

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**JÉSSICA PACHECO CAMARGO**

**ANÁLISE DE RISCOS EM PROJETOS E APLICAÇÃO  
DA CORRENTE CRÍTICA NA ÁREA AEROESPACIAL**

**Taubaté - SP**  
**2018**

**JÉSSICA PACHECO CAMARGO**

**ANÁLISE DE RISCOS EM PROJETOS E APLICAÇÃO  
DA CORRENTE CRÍTICA NA ÁREA AEROESPACIAL**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação do curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Paulo Cesar Corrêa  
Lindgren.

Co-orientadora: Prof. Maria Regina  
Hidalgo de Oliveira  
Lindgren.

**Taubaté – SP  
2018**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado  
de Bibliotecas / Unitau - Biblioteca das Engenharias**

C172a Camargo, Jéssica Pacheco  
Análise de riscos em projetos e aplicação da corrente crítica na área aeroespacial. / Jéssica Pacheco Camargo. - 2018.

30f. : il; 30 cm.

Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2018  
Orientador: Prof. Me. Paulo Cesar Corrêa Lindgren,  
Coorientador: Profa. Ma. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica.

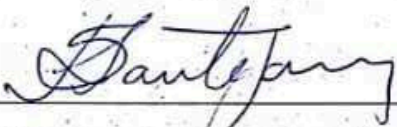
1. Gestão de projetos. 2. Teoria das restrições. 3. Corrente crítica. I. Título.

JÉSSICA PACHECO CAMARGO

ANÁLISE DE RISCOS EM PROJETOS E APLICAÇÃO DA CORRENTE CRÍTICA  
NA ÁREA AEROESPACIAL

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO APROVADO COMO PARTE  
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "GRADUADO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO COORDENADOR DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

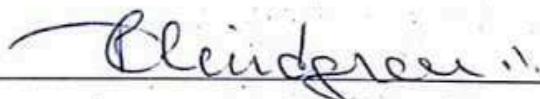


Prof. Fabio Henrique Fonseca Santejani  
Coordenador de Trabalho de Graduação

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Paulo Cesar Corrêa Lindgren  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Profa. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. Ivair Alves dos Santos.  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

21/06/2018

## ***DEDICATÓRIA***

Dedico este trabalho aos meus pais Marcio Camargo e  
Janeth Camargo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me proporcionar força e saúde durante toda essa jornada.

Agradeço ao corpo docente pelo conhecimento adquirido ao longo do curso, agradeço a administração da universidade e a todos que fizeram parte da minha formação direta ou indiretamente.

Agradeço a minha família pelo apoio dado durante todo o curso.

Agradeço ao professor Paulo Cesar Corrêa Lindgren e à professora Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren por toda orientação, incentivo, atenção e compartilhamento de conhecimento para a execução desse trabalho de graduação.

## RESUMO

A gestão de projetos é uma ferramenta importante para as empresas com o objetivo de garantir a eficácia nos processos. Nos dias atuais é fundamental obter estratégias eficientes nas organizações para se manterem competitivas no mercado, levando em consideração a compreensão dos processos de planejamento, execução das atividades, monitoramento e controle do projeto. A aplicação do método da corrente crítica baseado na teoria das restrições utilizada no gerenciamento de projetos na indústria aeroespacial é uma ferramenta que proporciona novos conceitos e opções no formato de gerenciamento de projetos sendo uma alternativa se comparado com o gerenciamento tradicional. Este trabalho procura exemplificar e analisar a utilização do método no ambiente de projetos e benefícios adquiridos com sua implementação.

**Palavras-chave:** Gestão de projetos. Teoria das restrições. Corrente crítica.

## **ABSTRACT**

Project management is an important tool for companies in order to ensure process efficiency. Nowadays it is fundamental to obtain efficient strategies in the organizations to remain competitive in the market, taking into account the understanding of the processes of planning, execution of activities, monitoring and control of the project. The application of the critical chain method based on the constraint theory used in project management in the aerospace industry is a tool that provides new concepts and options in project management format, being an alternative compared to traditional management. This work seeks to exemplify and analyze the use of the method in the project environment and benefits acquired with its implementation.

**KEYWORDS:** Project management. Theory of constraints. Critical chain.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – PLANEJAMENTO TRADICIONAL – DATA LIMITE.....	23
FIGURA 2 – DESTAQUE CAMINHO CRÍTICO.....	24
FIGURA 3 – REMOÇÃO DE MULTITAREFAS. ....	25
FIGURA 4 – APLICAÇÃO DO <i>BUFFER</i> .....	26
FIGURA 5 – IDENTIFICAÇÃO DA CORRENTE CRÍTICA E <i>BUFFER</i> . ....	26

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 OBJETIVOS .....	10
1.1.1 OBJETIVO GERAL.....	10
1.1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	11
1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO .....	11
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO. ....	11
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>12</b>
2.1 GESTÃO DE PROJETOS .....	12
2.2 GESTÃO DE PROJETOS NA ÁREA AEROESPACIAL.....	14
2.3 ANÁLISE DE RISCOS EM PROJETOS.....	15
2.4 TEORIA DAS RESTRIÇÕES .....	16
2.5 O METODO DA CORRENTE CRITICA.....	18
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>21</b>
3.1. GESTÃO DE PROJETOS E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL .....	21
<b>4. ESTUDO DE CASO ÚNICO</b> .....	<b>23</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>28</b>
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>30</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Com o passar dos anos a competitividade empresarial em alguns produtos e serviços no setor aeronáutico se estendem ao meio global, devido a isso as organizações necessitam otimizar seus processos com o objetivo de aumentar sua produtividade com diminuição de custos. Caso isso não seja realizado, a perda de mercado é inevitável devido à grande concorrência no setor.

A entrega de projetos no prazo e com qualidade é um desafio constante no ambiente de projeto aeroespacial e torna-se um fator crítico para atingir as metas e o sucesso do projeto para a maioria das companhias. Todo projeto possui inúmeras incertezas, onde, muitas vezes, se afetam os prazos, representando já um grande desafio de gestão.

A TOC (*Theory of Constraints* – Teoria das Restrições) possui alternativas de gerenciamento de forma sistêmica onde atua de forma onde a empresa é vista como um todo em sistema integrado onde todos os elementos possuem ligações, onde todo o objetivo final só é alcançado com o esforço de todos os elementos.

A aplicação da corrente crítica CCPM (*Critical Chain Project Management* – Gestão de Projetos pela Corrente Crítica) é o foco voltado para administração de prazos, atuando preventivamente, e para a administração de recursos, focando no planejamento e mecanismos de controle, medição e comportamento das equipes.

A finalização e o sucesso do projeto são alcançados quando os objetivos preestabelecidos são atingidos.

### **1.1 OBJETIVOS**

#### **1.1.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo do trabalho realizado é apresentar os conceitos de Gerenciamento de Projetos aplicados com o foco na indústria aeroespacial, considerando as características específicas e os desafios encontrados durante o gerenciamento de execução do projeto, sendo de alta tecnologia, complexibilidade e necessidade de elevados níveis de segurança, que o diferenciam de outros produtos.

O Gerenciamento de Projetos utiliza ferramentas específicas e previamente definidas para que o seu escopo seja atingido dentro de prazos e custos planejados.

A implementação do método de planejamento integrado baseado na aplicação do método da corrente crítica e os resultados positivos que podem ser obtidos na gestão de projetos no ambiente aeroespacial é abordado e suas práticas durante o planejamento, execução e encerramento do projeto.

### **1.1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

O trabalho realizado possui o objetivo específico de identificar o conceito da aplicação da metodologia da corrente crítica no ambiente de projetos, assim possibilitando para os gerentes de projeto uma análise ampla de todas as atividades que devem ser executadas conforme tempo planejado, podendo atuar na prevenção de possíveis problemas que podem afetar o cronograma.

### **1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO**

Devido à grande demanda de atividades e necessidade de desenvolvimento integrado do produto, os gerentes de projeto possuem grandes responsabilidades para desenvolver o gerenciamento eficiente das atividades. Cada fase de projeto necessita da melhor estratégia de gerenciamento de acordo com a necessidade de estagio que será aplicada.

A implementação da corrente crítica na fase de desenvolvimento do projeto quebra paradigmas e fornece uma visão do sistema completo.

### **1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

Este trabalho de graduação está estruturado em seis capítulos, sendo os seguintes:

O capítulo 1 apresenta a introdução ao tema do trabalho, objetivo geral, objetivo específico e suas relevâncias. O capítulo 2 apresenta a revisão da literatura onde exemplifica as informações teóricas de relevância para o trabalho. O capítulo 3 trata do desenvolvimento do trabalho e sua metodologia utilizada. O capítulo 4 apresenta o estudo de caso. O capítulo 5 apresenta os resultados obtidos. Já no capítulo 6, apresentam-se as conclusões finais do trabalho que foram obtidas. Ao final, são apresentadas as referências bibliográficas do trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 GESTÃO DE PROJETOS

Um projeto consiste em um plano de empreendimento temporário com o objetivo de realizar um conjunto de ações que devem estar voltadas para atender objetivos futuros, como o resultado de um produto ou serviço. As organizações têm como objetivo a realização de um projeto com a meta de desenvolver um produto de resultado exclusivo, correspondendo às necessidades de elaboração do mesmo, como, por exemplo, a necessidade de mercado de caráter estratégico (Guia PMBOK 2013).

É importante que o escopo de início e término do projeto seja claramente predefinido e sua finalização é atingida quando o objetivo final é alcançado.

Para alcançar a excelência do projeto é necessário vencer aspectos críticos durante seu gerenciamento, como a aplicação de conhecimentos, habilidades, atitudes, técnicas e recursos nas atividades de projeto, com a finalidade de atender todos os seus requisitos aplicando o gerenciamento integrado apropriado (Guia PMBOK 2013).

O gerenciamento de projetos pode ser classificado em cinco grupos de processos, sendo eles:

- **Fase de iniciação**

Consiste em determinar o objetivo do projeto, iniciando o desenvolvimento do escopo do projeto. Durante essa fase é importante designar as linhas gerais do projeto e estabelecer os prazos, esforços e custos (VALERIANO, 2002).

- **Fase de Planejamento**

A fase de planejamento aborda as ações de coordenar o planejamento do projeto e aprovação do mesmo, definir os pacotes e escopos de trabalho, ter claro as pessoas chaves na equipe de planejamento, dando continuidade às tarefas de gerenciamento (VALERIANO, 2002).

Segundo Valeriano (2002), fatores-chave no planejamento são o estabelecimento de decomposição do trabalho, iniciando por providências mais imediatas e, posteriormente, de forma detalhada para a execução do mesmo.

Estabelecer e sequenciar as atividades, definir processos e tecnologias, identificar os responsáveis e executantes de cada etapa do projeto, definir os pacotes de trabalho baseados no cronograma, são as ações realizadas na fase de planejamento (VALERIANO, 2002).

Elaborar ou coordenar os planos de gestão e integrar os diversos planos de gestão no plano de projeto (VALERIANO, 2002).

#### ▪ **Fase de execução**

A fase de execução consiste em construir a equipe de projeto dando início às atividades internas e externas, como os subcontratos, dando início à implementação do projeto. Definindo responsabilidades para os membros da equipe, alocando insumos e pessoas. Na fase de execução é necessário ter claro todas as interfaces envolvidas os conflitos e riscos que podem aparecer no momento da execução. Nessa fase é imprescindível possuir uma comunicação ativa, deixando claras as responsabilidades de cada membro da equipe (VALERIANO, 2002).

#### ▪ **Monitoramento e controle**

Segundo Valeriano (2002), na fase de monitoramento e controle deve-se estabelecer mecanismos do sistema do valor agregado para o controle de custos prazos e execução física.

Controlar e negociar possíveis mudanças de escopos que podem influenciar no andamento do projeto e implementar mudanças quando necessário (VALERIANO, 2002).

#### ▪ **Encerramento**

O encerramento consiste na fase de conclusão do projeto.

O gerente de projeto encontra inúmeros desafios durante todo o projeto e suas fases, devido a isso, é importante possuir um equilíbrio das restrições conflitantes do projeto como escopo, qualidade, cronograma, orçamento, recursos e riscos. (VALERIANO, 2002).

Devido a cada fase de projeto possuir suas características, o gerente de projeto deve criar atribuições diferentes para sua equipe e meios envolvidos conforme a fase do projeto no momento de execução (Guia PMBOK 2013).

A elaboração da estratégia de gerenciamento do projeto é uma atividade iterativa, desenvolvida progressivamente durante o ciclo do projeto. O desenvolvimento constante abrange a melhoria contínua e a descrição de um plano considerando informações detalhadas e específicas e estimativas mais exatas tornam-se disponíveis. A elaboração progressiva possibilita que o time de gerenciamento do projeto determine e gerencie o trabalho com um alto nível de detalhamento, à medida que o projeto avança (Guia PMBOK 2013).

## **2.2 GESTÃO DE PROJETOS NA ÁREA AEROESPACIAL**

O mercado aeroespacial possui grandes exigências e é necessário para esse mercado que a empresa esteja sempre atualizada, para se manter competitiva, aumentando sempre seu valor (Empresa ALFA, 2017).

O gerenciamento de um projeto aeroespacial é um grande desafio encontrado no dia a dia na área de projetos, caracterizando, muitas vezes, em produtos únicos de acordo com a necessidade de cada cliente. Devido a isso, para a condução do projeto ser eficiente, é necessária a análise de todos os seus aspectos internos e externos, utilizando a aplicação de habilidades, conhecimentos técnicos, conhecimentos estratégicos e ferramentas para que todos os requisitos do projeto sejam cumpridos (Empresa ALFA, 2017).

O produto aeronáutico possui diversas características ímpares durante a execução de seu projeto, como o alto grau de incertezas durante a execução do mesmo, adicionado à complexibilidade e riscos associados (Empresa ALFA, 2017).

Devido ao mercado e o produto de alta tecnologia e complexibilidade, uma boa estratégia de planejamento e técnicas corretas para a execução do mesmo é essencial para se manter competitivo (Empresa ALFA, 2017).

## 2.3 ANALISE DE RISCOS EM PROJETOS

Os objetivos do gerenciamento dos riscos do projeto são aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e reduzir a probabilidade e o impacto dos eventos negativos no projeto (Guia PMBOK 2013).

Segundo Valeriano (2002), o risco, no entendimento comum, é a possibilidade de ocorrência de um resultado indesejável, como consequência de um evento qualquer.

Os riscos de um projeto podem ser definidos como uma condição incerta que, caso ocorram, podem resultar em impactos no escopo, custo, cronograma, qualidade ou desempenho do projeto.

O risco pode possuir uma ou mais causas e, caso ocorra, pode ter um ou diversos impactos. A causa de um risco podem ser um requisito, premissa, restrição ou condição potencial, que crie a possibilidade de resultados negativos ou positivos.

Os riscos que podem ser encontrados durante a execução do projeto, e que podem estar na corrente crítica do processo, podendo ocasionar perdas, podem incluir a não-utilização do recurso correto para determinada atividade, retrabalhos, falta de priorização de escopo principal, falta de desenvolvimento integrado do produto, execução de multitarefas, custos não planejados, desbalanceamento de carga de trabalho e não estar evidente o prazo final para a execução do projeto (Empresa ALFA, 2017).

Um risco de projeto tem origem nas incertezas que podem ocorrer ao longo de todos os projetos. A gestão de risco em projetos incluem os processos sistemáticos de planejamento da gestão dos riscos, identificação dos riscos, análise dos riscos associados, quantificação dos riscos, planejamento de respostas aos riscos e por fim o controle dos riscos de um projeto. O processo de planejamento de gestão dos riscos trata-se de decidir a abordagem da gestão dos riscos, expressando em um plano de gestão dos riscos, executando e controlando. (VALERIANO, 2002).

Segundo Valeriano (2002), A abordagem pode incluir a organização e a equipe de gestão dos riscos, a seleção da metodologia apropriada, as fontes de dados para identificação dos riscos e o tempo disponíveis para análises.



Segundo o Guia PMBOK (2013), as condições de risco podem incluir aspectos do ambiente da organização ou do projeto que contribuem para os riscos do projeto, tais como práticas imaturas de gerenciamento de projetos, falta de sistemas integrados de gerenciamento, vários projetos simultâneos ou dependência de participantes externos fora do controle direto do projeto.

## **2.4 TEORIA DAS RESTRIÇÕES**

A Teoria das Restrições (*Theory Of Constraints*), foi elaborado pelo Israelense, consultor de administração e físico Eliyahu M. Goldratt, com o objetivo de utilizar métodos científicos para solucionar desafios e problemas, através da melhoria continua implementada nas organizações assim otimizando seus processos aumentando sua produtividade e diminuindo seus custos para continuarem competitivas no mercado (BARCAUI; QUELHAS, 2004).

A teoria das restrições TOC é um método alternativo utilizado no gerenciamento das organizações onde provê conjuntos de processos e regras holísticos, que são fundamentados na abordagem de um sistema que procura a simplicidade para sistemas desafiadores e complexos por meio da concentração em poucos pontos de apoio com o objetivo de harmonizar as partes assim alcançando a melhoria contínua no desempenho do sistema por completo e não de forma isolada (COHEN; FEDURKO, 2016).

O desempenho do sistema é atingido pelo ótimo global que consiste na soma dos ótimos locais, onde cada elemento do conjunto possui ligações entre si. Como uma corrente é necessário identificar seu elo mais fraco que restringe o sistema limitando sua capacidade assim é possível trabalhar na restrição e viabilizar sua melhoria continua (BARCAUI; QUELHAS, 2004).

Deve-se definir o sistema e sua meta e posteriormente identificar as restrições e elementos que o limitam de atingi-la. A restrição de um sistema consiste em algo que restrinja ou limite o melhor desempenho do sistema assim impossibilitando alcançar sua meta. É essencial conhecer a meta do sistema e as ações que irão permitir julgar as ações e impactos para atingir suas metas (BARCAUI; QUELHAS, 2004).

Os resultados buscados pelas organizações são baseados em metas financeiras levando em consideração seus acionistas. Podem se classificar os tipos de restrições em:

Restrições físicas, que consistem na escassez de material, falta de espaço, pessoas ou equipamentos.

Restrições políticas, que consistem na forma de trabalho recomendada ou necessária.

Restrições de paradigma, que consiste em hábitos e crenças já enraizadas.

Restrições de mercado, que consiste na capacidade de produção.

A teoria das restrições busca trabalhar essas restrições pelo processo de pensamento, (*Thinking Process*), baseado nas perguntas chaves, de como promover a mudança, o que mudar e para o que mudar (BARCAUI; QUELHAS, 2004).

A partir da metodologia da TOC é necessário realizar uma análise de causa e efeitos do sistema, com o objetivo principal de identificação a causa raiz de suas restrições e problemas crônicos. Os problemas encontrados nas organizações são os conflitos principais ou conflitos não resolvidos, assim que sua restrição é identificada é possível desenvolver estratégias para melhoria do sistema, levando em consideração as ações que devem ser tomadas, as pessoas envolvidas e quando serão tomadas (BARCAUI; QUELHAS, 2004) (GOLDRATT, 2002).

O funcionamento da cadeia de valor de um sistema é definido por sua restrição. Os cinco passos da TOC consistem em promover a fundação para desenvolver soluções durante o gerenciamento de projetos, os sistemas que podem estar envolvidos são o sistema de um projeto único ou o sistema de multe projetos.

Os cinco passos consistem em:

- Definir o sistema e sua meta.
- Identificação da restrição que consiste nos elementos que limitam o alcance da meta.
- Definir como deve ser explorada a restrição sem desperdícios.
- Coordenar e conciliar tudo e todas as medidas de como será explorada a restrição.

- Elevar a restrição considerando os passos anteriores até a mudança da restrição.
- Caso a restrição principal for modificada deve-se voltar ao início da identificação e não permitir que a inercia se torne restrição (BARCAUI; QUELHAS, 2004).

A TOC engloba diversas áreas de gerenciamento, uma delas é o gerenciamento de projetos com a metodologia da corrente crítica CCPM (*Critical Chain Project Management*) (COHEN; FEDURKO, 2016).

## 2.5 O METODO DA CORRENTE CRITICA

O método da corrente crítica CCPM (*Critical Chain Project Management*) consiste na técnica utilizada para o gerenciamento de projetos, com o objetivo de gerenciar prazos e recursos atuando preventivamente no planejamento e também nos mecanismos de medição e controle baseando-se na aplicação da teoria das restrições (TOC). A técnica consiste no gerenciamento de rede, melhorando significativamente o desempenho do projeto, com o objetivo de solucionar conflitos principais, buscando a melhoria do processo e desafiando premissas já existentes de forma tradicional no controle de cronogramas (BARCAUI; QUELHAS, 2004).

O método da corrente crítica é baseado na análise da sequência de atividades críticas onde podem haver restrições às dependências físicas e disponibilidade de recursos, como também na compressão das estimativas de duração das atividades planejadas no cronograma. Premissas e paradigmas previamente enraizados são trabalhados no gerenciamento de projetos com o método da corrente crítica. O método aborda uma redução considerável nas estimativas de tempo nas atividades, retirando a segurança alocada às atividades e concentrando em pontos estratégicos, podendo ser utilizada de forma eficaz (GOLDRATT, 1998).

Considerando as margens de segurança adicionadas no cronograma de projeto, os atrasos na sua execução podem estar ligados aos seguintes aspectos:

- Síndrome do estudante: Consiste em esperar que a tarefa se torne urgente para realizá-la (Empresa ALFA, 2017).
- Lei de Parkinson: Consiste em expansão do trabalho para preencher o tempo de execução da atividade (Empresa ALFA, 2017).
- Interdependência entre as etapas do processo: Consiste na dependência de uma atividade ser executada para início da próxima (Empresa ALFA, 2017).
- Multitarefas: Consiste na execução de diversas tarefas ao mesmo tempo.

Baseado nas seguintes causas, a Corrente crítica propõe a redução média de 50% na estimativa das tarefas presentes no cronograma, com a diminuição da segurança nas tarefas para o projeto mais sucessível a possíveis atrasos devido a mudanças e incertezas (BARCAUI; QUELHAS, 2004).

A corrente crítica baseia-se em analisar e utilizar técnicas para otimizar os recursos, assim sendo possível calcular as datas de início e término das atividades com antecedência e posteriormente para as partes incompletas nas atividades de projeto. Com a aplicação da metodologia seu objetivo é reduzir a estimativa de execução das atividades, sendo possível de executá-la. A estimativa de duração da atividade é baseada na média de duração da tarefa executada (Guia PMBOK 2013).

A corrente crítica consiste em um método utilizado para utilização em cronogramas permitindo que o time de projeto desenvolva margens de segurança ou *buffers* (reservas) ao longo de seu cronograma criado levando em consideração a dependência das atividades, as incertezas que podem ser encontrados ao longo do projeto e limitações de recursos (Guia PMBOK 2013).

O método é elaborado a partir do método de caminho crítico considerando os efeitos de otimização de recursos, nivelamento de recursos, alocação de recursos, incertezas na duração das atividades do caminho crítico determinados usando o método de caminho crítico. O método da corrente crítica insere buffers e gerenciamento de *buffers* durante o gerenciamento, utilizando atividades com durações que não inclui margens de segurança, relações lógicas e recursos com pulmões definidos integrado de margens de segurança nas atividades em determinados pontos no cronograma de projetos considerando limitação de recursos e incertezas encontradas durante o projeto (Guia PMBOK 2013).

O método da corrente crítica acrescenta *buffers* para gerenciar incertezas e proteger a data de término do projeto ao longo da corrente crítica. Os tipos de *buffers* podem ser classificados em:

*Buffer* de projeto que é incluído no final da corrente crítica protegendo a data do término do projeto contra possíveis desvios durante a corrente crítica.

*Buffers* adicionais ou *buffers* de alimentação que são acrescentados em ponto que uma cadeia de tarefas dependentes fora da corrente crítica com o objetivo de proteger a corrente crítica contra o seu desvio ao longo das cadeias de alimentação.

Para definir o tamanho dos *buffers* leva-se em consideração as incertezas durante a corrente de atividades interligadas, levando a adicionar o *buffer* (Guia PMBOK 2013).

Assim que as atividades e os *buffers* do cronograma ficam definidos, o planejamento das atividades é agendado para as datas planejadas de início e término, assim o método tem como objetivo o gerenciamento das durações restantes dos *buffers* considerando as durações restantes (Guia PMBOK 2013).

### **3. METODOLOGIA**

Este trabalho é baseado na metodologia de pesquisa exploratória e descritiva com o objetivo principal de proporcionar entendimento de obstáculos encontrados durante o gerenciamento de projetos, estudo da viabilidade e benefícios da aplicação da metodologia da corrente crítica na área de projetos aeroespaciais.

A base do trabalho executado é elaborada através de estudo de caso na indústria aeroespacial, com análise na fase de desenvolvimento de produto da área de projetos. A fase de desenvolvimento do produto constitui em um período de aproximadamente cinco anos de execução e conta com o envolvimento de diversas áreas, que constituem um time de desenvolvimento integrado do produto, cujo objetivo é permitir a integração entre as áreas, para obter resultados satisfatórios de custo, prazo e qualidade.

Inicialmente é descrito como é composta a estrutura organizacional da empresa Alfa, evidenciando a área de projetos.

Na próxima seção é possível observar e analisar os resultados com a aplicação da ferramenta e melhorias que podem ser obtidas com o processo.

#### **3.1. GESTÃO DE PROJETOS E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL**

A gestão de projetos atua com o objetivo de conduzir o planejamento das atividades de responsabilidade do projeto, a fim de cumprir os prazos estabelecidos, com os recursos que se dispõe e buscar melhorar a produtividade e a qualidade do produto. Devido ao grande número de atividades e desafios encontrados no desenvolvimento do produto, o programa analisado possui a estrutura organizacional de hierarquia definida com o cargo de diretor presidente, posteriormente vice-presidente de engenharia, diretor de engenharia, gerente de engenharia, que geralmente possui uma equipe de aproximadamente cem pessoas e finalmente o supervisor de engenharia, cuja equipe que lidera é composta por aproximadamente trinta pessoas.

A equipe de projeto é composta por profissionais de nível técnico (projetistas) e por engenheiros, onde os mesmos são divididos em subgrupos para a execução das atividades.

Inicialmente a gestão de projetos aeronáuticos, no nível de supervisão, é realizada através da definição de seu escopo, que pode variar de acordo com cada fase do desenvolvimento do produto.

#### 4. ESTUDO DE CASO ÚNICO

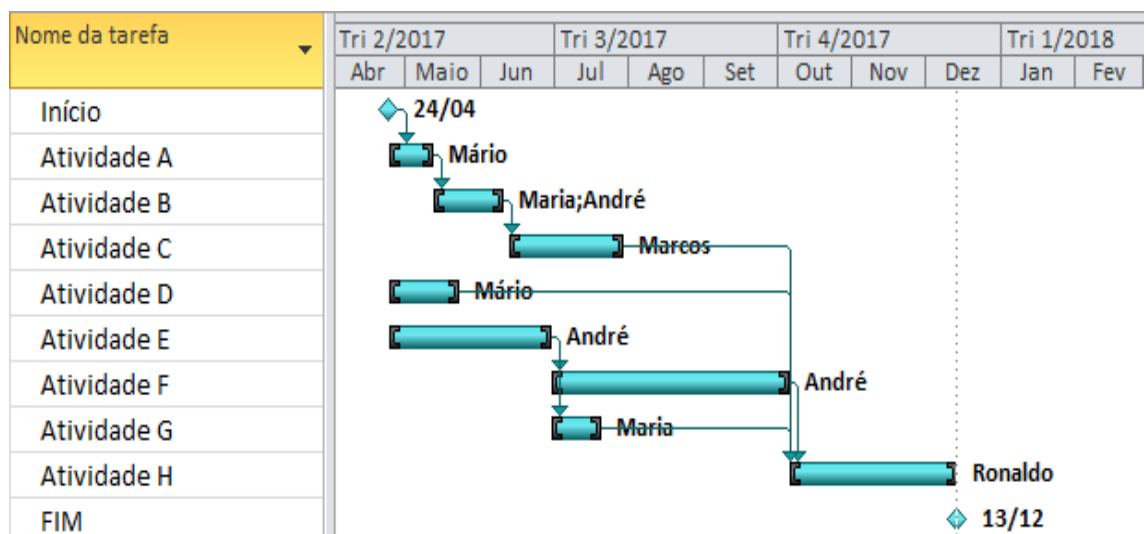
Para o desenvolvimento deste trabalho foi considerado um subgrupo ligado a supervisão de engenharia, composto por cinco executantes e um coordenador (*focal point*), que é o responsável pelo atendimento dos compromissos, divisão dos recursos, acompanhamento das atividades e impedimentos do pacote e também coordenar os planos de recuperação, em caso de consumo dos pulmões.

Inicialmente para realizar a solução de problemas de atrasos encontrados no ambiente de projeto é necessária a execução de um plano de ação com a aplicação da TOC e corrente crítica, que consiste inicialmente em avaliar os itens das atividades, *inputs* requeridos e preparação.

Para o desenvolvimento das atividades foi considerado o desenvolvimento do plano de atividades que consiste no planejamento indo do final do projeto para o início, assim obtendo as estimativas de tempo de execução das atividades.

Na Figura 1 são apresentadas as atividades da equipe e tempo de realização de cada uma, sendo possível observar nesse planejamento tradicional que algumas pessoas possuem folga entre uma atividade e outra, destacando Mario na atividade D, Maria na atividade G e Marcos na atividade C.

**Figura 1** – Planejamento tradicional – data limite.

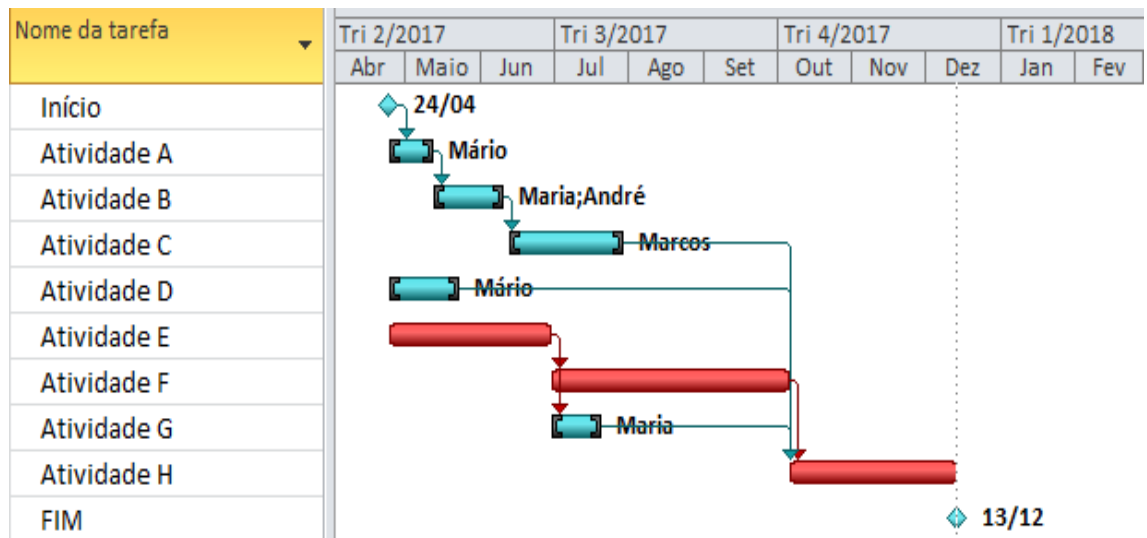


Fonte: Elaborado pelo autor



Com base no estudo de caso é observado que outras atividades não possuem folga, o que poderia ocasionar em um atraso de projeto sendo as atividades E, F e H sendo as atividades do caminho crítico, o elo mais fraco e restrição do sistema conforme Figura 2.

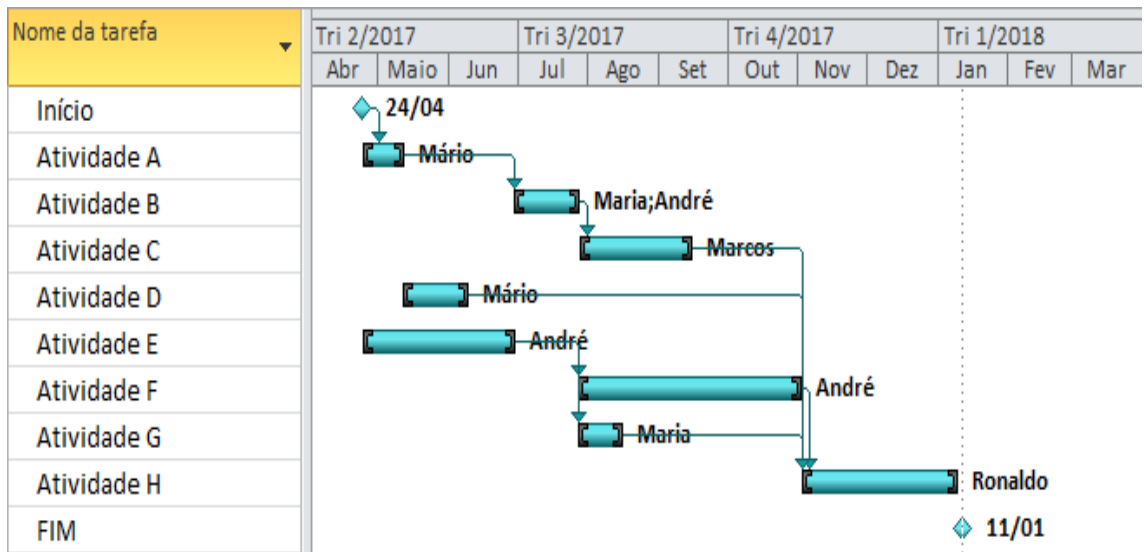
**Figura 2 – Destaque caminho crítico.**



Fonte: Elaborado pelo autor

Foi verificado que o sistema possui conflitos de recursos, devido alguns recursos possuírem duas atividades simultâneas resultando nas multitarefas, a partir da análise foi criado o nivelamento de recurso com o objetivo de remover os conflitos de alocação extra afim de remover atrasos, conforme Figura 3.

**Figura 3 – Remoção de multitarefas.**



Fonte: Elaborado pelo autor

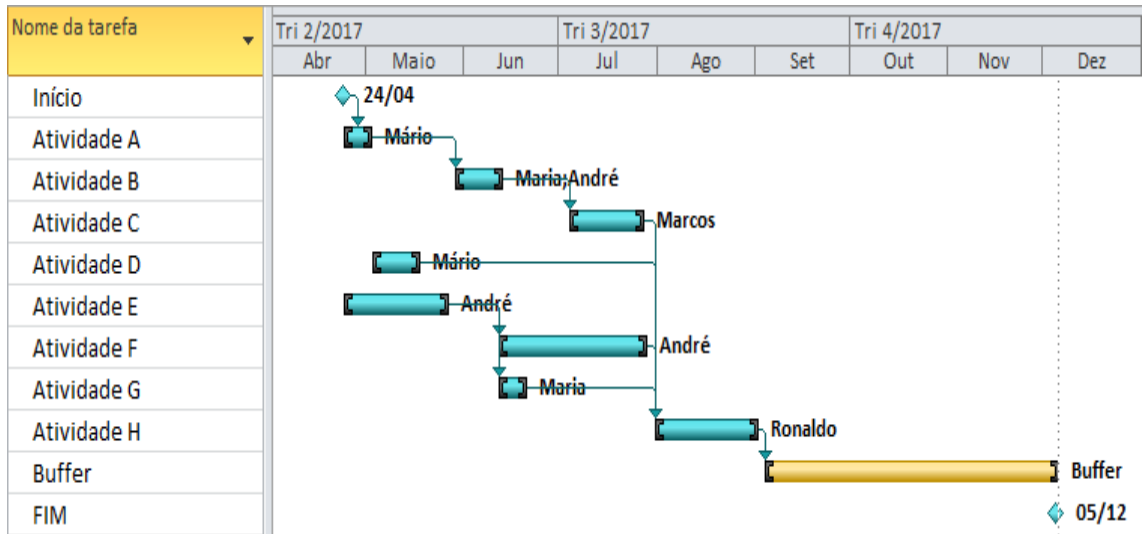
Através da nova redistribuição do efetivo, apesar da data final de entrega do projeto ter sido postergada baseando-se no primeiro planejamento, após essa distribuição dos recursos o novo planejamento é mais robusto e real. O caminho crítico do projeto foi modificado para as atividades E, F, H e acrescentado a atividade B, pois a mesma depende da atividade E finalize no prazo.

A corrente crítica é formada a partir das não existências de folgas e as limitações de recursos, assim as restrições do projeto, limitando o ganho do sistema e obtém a resposta de onde deve-se atuar.

A corrente crítica implementada no gerenciamento dos prazos do projeto considera a adição do *buffer* de duração, onde a data final do projeto é composta do caminho principal de atividades, corrente crítica e limitações do projeto.

Após a identificação da corrente crítica presente no projeto realizou-se a preservação com o objetivo de evitar instabilidade no tempo de execução das atividades com a adição dos pulmões de projeto no final da corrente com uma margem de 50% do total retirada de cada tarefa conforme Figura 4.

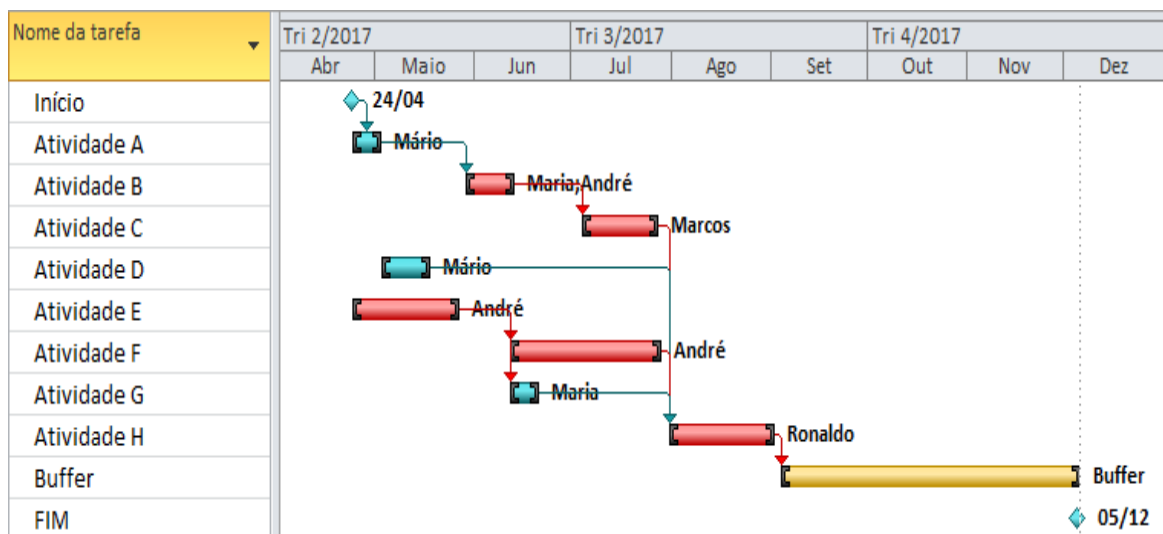
**Figura 4 – Aplicação do *buffer*.**



Fonte: Elaborado pelo autor

Realizada a identificação da corrente crítica, onde a mesma é definida como o maior caminho da rede, levando em consideração dependências de recursos e dependências entre tarefas, na Figura 5 é possível observar o planejamento final com a adição do *buffer* e a corrente crítica presente.

**Figura 5 – Identificação da corrente crítica e *buffer*.**



Fonte: Elaborado pelo autor

Com a implementação da corrente crítica no gerenciamento de projetos é possível obter uma diminuição de aproximadamente 25% da duração (*lead time*) das atividades no cronograma. Com a diminuição da duração das tarefas, é necessária atenção aos possíveis impactos no escopo, custo e prazo que devem manter sua qualidade mesmo com a redução de tempo nas atividades.

Através de monitoramento de aplicação dos fatos e resultados obtidos a partir dos resultados é possível criar uma ação de gerenciamento estratégico constante de melhoria.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no estudo de caso realizado analisou-se o ambiente de projeto por seis meses na fase de desenvolvimento do produto, possuindo conteúdo relatado com os resultados obtidos com a aplicação do método da corrente crítica no ambiente de projetos aeroespacial.

Os resultados foram satisfatórios e objetivos alcançados analisando um ambiente que possui um projeto de longa escala de tempo e complexibilidade sendo o mesmo desenvolvido em aproximadamente cinco anos, o que demanda uma gestão de projeto eficiente de recursos, tempo e prazo, assim foi possível adquirir conhecimentos técnicos de gestão em cada fase de um projeto e seus desafios.

Conforme abordado apesar do modelo de gestão ser relativamente novo é possível encontrar embasamento teórico referente ao tema e seus benefícios quando comparado com a gestão de projetos tradicional.

Para o estudo de caso a análise foi realizada na abordagem na área de projeto de um programa ainda em andamento que possui fase de desenvolvimento, detalhamento e atendimento a produção um ambiente extremamente desafiador com diversas fases e recursos de diversos níveis técnicos, sendo fundamental uma gestão eficiente para atender diversos objetivos e clientes. A análise realizada proporcionou observar os caminhos críticos, suas causas e com isso a implementação de melhoria no processo de gerenciamento.

O modelo de gestão de projetos com a implementação da corrente crítica foi analisado e comparado com o modelo de gestão convencional na fase presente do programa na área de projetos aeroespacial.

De acordo com os dados obtidos a partir da coleta permitiu-se analisar sua melhoria e ganhos para a área permitindo ao autor vivenciar os embasamentos literários aplicados na prática contribuindo para o desenvolvimento profissional relacionado ao tema.

## 6. CONCLUSÃO

Com base nas literaturas estudadas e análises de resultados obtidos no ambiente de projeto, verificou-se que o ambiente de projeto é extremamente desafiador e dinâmico, o método da corrente crítica está cada vez mais sendo incorporado no ambiente de projeto com resultados satisfatórios com melhorias no processo de gestão assim consecutivamente nos processos de execução.

O método proporciona ao ambiente de projeto um novo formato de gerenciamento, sendo possível melhorar sua performance, que poderia ser limitada em modelos tradicionais de gerenciamento, sempre baseado na teoria das restrições.

Com os estudos, conhecimentos e resultados obtidos no ambiente de projeto observou-se que é fundamental conhecer as incertezas encontradas durante um projeto como também a importância do gerenciamento de projetos onde o sucesso é baseado no triângulo de projeto: custo, escopo e tempo, garantindo sempre a qualidade, o método da corrente crítica exemplifica que é fundamental possuir uma estratégia satisfatória no gerenciamento dos projetos, sendo fundamental para obter o sucesso e metas estabelecidas.

A partir da análise de riscos efetuada e levantamento das ocorrências com a identificação dos pontos críticos durante o desenvolvimento das atividades de desenvolvimento do produto, foi possível criar um plano de ação para controle e mitigação dos riscos que afetam a área e seu cronograma para a entrega das atividades.

## REFERÊNCIAS

BARCAUI, André B.; QUELHAS, Osvaldo. **CORRENTE CRÍTICA: UMA ALTERNATIVA À GERÊNCIA DE PROJETOS TRADICIONAL**. 2004. Disponível em: <[ftp://est.ufmg.br/pub/lupercio/management/sem\\_0702.pdf](ftp://est.ufmg.br/pub/lupercio/management/sem_0702.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2018.

COHEN, Oded; FEDURKO, Jelena. **The Theory of Constraints (TOC)**. 2016. Disponível em: <<http://www.tocico.org>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

EMPRESA ALFA, Material de Treinamento Interno sobre Gerenciamento de Projeto, 2017.

GOLDRATT, A. Y. 1997. **Corrente crítica**. Trad. Thomas Corbett Neto. São Paulo: Ed. Nobel.

GOLDRATT, ELIYAHU M. **A Meta, um processo de melhoria contínua**. 2002. Edição 2

Guia PMBOK, PMI. **Um guia de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos – Quinta Edição**, 2013.

VALERIANO, Dalton L. **Gerenciamento estratégico e administração por projetos**. São Paulo: Makron Books, 2002.