: St. Lucie Press, 1998.

NEWBOLD, R. **The Billion Dollar Solution: Secrets of Prochain Project Management**, ProChain Press, 2008.

OLIVEIRA, M.G.; FREITAS, J.S.; FLEURY, A.L.; ROZENFELD, H.; PHAAL, R.; PROBERT, D.; CHENG, L. C.; **Roadmapping. Uma abordagem estratégica para o gerenciamento da inovação em produtos, serviços e tecnologias**. Rio de Janeiro. Ed Elsevier, 2012.

OLSON, E. M.; WALKER, O.C.; RUEKERT, R. W.; Organizing for effective new product development: the moderating role of product innovativeness. **Journal of Marketing**, v.59, n.1, p.48-62, 1995.

PATANAKUL, P; MILOSEVIC, D. The Effectiveness in Managing a Group of Multiple Projects: Factors of Influence and Measurement Criteria, **International Journal of Project Management**, 27:216-233, 2009.

PENG, G.; JUNWEN, F.; HUATING, W.; Grey Critical Chain Project Scheduling Technique and Its Application. *Canadian Social Science*, v. 3, n. 3, 2007.

PROCHAIN. Disponível em <<https://www.prochain.com/>>. Acesso em: 02 set.2014.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A guide to the organization project management maturity model (OPM3 Guide)**. Upper Darby, Project Management Institute, 2003.

_____. **Um guia de conhecimentos em gerenciamento de projetos** - Guia PMBOK. Newtown Square: Project Management Institute, 2004.

PS8. Disponível em <<http://www.sciforma.com/>>. Acesso em: 02 set.2014.

PUGH, S. *Creating innovative products using total design: the living legacy of Stuart Pugh*. Massachusetts: Addison-Wesley, 1996.

QUIN, J. B. **Managing innovation – controlled chaos**. *Harvard Business Review* 63 (3), p.73-84, 1985.

Rabbani, M; A new heuristic for resource-constrained project scheduling in stochastic networks using critical chain concept. **European Journal of Operational Research**, V.176, n. 2, p.794–808, 2007.

RAND, G. K. Critical chain: the theory of constraints applied to project management. **International Journal of Project Management**, v. 18, p. 173-177, 2000.

RAZ, T.; BARNES, R.; DVIR, D. A Critical Look at Critical Chain Project Management. **Project Management Journal**, v. 34, n. 4, p. 24-32, 2003.

RICHTNER, A., AHLSTROM, P. Top management control and knowledge creation in new product development. **International Journal of Operations and Product Management** v.30, n. 10, p.1006-1031, 2010.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. 1ª. Edição. Ed. [S.I.]: Saraiva, 2006.

Seawright, Jason and John Gerring 2008, Case Selection Techniques in Case Study Research: A Menu of Qualitative and Quantitative Options, *Political Research Quarterly* 61, 294-308.

SEIDER, R. Optimizing Project portfolios. **Research Technology Management**, v. 49, n. 5, p. 43-48, 2006.

SHANLIN, Y. Critical Chain and evidence reasoning applied to multi-project resource schedule in automobile R&D process. **International Journal of Project Management**, v.32, p.166-177, 2013.

SHENG, S.; ZHOU, K.; LESSASSY, L.. NPD speed vs. innovativeness: The contingent impact of institutional and market environments. **Journal Of Business Research**, v.66, p. 2355-2362, 2013.

SHEREMATA, W. A.; Centrifugal and centripetal forces in radical new product development under time pressure. **Academy of Management Review**, 25 (2), p.389-408, 2000.

SMITH, R.P., EPPINGER S.D. **A predictive model of sequential iteration in engineering design**. *Manag Sci* 43 (8), 1104-1120, 1997.

SWINK, M. TALLURI, S., PANDEJPONG, T. Faster, better, cheaper: a study of NPD project efficiency and performance tradeoffs. **Journal of Operations Management** 24 (5), p. 542-562, 2006.

SILVA, E.L., MENEZES, E.M.; **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**, 4ed. ver. Atual, Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, E. M.; RODRIGUES, L. H.; LACERDA, D. P.; Aplicabilidade da corrente crítica da teoria das restrições no gerenciamento de projetos executivos de engenharia: um estudo de caso em uma refinaria de petróleo; **Gestão & Produção**, v. 19, n.1, 2012.

STEYN, H. Project Management Applications of the Theory of Constraints Beyond Critical Chain Scheduling. **International Journal of Project Management** 20:75-80 2002.

STRATTON, R. **Critical Chain Project Management Theory and Practice**. Project Management TOC Way – Critical Chain Project Management, p. 199, 2010.

STEVENS, G.A., BURLEY, J., Piloting the rocket of radical information, **Research Technology Management**, 46, p. 16-25, 2003.

SUBRAMANIAN, D., PEKNY, J.F., REKLAITISs, G.V. A simulation-optimization framework for addressing combinatorial and stochastic aspects of an R&D pipeline management problem **Computers and Chemical Engineering**, 24 (2-7), pp. 1005-1011; 2000.

SZYMANSKI, D. M., KROFT, M. W. & TROY, L. C. Innovativeness and new product success: Insights from the cumulative evidence. **Academy of Marketing Science**, v. 35, p.35-52, 2007.

TAIKONDA, M. V.; ROSENTHAL, S.R.; Successful execution of development projects: Balancing firmness and flexibility in the innovation process. **Journal of Operations Management**, 18 (4), p.401-425, 2000.

TUKEL, O. I.; ROM, W. O.; EKSIUGLU, S. D. An investigation of buffer sizing techniques in critical chain scheduling. **European Journal of Operational Research**, v. 172, Iss. 2, p. 401-416, 2006.

UMBLE, M., and UMBLE, E. Managing Your Projects For Success: An Application of the Theory of Constraints. **Production and Inventory Management Journal**, 41(2), 27-32, 2000.

Walls, M.R. Combining decision analysis and portfolio management to improve project selection in the exploration and production firm , **Journal of Petroleum Science and Engineering**, 44 (1-2), pp. 55-65; 2004.

WORLEY, T. L. F. Using Constraint Management to Optimize Motion Picture Production Management. **Project Management Journal**, v. 36, n. 4, p. 44-52, 2005.

YANG, J. How the Critical Chain Scheduling Method is Working for Construction. **Cost Engineering**, v. 49, n. 4, p. 25-32, 2007.

YANING, W. **Study on Critical Chain Project Portfolio Management**. International Conference on Management and Service Science, MASS, 2011.

Yen, Y.H., Chang, S.H., Tu, Y.M., Li, R.K. (2005) **Ming Hsin Journal**, 31, pp. 147-160.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZANATTA, A. **Melhoria do processo de desenvolvimento de produtos de uma empresa de produção de bens de consumo duráveis visando a implementação de um modelo de referência**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2010.

APÊNDICE 01

QUESTIONÁRIO

Parte I: Processo de Desenvolvimento de Produtos

1. A empresa possui mecanismos formais para a tomada de decisão no que se refere a quais projetos de produto ela deve desenvolver?

Não

Sim. Explique sucintamente como ocorre essa tomada de decisão (incluindo documentos utilizados).

2. Quais as áreas da empresa envolvidas no processo de desenvolvimento de seus produtos?

Alta administração

Engenharia

P&D

Comercial

Produção

3. Quais as principais práticas adotadas relacionadas a esse processo?

4. Quais as principais dificuldades relacionadas a esse processo?

5. A decisão sobre quais produtos desenvolver leva em conta o conceito de produtos plataformas, derivativos e radicalmente novos?

6. Como os recursos são alocados a cada projeto de novos produtos? Quais os critérios utilizados para a distribuição de recursos?

7. Preencha o quadro abaixo segundo sua perspectiva (ou de sua área) de uso destas ferramentas.

	Não conhece	Conhece, mas não aplica	Conhece e aplica parcialmente	Conhece e aplica plenamente
QFD – Desdobramento da função qualidade				
TRM - Technology Roadmap				
Método <i>Stage-Gates</i>				
FMEA				
TRIZ				
CCPM				
Outro?				

Parte II: Gestão de Portfólio

8. De maneira geral, como é a gestão de portfólio de produtos na empresa? Quais as suas principais etapas?

9. Existem regras claras para a gestão do portfólio de produtos na empresa? Os projetos são comparados e priorizados? Quais procedimentos são usados para isso?

10. Na sua empresa quais são seus principais desafios da gestão de portfólio de produtos? (opinião)

11. Assinale os métodos e ferramentas utilizados na gestão de portfólio de produtos:

Financeiro

- Quais? Como é operacionalizado?

- Benefícios associados:

- Dificuldades associadas:

Avaliação de fases (stage-gates)

Como é operacionalizado?

- Benefícios associados:

- Dificuldades associadas:

Mapas de produtos

Como é operacionalizado?

- Benefícios associados:

- Dificuldades associadas:

Modelo de pontuação

Como é operacionalizado?

- Benefícios associados:

- Dificuldades associadas:

() Diagramas (bolhas, matriz BCG, e GE, por exemplo)

Como é operacionalizado?

- Benefícios associados:

- Dificuldades associadas:

() Check-list

Como é operacionalizado?

- Benefícios associados:

- Dificuldades associadas:

12. Quais são os métodos dominantes no processo de tomada de decisão acerca portfólio de produtos?

Parte III: Uso do método da CCPM

13. O que motivou a empresa a fazer uso da CCPM? Quando ele passou a ser utilizado pela empresa?

14. Em que projetos de novos produtos o método da CCPM tem sido utilizado?

15. De que forma o método da CCPM é utilizado na gestão do desenvolvimento de novos produtos?

16. O método da CCPM apoia, de alguma forma, a gestão de portfólio dos produtos da empresa? Se sim, de que forma isso acontece e quais de suas ferramentas ou técnicas são utilizadas?

17. O método da CCPM é utilizado em algum outro processo organizacional além dos já citados? Se sim, mencione em quais e explique como ele é utilizado.

18. Quais as dificuldades e limitações identificadas com este método?

19. Quais os principais resultados, tangíveis e intangíveis, observados com o uso desse método?

20. Escolha, para as técnicas ou ferramentas listadas abaixo, as opções que melhor retratam sua aplicação.

	Não conhece	Conhece, mas não aplica	Conhece e aplica parcialmente	Conhece e aplica plenamente
Estimação das durações das atividades (eliminação das seguranças individuais)				
Eliminação de milestones, sempre que possível				
Sequenciamento das Atividades segundo a Corrente Crítica				
Alocação de pulmões para proteção dos projetos				
Controle dos projetos por meio do gerenciamento dos pulmões em ambientes monoproyetos				

Sequenciamento de projetos em ambientes multiprojetos (Tambor)				
Alocação de pulmões para proteção dos projetos contra as incertezas em ambientes multiprojetos				
Controle dos projetos por meio do gerenciamento dos pulmões em ambientes multiprojetos				
Guia para implementação por meio das S&T				
<i>Full kit</i>				
Congelamento de projetos				
Descongelamento de projetos				
Outras (especificar)				

Nome do funcionário:

Cargo: