

APLICAÇÃO DO MÉTODO DA CORRENTE CRÍTICA NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE UM LABORATÓRIO ACADÊMICO

Luciana Marques Strohaecker (UFRGS) - lucianastrohaecker@gmail.com

Ricardo Augusto Cassel (UFRGS) - cassel@producao.ufrgs.br

Resumo

O gerenciamento de projetos vem se consolidando cada vez mais no atual contexto competitivo de negócios, que demanda das organizações maior capacidade de resposta às mudanças do mercado, sendo necessárias novas abordagens para a resolução dos principais problemas enfrentados no gerenciamento de projetos. O método da corrente crítica (GOLDRATT, 1997) veio como uma alternativa ao gerenciamento tradicional de tempos de projetos, propondo uma nova forma de estimar os tempos de execução das tarefas, reduzindo atrasos e os tempos totais de execução dos projetos. Este trabalho propõe a aplicação do método da corrente crítica em um projeto de um laboratório acadêmico, a fim de comparar com a forma que hoje são gerenciados os projetos deste laboratório e validar a aplicabilidade e benefícios do método para este contexto. Inicialmente, apresentaram-se os principais conceitos do método da corrente crítica a colaboradores do laboratório, a fim de motivá-los no levantamento de informações para desenvolvimento deste estudo e para escolha de um projeto a ser analisado. Após, elaboraram-se os diagramas do projeto selecionado para a situação atual, como hoje é planejado no laboratório, e para a proposta, com aplicação do método da corrente crítica. Por fim, compararam-se, através de gráficos de Gantt, os cronogramas atual e proposto, a fim de validar a utilidade deste método na situação do laboratório em estudo. A aplicação do método da corrente crítica reduziu em quase 20% o tempo total de execução do projeto, se comparado ao cronograma atual. Esta significativa redução deu-se pela substituição das margens de segurança incorporadas hoje em cada tarefa por um único *buffer* ao final do projeto.

Palavras-chave: corrente crítica; gerenciamento de projetos; teoria das restrições.

Abstract

Project management has been being consolidated in the current competitive business environment, which demands from organizations greater ability to respond to market changes, making new approaches necessary to the resolution of the main problems faced in this area. The critical chain method (GOLDRATT, 1997) has come as a new alternative to the traditional project time management, proposing a new way to estimate tasks' execution times, reducing delays and projects' total execution times. This study proposes the application of the critical chain method in an academic laboratory's project, in order to compare it with the manner the projects in this laboratory are nowadays managed and to validate its applicability and its benefits in this context. Firstly, the method's main concepts have been presented to the laboratory contributors, so as to motivate them on collecting data to this study's development and to the choice of a project to undergo it. Secondly, two diagrams have been elaborated: one for the current situation and another one with the application of the critical chain method. Lastly, the two schedules have been compared through Gantt's charts, to validate the method in question's utility in the laboratory's situation. Comparing to the current schedule, the critical chain method has reduced by almost 20% the project's total execution time. This significant reduction was achieved by replacing the buffers incorporated in each task for a single buffer at the end of the project.

Key-words: critical chain method; project management; theory of constraints.

1. INTRODUÇÃO

Entre o fim da década de 1950 e o início da década de 1960, surgiu o conceito de gerenciamento de projetos, juntamente com os primeiros métodos de auxílio ao planejamento de projetos, como o *critical path method* (CPM) e o *programme evaluation and review technique* (PERT) (CODAS, 1987). Mais recentemente, o gerenciamento de projetos se consolidou como uma importante ferramenta de gestão dentro das mais diversas empresas, mas principalmente naquelas voltadas para projetos, por terem estes como seu principal negócio.

De acordo com Kerzner (2013), o gerenciamento de projetos consiste em planejar, organizar, direcionar e controlar os recursos necessários para atingir um objetivo com data de início e fim definidos. Já o guia PMBOK (2013), publicado pelo *Project Management Institute* (PMI), resume esta prática como a aplicação e a integração de cinco macroprocessos – iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento - com o objetivo de equilibrar as restrições conflitantes inerentes aos projetos, como escopo, qualidade, orçamento, prazo e riscos.

Entre as vantagens da utilização do gerenciamento de projetos nas empresas estão sua aplicabilidade nas mais diversas linhas de negócio e seus benefícios, como agilidade nas decisões, otimização da alocação de recursos e documentação de cronogramas, custos e informações, que são úteis para o planejamento de futuros projetos (VARGAS, 2016). Além disso, Lappe e Spang (2014) identificaram em seu estudo a existência de uma forte relação entre os investimentos empregados no desenvolvimento e treinamento em gerenciamento de projetos e os benefícios quantitativos e qualitativos percebidos nas empresas. Complementando os benefícios citados anteriormente, Lappe e Spang (2014) constataram também que esta prática permite o aumento da aderência aos cronogramas, da competitividade frente ao mercado e da satisfação de clientes e funcionários.

Rabechini *et al.* (2002) dividiram os fatores críticos para o sucesso no gerenciamento de projetos em duas dimensões: estratégica e tática. Segundo os referidos autores, a primeira dimensão tem como fatores mais impactantes a adequação à estrutura organizacional, o aprendizado com experiências anteriores e o planejamento da implementação, enquanto a segunda dimensão defende que os custos, o prazo, a adequação de recursos e as habilidades gerenciais são os fatores que mais influenciam o sucesso no gerenciamento de projetos. O guia PMBOK (2013) também destaca que a

cultura e a estrutura organizacional influenciam significativamente no gerenciamento de projetos, podendo facilitar ou dificultar sua aplicação.

Segundo Procca (2008), as organizações de pesquisa tecnológica e científica vinculadas ao governo federal canadense costumam ter características muito singulares em relação a sua estrutura e cultura organizacional: usualmente são multidisciplinares, lidam com grandes riscos e valorizam a autonomia e a flexibilidade, características que dificultam a implementação de uma cultura de gerenciamento de projetos. Em seu trabalho, Procca (2008) objetivou desenvolver um modelo de gerenciamento de projetos em uma organização de pesquisa canadense, mas teve dificuldades para preencher lacunas entre a cultura já consolidada na organização e alguns fatores considerados de sucesso para aplicação do gerenciamento de projetos.

O desenvolvimento deste trabalho justifica-se pela proposta de avaliar a aplicabilidade de um método de gerenciamento de projetos no contexto acadêmico, mais especificamente em um laboratório vinculado a uma universidade pública brasileira. Como o gerenciamento de projetos é um tema pouco abordado hoje no contexto de instituições de pesquisa acadêmicas, e por estas organizações apresentarem características bastante singulares, acredita-se que o estudo pode contribuir para aprofundar este tema neste contexto.

O objetivo do presente trabalho é identificar os principais problemas de um laboratório acadêmico relacionados ao gerenciamento de projetos e propor, a partir de uma revisão na literatura especializada, a utilização de uma metodologia focada na resolução destes problemas e que se adeque melhor às necessidades do laboratório. Partindo desta metodologia, este trabalho se propõe a avaliar a diferença nos resultados que seriam obtidos se o laboratório gerenciasse seus projetos com o auxílio da metodologia proposta por este trabalho, em relação à forma que são gerenciados atualmente.

Este trabalho está organizado em cinco seções. Após esta breve introdução, na segunda seção é apresentado um referencial teórico que destaca as principais práticas e métodos utilizados no gerenciamento de projetos, com um maior aprofundamento no caso específico de instituições de pesquisa ligadas à academia. A terceira seção aborda o método utilizado para a elaboração deste trabalho, e na quarta seção são apresentados os

resultados obtidos a partir desta metodologia. Por fim, a quinta seção discute os resultados e apresenta as conclusões do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Contexto histórico

As primeiras ferramentas e métodos de auxílio ao planejamento e gerenciamento de projetos e as primeiras conceituações dos termos projeto e gerência de projetos surgiram entre o final da década de 1950 e o início da década de 1960 (CODAS, 1987). Porém, é possível afirmar que as mais antigas civilizações já gerenciavam projetos de forma empírica, pois apesar de não utilizarem terminologias ou métodos, organizavam recursos e planejavam ações com um objetivo específico (CODAS, 1987; DO VALLE, 2015).

Do Valle (2015) destaca alguns exemplos da aplicação de técnicas de planejamento e gerenciamento de projetos utilizadas pelas antigas civilizações: a construção de pirâmides, embarcações, sistemas de esgoto e irrigação são apenas alguns dos muitos exemplos de empreendimentos desenvolvidos. Mais recentemente, no século XX, foram os grandes empreendimentos militares que demandaram uma maior organização em relação aos projetos e à elaboração de ferramentas que auxiliassem em seu planejamento e controle, como foi o caso do *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), desenvolvido pela marinha americana, em 1958 (CODAS, 1987; DO VALLE, 2015).

No contexto atual, a adoção do gerenciamento de projetos pelas empresas se justifica pelo ambiente de profundas mudanças em que se encontram: o processo de globalização, a competitividade do mercado e a crescente necessidade de inovar são apenas alguns dos fatores que motivam as empresas a buscarem uma gestão estruturada e eficiente de seus projetos (DO VALLE, 2015; JENG; HUANG, 2015, VANCIN, 2016). Além dos fatores já citados anteriormente, no caso específico de instituições públicas de pesquisa brasileiras existe uma forte dependência financeira a empresas privadas e agências de fomento que tornam essencial um gerenciamento de projetos capaz de alocar de forma eficiente os recursos financeiros (DE OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Já Platje *et al.* (1994) identificaram um desafio que as empresas enfrentam até hoje: gerenciar múltiplos projetos de forma eficiente, alocando recursos e custos de forma a atender diferentes interesses dos envolvidos nos projetos. Neste contexto,

Ballesteros-Pérez *et al.* (2012) propuseram uma ferramenta matemática para alocar recursos humanos a múltiplos projetos da forma mais eficiente possível e que ao mesmo tempo assegurasse a minimização de interações negativas entre os diferentes grupos de trabalho.

2.2. Impacto da estrutura e cultura organizacionais no gerenciamento de projetos

O guia PMBOK (2013) defende que a cultura e a estrutura organizacionais são fatores de uma instituição que estão fora do controle da equipe de projeto e que podem afetar a maturidade e a condução do gerenciamento de projetos. O guia apresenta seis tipos de estruturas organizacionais: funcional, matricial fraca, matricial balanceada, matricial forte, projetizada e composta.

Entre estas estruturas, a mais facilmente adotável é a funcional, por apresentar gerentes funcionais que lideram equipes e que são também responsáveis pela coordenação de projetos (Figura 1). Esta forma de organização apresenta pontos positivos, como a flexibilidade do uso de especialistas em diferentes projetos, e negativos, como a falta de um responsável por todo o projeto (MEREDITH; MANTEL JR., 2011).

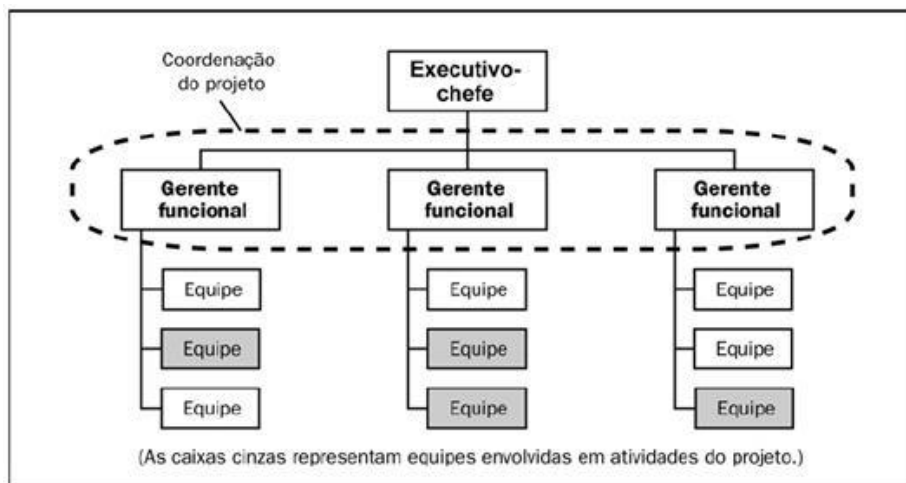


Figura 1 – Organização funcional. Fonte: PMBOK (2013).

Larson e Gray (2011) afirmam que uma opção de organização de projetos é simplesmente utilizar a hierarquia funcional já presente na empresa para gerenciá-los. Neste tipo de estrutura, um novo projeto deve ser dividido em partes, e sendo da responsabilidade de cada unidade funcional completar a parte de sua competência para o sucesso do projeto. Ainda nesta estrutura, é possível que uma área funcional tenha maior interesse ou responsabilidade sobre um determinado projeto, podendo o

gerente funcional desta unidade ser o responsável pelo gerenciamento do empreendimento (LARSON; GRAY, 2011).

As organizações governamentais de pesquisa e desenvolvimento têm sua maturidade em gerenciamento de projetos comprometida pelo desalinhamento entre as culturas de pesquisa e de gerenciamento de projetos (PROCCA, 2008). Porém, não é possível reorientar totalmente uma instituição de pesquisa para uma cultura de gerenciamento de projetos ou de negócios, pois existem aspectos de sua cultura que são imprescindíveis para o desenvolvimento de suas atividades de pesquisa e desenvolvimento (PROCCA, 2008).

Tendo em vista esta situação, Procca (2008) propôs um modelo de gerenciamento de projetos capaz de preencher as lacunas entre estas culturas conflitantes, analisando quatro fatores de sucesso em gerenciamento de projetos e desafios da cultura organizacional de pesquisa que deveriam estar alinhados a estes fatores. Os fatores de sucesso considerados pelo autor foram orientação para o desempenho, competência dos gerentes de projetos para com a linguagem comum de gerenciamento de projetos, organização em equipes colaborativas e orientação para o processo. Por outro lado, características culturais como a autonomia na execução de projetos e a orientação do pesquisador à sua profissão estavam desalinhadas com estes fatores.

2.3. Metodologias de gerenciamento de projetos

Para uma empresa atingir um maior nível de maturidade em gerenciamento de projetos, Kerzner (2013) recomenda a utilização de um processo repetitivo que pode ser utilizado para todo e qualquer projeto da organização, ou seja, através da adoção de um método. Porém, é importante ressaltar que sua aplicação depende das pessoas, sendo necessária a criação de uma cultura organizacional que dê suporte ao gerenciamento de projetos. No caso de instituições de pesquisa, os pesquisadores em posição de liderança são os principais norteadores desta cultura organizacional, por influenciarem fortemente os demais colaboradores (PROCCA, 2008).

Charvat (2003) afirma que existem muitas metodologias de gerenciamento de projetos utilizadas pelas empresas, mas que, na prática, além de selecionar uma metodologia apropriada, é necessário ajustá-la para servir às necessidades da organização e de seus projetos. O estudo de Chin *et al.* (2012) com 34 empresas de três diferentes setores da economia mostrou que as metodologias mais populares de gerenciamento de projetos são as dos guias PMBOK (2013) e *Projects in Controlled*

Environments, o PRINCE2 (2002), o primeiro publicado pelo PMI e o segundo pelo governo do Reino Unido.

A metodologia proposta pelo guia PMBOK (2013) organiza 47 processos necessários para gerenciar um projeto em cinco grupos: processos de iniciação, de planejamento, de execução, de monitoramento e controle e de encerramento. O guia então apresenta dez áreas de conhecimento que se relacionam com os grupos de processos, sendo estas o gerenciamento da integração, do escopo, do tempo, dos custos, da qualidade, dos recursos humanos, das comunicações, dos riscos, das aquisições e das partes interessadas.

A partir da estrutura proposta, o PMBOK (2013) sugere ferramentas e técnicas a serem utilizadas para cada um dos 47 processos existentes no modelo. Para o processo de desenvolvimento do cronograma, por exemplo, o guia sugere o uso de ferramentas como a análise da rede do cronograma, método do caminho crítico e método da corrente crítica e de técnicas como a de otimização de recursos e a de desenvolvimento de modelos.

A metodologia do PRINCE2 (2002), por sua vez, é estruturada em oito macroprocessos, sendo os principais o de planejamento e o de direcionamento do projeto, por darem suporte aos outros seis. Destes oito macroprocessos, desmembram-se 45 processos que o PRINCE2 (2002) apresenta como necessários para o gerenciamento de projetos, número muito próximo aos quarenta e sete processos citados pelo PMBOK. Wideman (2002) ao comparar as duas metodologias, afirma que, enquanto o PMBOK possui a melhor abordagem para explicar o conteúdo de cada área de conhecimento, o PRINCE2 (2002) se destaca por apresentar uma metodologia facilmente reproduzível.

Chin *et al.* (2012) compararam as metodologias utilizadas por oito organizações ligadas ao governo em três países diferentes, identificando a metodologia em que se basearam e os elementos utilizados. Cinco das oito instituições consultadas estruturaram sua metodologia com base no guia PMBOK, e os elementos do gerenciamento de projetos utilizados por todas elas foram os seguintes: fases, processos, *inputs*/atividades, ferramentas e técnicas, abordagem estruturada, facilidade de aplicação e flexibilidade.

Segundo Hendriks et al. (1999), instituições de pesquisa e desenvolvimento que possuem organização matricial caracterizam-se por executar múltiplos projetos em que estão alocados funcionários de diferentes áreas do conhecimento. Para tais

organizações, o principal desafio em termos de gerenciamento de projetos é a alocação eficiente de recursos, principalmente humanos, por serem estes os mais escassos e críticos para o desenvolvimento de um projeto.

2.4. Teoria das Restrições aplicada ao Gerenciamento de Projetos

A Teoria das Restrições (TR) ou, em inglês, *Theory of Constraints* (TOC) surgiu com o romance “A Meta” de Goldratt (1984), que apresentava princípios do gerenciamento de operações em uma indústria. Depois desta obra, Goldratt escreveu um segundo livro, em 1997, com foco no planejamento e gerenciamento de projetos através do método da corrente crítica. Este método, porém, era aplicável para o gerenciamento de um único projeto, não compreendendo o cenário de muitas empresas que precisam gerenciar, concomitantemente, múltiplos projetos.

Steyn (2002) define a Teoria das Restrições como uma abordagem para desenvolver técnicas específicas de gestão, que além das aplicações no gerenciamento de operações e de projetos, propostas por Goldratt, também possibilitou o desenvolvimento de muitas outras. Entre estas novas aplicações desenvolvidas por outros autores podem ser citadas o gerenciamento de múltiplos projetos concorrentes, o gerenciamento de riscos de projetos e o gerenciamento de custos de projetos (STEYN, 2002).

Rand (2000) afirma que a Teoria das Restrições é baseada em cinco etapas: identificar as restrições do sistema; decidir a forma que estas restrições serão exploradas; subordinar todos os outros componentes do sistema à decisão definida na etapa anterior; elevar o desempenho das restrições do sistema e, no caso de uma restrição ser quebrada em alguma das etapas anteriores, voltar à primeira etapa a fim de identificar as novas restrições. Para Goldratt (1984), restrições ou gargalos são aqueles recursos do sistema que restringem o objetivo final deste, por possuírem capacidade menor ou igual à sua demanda.

No contexto do gerenciamento de projetos, o método da corrente crítica consiste na aplicação das técnicas propostas pela Teoria das Restrições propondo a redução no tempo de execução dos projetos ao questionar a forma que são definidos os prazos de suas tarefas (BARCAUI; QUELHAS, 2004). Nos métodos mais tradicionais, como PERT e CPM, são agregadas margens de segurança ao final de cada uma das atividades do projeto, enquanto o método da corrente crítica propõe a adição de uma única margem de segurança no fim do projeto, a fim de não superdimensionar os tempos de execução das atividades (RAND, 2000).

Goldratt (1997) apresentou três conceitos ao desenvolver o método da corrente crítica, de forma a justificar porque os métodos tradicionais de gerenciamento de tempos de projetos não eram eficientes: estimativas superdimensionadas, síndrome do estudante e a Lei de Parkinson. O primeiro conceito assume que no momento de estimar-se o tempo de execução de uma determinada tarefa é considerado o maior tempo possível, e não o que provavelmente levaria para concluí-la, o que aumenta consideravelmente o tempo total planejado para o projeto.

O conceito da síndrome do estudante está estreitamente ligado ao anterior, pois, mesmo superestimando o tempo total de uma tarefa, é comum que as pessoas deixem a execução para o último momento possível, o que aumenta a probabilidade de atrasar o projeto ao surgir qualquer problema inesperado. O terceiro conceito, a Lei de Parkinson, afirma que uma atividade se expande para preencher o tempo total planejado, ou seja, o esforço para execução desta tarefa adequa-se para cumpri-la exatamente no tempo disponível, sendo muito raro uma atividade ser concluída antes do tempo previsto.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Descrição do cenário

O presente estudo foi realizado em um laboratório acadêmico vinculado ao Departamento de Metalurgia da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O laboratório em estudo desenvolve projetos em diversas áreas da engenharia, como a petroquímica, a ferroviária, a automotiva, a de implementos agrícolas e a de implementos rodoviários.

O laboratório em questão possui uma equipe qualificada com cerca de 200 pessoas, composta por professores, engenheiros, técnicos e alunos de doutorado, mestrado e iniciação científica, que estão organizados em sete grupos de trabalho, focados em diferentes áreas da engenharia. O diferencial do laboratório é a possibilidade de envolver seus diferentes grupos de trabalho para desenvolvimento de projetos complexos e customizados para o cliente, além de ter seu sistema de qualidade acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

Por se tratar de um laboratório voltado para projetos de engenharia, e por estes compartilharem recursos muitas vezes escassos, é de suma importância que o gerenciamento destes projetos seja feito de uma forma estruturada e eficiente. Porém,

não existe hoje um modelo de gerenciamento de projetos padronizado para a gestão dos projetos do laboratório, fazendo com que os projetos sejam geridos de forma diferente por cada gerente de projetos. Desta forma, não apenas a gestão dos recursos gargalo, ou seja, restritivos, dos projetos é prejudicada, mas também a previsão de tempo de entrega do projeto ao cliente.

3.2 Classificação do método de pesquisa

O presente trabalho pode ser classificado como uma pesquisa de natureza aplicada, por se tratar de um estudo sistemático motivado pela busca de soluções para problemas concretos e que almeja contribuir para fins práticos, no caso, o gerenciamento de múltiplos projetos em um laboratório acadêmico (CASTRO, 1978). Do ponto de vista da abordagem, este estudo é de caráter puramente qualitativo, por ser desenvolvido com base em informações qualitativas da bibliografia especializada e do próprio laboratório como estudo de caso.

Em relação ao objetivo do trabalho, é possível classificá-lo como exploratório, pois através do levantamento bibliográfico e de entrevistas semi-estruturadas com colaboradores do laboratório, o estudo objetiva explicitar o problema de pesquisa e descrevê-lo no contexto do laboratório, para enfim compará-lo ao estado da arte (GIL, 2002). Já os procedimentos metodológicos do presente estudo se encaixam na definição de estudo de caso, por este explorar situações reais que não possuem limites claramente definidos e por descrever a situação em estudo e seu contexto (GIL, 2002).

3.3. Estruturação do método do trabalho

O método de pesquisa para o desenvolvimento deste estudo de caso foi estruturado em seis etapas:

- (i) Identificação e entendimento inicial de problemas e singularidades do laboratório, através de conversa informal com colaboradores da organização. Seleção, a partir dos problemas identificados nesta conversa inicial, de um tema para desenvolvimento do trabalho: o gerenciamento de projetos;
- (ii) Levantamento bibliográfico em livros e artigos das melhores práticas em gerenciamento de projetos, focando em estudos da área de pesquisa e desenvolvimento e da gestão de tempos de projetos. A partir desta etapa, foi escolhido o método da corrente crítica proposto

por Goldratt (1997) para avaliar se este seria útil para resolver os problemas de gerenciamento de projetos no laboratório;

- (iii) Seleção de um projeto capaz de representar a estrutura da maioria dos projetos desenvolvidos pelo laboratório e que reflita os principais atrasos na execução de tarefas e entregas de projetos;
- (iv) Elaboração de um cronograma que ilustre como o laboratório planeja hoje o projeto selecionado no item anterior, detalhando os tempos que são considerados para planejamento de suas tarefas e as dependências entre elas;
- (v) Elaboração de um cronograma para o projeto analisado no item anterior através da aplicação dos conceitos do método da corrente crítica;
- (vi) Análise comparativa dos cronogramas dos itens *iv* e *v*, a fim de identificar se o método da corrente crítica seria útil para a resolução dos problemas do laboratório relacionados ao gerenciamento de tempos de projetos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Identificação do problema

O presente trabalho iniciou-se com a escolha de uma organização que aceitasse divulgar suas informações gerenciais e tivesse abertura para desenvolvimento de trabalhos acadêmicos, sendo escolhido, então, o laboratório universitário já citado anteriormente. Uma primeira visita ao laboratório foi realizada para fins de definição do problema a ser abordado neste estudo, através de uma conversa informal com colaboradores com bom entendimento das limitações e competências da organização: um mestrando e um membro da direção do laboratório. Desta forma, foi possível avaliar a o ponto de vista de um colaborador mais jovem e com visão mais crítica da situação do laboratório e de um membro da diretoria, com entendimento profundo da organização.

Nesta conversa inicial, foram identificados diversos problemas gerenciais do laboratório que oportunizariam trabalhos acadêmicos na área da Engenharia de Produção, como gestão de estoques, gestão de pessoas, mudanças em layout e gestão de projetos. A partir desta análise inicial, o gerenciamento de projetos foi escolhido como tema foco do trabalho, principalmente pelo fato de a receita do laboratório

provir majoritariamente dos grandes projetos desenvolvidos para seus clientes e por não existir, ainda, um controle unificado de todos estes projetos.

Os problemas citados nesta primeira reunião relacionados ao gerenciamento de projetos foram os atrasos recorrentes, as dificuldades de estimar a duração, a data de entrega e o custo total dos projetos do laboratório, e também a falta de uma gestão integrada dos diversos projetos desenvolvidos concomitantemente. Logo após a escolha do tema deste estudo, foi selecionada uma subárea do gerenciamento de projetos para aprofundamento do trabalho: o gerenciamento do tempo do projeto, com o objetivo de solucionar os principais problemas identificados: de estimativa de duração e de atraso dos projetos.

4.2 Pesquisa das melhores práticas em gerenciamento de projetos na bibliografia

Após a definição do tema do estudo, realizou-se uma busca das melhores práticas em gerenciamento de projetos na literatura e em periódicos e revistas, a fim de contemplar tanto as técnicas mais consolidadas e tradicionais quanto os trabalhos mais recentes e inovadores. Dentre as ferramentas e métodos analisados, selecionou-se o método da corrente crítica, por se encaixar às particularidades e necessidades do laboratório e por propor uma abordagem diferente na elaboração do cronograma de planejamento do projeto, que possivelmente impactaria o tempo total dos projetos e reduziria o número de entregas atrasadas.

4.3 Seleção de um projeto para aplicação do método da corrente crítica

Em uma segunda visita ao laboratório, empreendeu-se uma reunião com três colaboradores da organização para exposição dos principais conceitos do método selecionado e da relação da cultura e estrutura organizacionais com o gerenciamento de projetos, para fins de alinhamento das expectativas relacionadas a este estudo de caso e de motivação da equipe no levantamento de informações para desenvolvimento do trabalho. Além disso, esta conversa também foi decisiva para a definição do escopo deste trabalho, que tinha como objetivo focar nos principais fatores de atrasos dos projetos desenvolvidos pelo laboratório.

Inicialmente, debateu-se a relação da cultura e estrutura organizacionais com o gerenciamento de projetos, identificando-se características estruturais e culturais do laboratório que possivelmente impactam a maturidade do gerenciamento de projetos da organização. Os colaboradores confirmaram que os projetos são gerenciados de acordo com a estrutura funcional apresentada pelo PMBOK (2013), uma vez que os

coordenadores dos grupos do laboratório são também responsáveis pelo gerenciamento dos projetos. Por um lado, é vantajoso utilizar a estrutura organizacional já existente nas áreas funcionais pela praticidade e por permitir agregar conhecimentos técnicos das diferentes áreas para os projetos. Porém, ela apresenta algumas desvantagens, como a falta de um único gerente responsável por projetos que envolvam mais de um grupo funcional e, no caso do laboratório, a formação essencialmente técnica destes gerentes, que se torna um obstáculo para a implantação de ferramentas e metodologias de gerenciamento de projetos.

Em relação à cultura organizacional, identificaram-se características culturais da organização que impactam diretamente a maturidade do gerenciamento de projetos no laboratório, como a resistência à mudança e à adoção de novas ferramentas de gestão e a autonomia dos grupos de trabalho e de seus gerentes, que hoje têm liberdade para criar seus próprios procedimentos para gerenciamento de projetos, o que impossibilita uma gestão integrada e a adoção de uma única metodologia. Portanto, no caso da implantação de uma mudança na forma de trabalho vigente na organização, seria necessário um alto incentivo da direção do laboratório, a fim de garantir a adoção de novos procedimentos e uma maior adesão de toda a equipe.

Os conceitos relacionados ao método da corrente crítica apresentados para a equipe foram os defendidos por Goldratt (1997): estimativas superdimensionadas, síndrome do estudante e a Lei de Parkinson, já abordados anteriormente. Após a apresentação destes conceitos para melhor entendimento do método, os colaboradores afirmaram que estas práticas também faziam parte do gerenciamento de seus projetos, e que a aplicação do método poderia ser útil para a resolução dos problemas de gerenciamento de tempos de seus projetos. Com esta afirmação, outras práticas culturais do laboratório puderam ser identificadas: o gerenciamento de projetos através de estimativas superdimensionadas e o prolongamento do tempo total dos projetos, a fim de garantir uma margem de segurança para conclusão destes.

Segundo os colaboradores consultados, os problemas abordados estavam principalmente concentrados nos projetos de ensaios, onde o cliente envia uma peça como amostra para o laboratório submetê-la a ensaios que a avaliam aplicando diferentes forças, trações, temperaturas e pressões. Como os projetos já possuem um tempo total de ensaio acordado com o cliente pelo contrato, os atrasos que realmente

impactam a entrega final dos projetos estão nas etapas de planejamento e montagem da bancada de ensaios.

A partir desta informação, o escopo deste trabalho foi então definido: comparar e analisar criticamente a diferença entre o cronograma de projeto e montagem das bancadas que é utilizado nos projetos do laboratório atualmente e o cronograma desenvolvido com base no método da corrente crítica, a fim de identificar se o método poderia trazer vantagens de redução da duração e de atrasos na entrega dos projetos.

4.4 Elaboração do diagrama de gerenciamento do projeto de montagem da bancada de ensaios de acordo com o planejado hoje pelo laboratório

Para elaboração de um cronograma capaz de ilustrar como hoje são planejados os projetos de montagem de bancadas de ensaio do laboratório, foram consultados três colaboradores que já trabalharam com este tipo de projeto para detalhamento das tarefas e dos tempos para sua execução. Através das informações coletadas nesta etapa, elaborou-se uma tabela (Tabela 1) que lista as tarefas que compõem o projeto, as interdependências entre elas, estimativas otimistas e pessimistas dos tempos de execução. As estimativas otimistas referem-se ao tempo de execução mais provável para conclusão da tarefa, e as estimativas pessimistas são os maiores tempos de execução, mas que ocorrem raramente.

Segundo os colaboradores consultados, atualmente, quando um novo projeto é assinado com um cliente, os tempos considerados no planejamento do projeto de montagem da bancada de ensaios são os da estimativa pessimista, a fim de conferir uma margem de segurança para a execução das tarefas do projeto. Esta estimativa pessimista reflete o que já havia sido apresentado ao grupo anteriormente: quando os tempos de execução das tarefas são superdimensionados, além de prolongar o cronograma do projeto, ele fica mais suscetível a atrasos por efeito da Lei de Parkinson e da Síndrome do Estudante, conceitos que justificam o uso do método da corrente crítica de Goldratt (1997).

	Tarefa	Tempo otimista (dias)	Tempo pessimista (dias)	Dependência	Descrição da Tarefa
Tarefa A	Receber informações sobre amostra	5	10	x	Recebimento das informações sobre a amostra do cliente
Tarefa B	Projetar dispositivos de interface	30	45	Tarefa A	Definição dos dispositivos de interface necessários para ensaio
Tarefa C	Projetar bancada	30	45	Tarefa A	Definição de equipamentos e instrumentos necessários para ensaio
Tarefa D	Comprar e fabricar dispositivos	45	75	Tarefa B	Compra e fabricação dos dispositivos de interface, como flanges, fusos e acoplamentos
Tarefa E	Reserva dos equipamentos disponíveis no Laboratório	3	5	Tarefa C	Consultar disponibilidade e reservar equipamentos que serão usados no ensaio e já disponíveis no estoque
Tarefa F	Reserva dos instrumentos disponíveis no Laboratório	3	5	Tarefa C	Consultar disponibilidade e reservar dispositivos que serão usados no ensaio e já disponíveis no estoque
Tarefa G	Comprar equipamentos indisponíveis	35	45	Tarefa C	Licitação e aquisição de equipamentos necessários ao ensaio e indisponíveis no estoque do laboratório
Tarefa H	Comprar instrumentos indisponíveis	25	35	Tarefa C	Licitação e aquisição de instrumentos necessários ao ensaio e indisponíveis no estoque do laboratório
Tarefa I	Transporte dos equipamentos adquiridos	30	60	Tarefa G	Tempo entre compra e recebimento dos equipamentos
Tarefa J	Transporte dos instrumentos adquiridos	30	60	Tarefa H	Tempo entre compra e recebimento dos instrumentos
Tarefa K	Montagem dos módulos e do atuador hidráulico na bancada	10	15	Tarefa E	Montagem dos módulos (quadros de teste) e do atuador hidráulico na bancada de ensaio
Tarefa L	Montagem dos instrumentos hidráulicos da bancada	3	5	Tarefa F Tarefa I Tarefa J Tarefa K	Instalação de equipamentos hidráulicos na bancada (servo válvula, manifold, bomba)
Tarefa M	Transporte e recebimento da amostra	30	50	x	Tempo entre assinatura do contrato do projeto e recebimento da amostra a ser submetida a ensaio
Tarefa N	Montagem da amostra na bancada	5	8	Tarefa L Tarefa M	Montagem da amostra do cliente na bancada de ensaios
Tarefa O	Montagem da instrumentação para aquisição de dados	3	5	Tarefa D Tarefa N	Montagem dos instrumentos de aquisição de dados (sensores)
Tarefa P	Verificar funcionamento do sistema de aquisição de dados	1	3	Tarefa O	Testes para verificar funcionamento correto do sistema de aquisição de dados
Tarefa Q	Verificar integridade da amostra e dos dispositivos de interface	1	4	Tarefa P	Testes pré-ensaio para verificar integridade da amostra (eventuais defeitos de fabricação) e dos dispositivos de interface

Tabela 1 – Descrição das tarefas para projetos de montagem de bancadas de ensaio. Fonte: Elaborado pelos autores

A partir das informações coletadas, elaborou-se um diagrama (Figura 2) que ilustra as interdependências entre as tarefas do projeto de montagem de bancadas de ensaios de acordo com os tempos de execução considerados hoje pelo laboratório no

planejamento de novos projetos. Neste diagrama, os círculos com letras referem-se às tarefas e os números, acima destas, correspondem aos tempos pessimistas de execução de cada tarefa, conforme descritos na Tabela 1. As setas do diagrama, por sua vez, indicam as dependências entre as tarefas, e as tarefas que compõem o caminho crítico (CPM) – aquele que possui o maior tempo na soma de todas as tarefas sequenciadas – estão destacadas em preto. Como é possível observar na Figura 2, a soma dos tempos de execução de cada tarefa do caminho crítico que totaliza 185 dias.

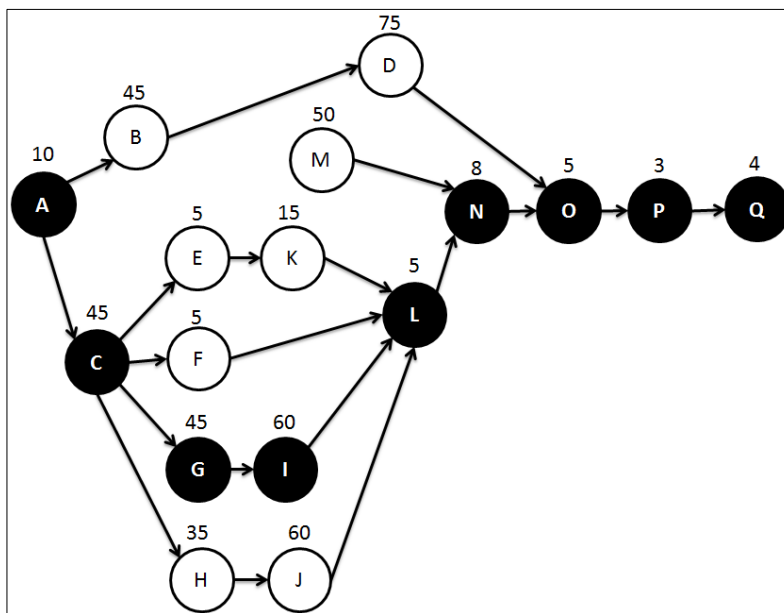


Figura 2 – Diagrama de interdependência das tarefas do projeto de montagem de bancadas de ensaios com estimativas de tempo pessimistas. Fonte: Elaborado pelos autores

4.5 Elaboração do diagrama de gerenciamento do projeto de montagem de bancada de ensaios de acordo com o método da corrente crítica

A fim de avaliar a aplicabilidade do método da corrente crítica para solucionar os problemas de gerenciamento de tempos de projetos no laboratório em estudo, elaborou-se um diagrama (Figura 3), como o do item anterior, aplicando-se os conceitos do método da corrente crítica de Goldratt (1997) no projeto de montagem de bancada de ensaios. A proposta da corrente crítica é utilizar as estimativas mais prováveis para os tempos de execução das tarefas do projeto, a fim de evitar o superdimensionamento das estimativas de tempo para cada tarefa e, conseqüentemente, a ocorrência da síndrome do estudante e da Lei de Parkinson.

Desta forma, diferentemente do diagrama anterior, foram consideradas as estimativas otimistas de tempo de execução das tarefas e foram adicionados *buffers*

como margem de segurança para eventuais atrasos nos tempos estimados: dois de alimentação (Buffers 1 e 2) e um de projeto, ao final da corrente crítica. A aplicação do método da corrente crítica consiste justamente em retirar as margens de segurança que comumente são adicionadas ao tempo de cada atividade do projeto, adicionando um único *buffer* ao final da corrente crítica e *buffers* de alimentação aos caminhos não críticos. Neste caso, adicionou-se um *buffer* de projeto com 36 dias de segurança, valor calculado através da soma da diferença entre a estimativa de tempo pessimista e tempo otimista de cada tarefa que compõem a corrente crítica, destacadas em preto no diagrama.

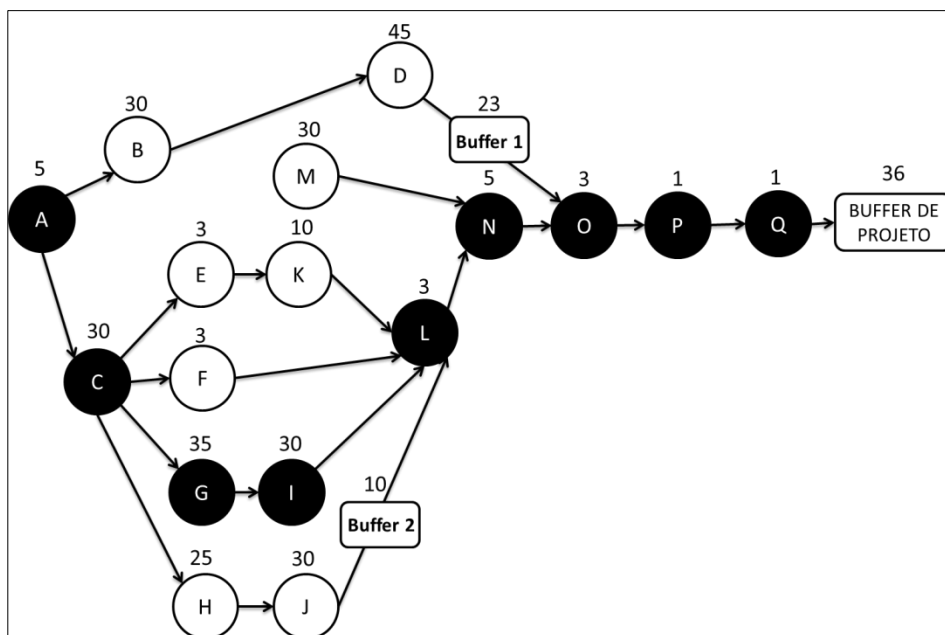


Figura 3 – Diagrama de interdependência das tarefas do projeto de montagem de bancadas de ensaios elaborado de acordo com o método da corrente crítica. Fonte: Elaborado pelos autores

Porém, como também são possíveis atrasos nas outras tarefas que não compõem a corrente crítica, avaliou-se a necessidade de inclusão de *buffers* de alimentação em outros pontos do diagrama que alimentam a corrente crítica. O *Buffer 1* foi adicionado entre as tarefas D e O para que eventuais atrasos nestas tarefas não impactem a corrente crítica. Para este primeiro *buffer* de alimentação o tempo considerado corresponde à metade da soma das diferenças entre as estimativas pessimista e otimista das tarefas B e D, ou seja, 23 dias. O *Buffer 2*, por sua vez, equivale ao tempo total que as tarefas H e J podem atrasar sem impactar a execução das tarefas da corrente crítica. Para os outros caminhos não-críticos não foram adicionados buffers de alimentação, pois mesmo com o cenário mais pessimista de tempos de execução destas tarefas, a corrente crítica não seria impactada.

4.6 Análise comparativa dos dois cronogramas do projeto de montagem da bancada de ensaios: atual e proposto

Após a elaboração dos dois diagramas – atual e proposto - que ilustram as dependências entre as tarefas do projeto de montagem de bancada de ensaios e os tempos para execução destas tarefas, elaborou-se um cronograma único (Figura 4) para comparação e análise da duração total do projeto nestas duas situações. Para tal comparação, o cronograma foi elaborado no formato do gráfico de Gantt, que ilustra de modo claro os tempos de execução e as dependências entre as tarefas do projeto. Da mesma forma que elaborou-se os diagramas dos itens anteriores, neste cronograma considerou-se os tempos pessimistas na situação atual e os tempos otimistas na proposta com aplicação do método da corrente crítica, utilizando *buffers* para gerenciar as incertezas dos tempos de execução das atividades.

Como é possível visualizar na Figura 4, no cronograma proposto, mesmo se todo o *buffer* de projeto ao final da corrente crítica fosse consumido, o tempo total para execução do projeto ainda seria menor se comparado com o cronograma atual. A duração total do cronograma atual é de 185 dias, enquanto o cronograma elaborado de acordo com o método da corrente crítica apresenta uma duração total de 149 dias, considerando um consumo integral do *buffer* de projeto. Esta redução de quase 20% do tempo do cronograma se deve à abordagem de gerenciamento dos tempos do projeto pelo método da corrente crítica: o *buffer* único ao final da maior sequência de tarefas equivale à metade da soma de todas as margens de segurança das tarefas do caminho crítico.

Desta forma, é possível afirmar-se que, no caso em estudo, a aplicação do método da corrente crítica impactaria de forma positiva na redução do tempo de execução do projeto em questão. Além disso, o uso deste método seria positivo no processo de negociação com os clientes, por apresentar um prazo mais curto para conclusão dos projetos, e oportunizaria uma mudança na forma de trabalho no laboratório, reduzindo a probabilidade de ocorrência de fenômenos como a Lei de Parkinson e a síndrome do estudante, que causam ineficiência e desperdícios.

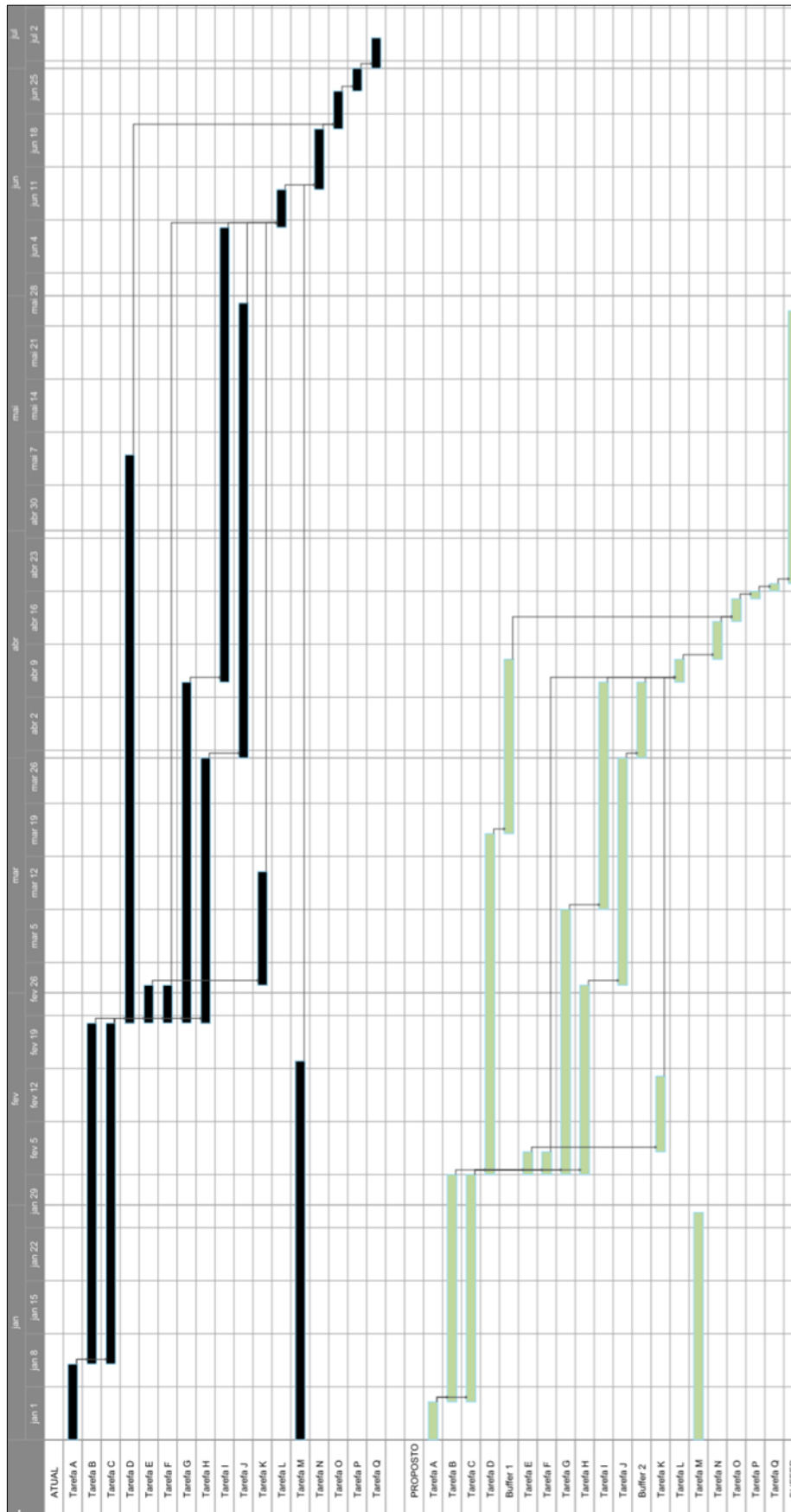


Figura 4 – Comparativo entre os cronogramas atual e proposto (método da corrente crítica)

Fonte: Elaborado pelos autores

Porém, para uma efetiva aplicação do método, seria necessária uma mudança nas práticas hoje vigentes no laboratório, com o objetivo de garantir que os tempos de execução das tarefas fossem estimados de forma apropriada, e não superdimensionados como são hoje, que o gerenciamento de projetos fosse padronizado para todos os grupos da organização e que os gestores e a equipe do laboratório fossem capacitados a gerenciar os tempos do projeto através de *buffers*. Porém, para uma drástica mudança como essa ser efetiva, é extremamente importante o apoio da alta direção da organização, para que a cultura organizacional seja reorientada a um maior foco gerencial e garanta um pleno compromisso e adesão da equipe para a implantação do método da corrente crítica e para as mudanças decorrentes do uso dele.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo objetivou a aplicação do método da corrente crítica em um projeto crítico de um laboratório acadêmico, para então avaliar se a utilização deste método traria vantagens gerenciais à organização, se comparado à forma que esta atualmente gerencia e planeja seus projetos. A principal motivação deste trabalho foi propor o uso de um método da literatura capaz de solucionar alguns problemas do laboratório vinculados ao gerenciamento de tempos de seus projetos, visto que hoje atrasos nos projetos são recorrentes e o laboratório tem dificuldade de estimar o tempo total destes.

A elaboração dos diagramas de interdependências entre as tarefas do projeto permitiram uma primeira análise visual das diferenças entre os dois cronogramas, atual e proposto. O diagrama que ilustrava a forma vigente de gerenciamento de projetos no laboratório utilizava estimativas maiores para os tempos de execução das tarefas, a fim de garantir uma margem de segurança em cada atividade, enquanto o proposto, seguindo os requisitos do método da corrente crítica, compreendia apenas um *buffer* de projeto e dois *buffers* de alimentação, a fim de gerenciar eventuais variações nos tempos de execução das tarefas.

Posteriormente, com a aplicação do método da corrente crítica no projeto selecionado, foi possível comparar os dois cronogramas, o atual e o proposto, a fim de avaliar-se a aplicabilidade do método no contexto do laboratório e dimensionar as vantagens de sua utilização. Com uma redução de cerca de 20% do tempo total de execução do projeto, o método da corrente crítica mostrou-se bastante positivo para auxiliar o laboratório a solucionar os problemas enfrentados hoje: estimar tempos

totais de projetos e minimizar atrasos nas entregas. Por fim, é possível afirmar-se que a aplicação deste método é executável no contexto do laboratório, sem necessidade de aquisição de novos recursos para implantação e oportunizando um aumento na eficiência para a execução das tarefas dos projetos do laboratório. Por outro lado, a implantação deste método demandaria uma profunda mudança cultural na organização, que hoje se caracteriza pela resistência à mudança e pela liberdade dos diferentes grupos de trabalho no gerenciamento de seus projetos, sendo necessário um apoio da alta direção para um efetivo engajamento da equipe para a implantação do método.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a aplicação e acompanhamento do método da corrente crítica em um novo projeto do laboratório, desde seu planejamento até sua entrega, a fim de verificar se a forma de cálculo dos *buffers* condiz com a aplicação real e se a equipe conseguirá gerenciar o projeto com esta nova abordagem. Além disso, sugere-se avançar a aplicação deste método para gerenciamento de múltiplos projetos que disputam recursos no laboratório, a fim de validar a aplicabilidade do método em todos os grupos do laboratório.

6. REFERÊNCIAS

ATKINSON, Roger. Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. **International Journal of Project Management**, v. 17, n. 6, p. 337-342, 1999.

BALLESTEROS-PÉREZ, P.; GONZÁLEZ-CRUZ, M. C.; FERNÁNDEZ-DIEGO, M. Human resource allocation management in multiple projects using sociometric techniques. **International Journal of Project Management**, v. 30, n. 8, p. 901-913, 2012.

BARCAUI, A. QUELHAS, O. Corrente Crítica: uma Alternativa à Gerência de Projetos Tradicional. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia de Produção**, n. 2, p. 1-21, 2004.

CASTRO, Cláudio de Moura. **A prática da pesquisa**. São Paulo: McGraw-Hill, 1978.

CHARVAT, Jason. **Project management methodologies: selecting, implementing, and supporting methodologies and processes for projects**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2003.

CHIN, C. M. M.; SPOWAGE, A. C.; YAP, E. H. Project Management Methodologies: a comparative analysis participation. **Journal for the Advancement of Performance Information & Value**, v. 4, n. 1, 2012.

CODAS, Manuel M. Benitez. Development of project management in Brazil - a historical overview. **International Journal of Project Management**, v. 5, n. 3, p. 144-148, 1987.

DE OLIVEIRA, L. H. DEL'ARCO JUNIOR, A. P.; BRANDÃO NETO, N. Gestão sistêmica de projetos em uma instituição pública de pesquisa e desenvolvimento. **Journal of Aerospace Technology and Management**, v. 2, n. 1, p. 83-104, 2010.

DO VALLE, André Bittencourt. **Fundamentos do gerenciamento de projetos**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2015.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLDRATT, Eliyahu M. **Critical chain: a business novel**. Great Barrington, MA: North River Press, 1997.

GOLDRATT, Eliyahu M. **The Goal**. Great Barrington, MA: North River Press, 1984.

HENDRIKS, M. H. A.; VOETEN, B.; KROEP, L. Human resource allocation in a multi-project R&D environment: resource capacity allocation and project portfolio planning in practice. **International Journal of Project Management**, v. 17, n. 3, p. 181-188, 1999.

JENG, Don Jyh-Fu; HUANG, Kuo-Hsin. Strategic project portfolio selection for national research institutes. **Journal of Business Research**, v. 68, n. 11, p. 2305-2311, 2015.

KERZNER, Harold R. **Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.

LAPPE, Marc; SPANG, Konrad. Investments in project management are profitable: a case study-based analysis of the relationship between the costs and benefits of project management. **International Journal of Project Management**, v. 32, n. 4, p. 603-612, 2014.

LARSON, Erik W.; GRAY, Clifford F. **Project management: the managerial process**. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2011.

MEREDITH, Jack R.; MANTEL JR, Samuel J. **Project management: a managerial approach**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

PLATJE, Adri; SEIDEL, Harald; WADMAN, Sipke. Project and portfolio planning cycle: project-based management for the multiproject challenge. **International Journal of Project Management**, v. 12, n. 2, p. 100-106, 1994.

PMBOK, GUIDE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. Newtown Square: Project Management Institute, 2013.

PRINCE2. **A comparison of PRINCE2 against PMBOK**, 2002. Disponível em: <https://www.prince2.com/usa/downloads>. Acessado em: 16/abr/2017.

PROCCA, Andrew E. Development of a project management model for a government research and development organization. **Project Management Journal**, v. 39, n. 4, p. 33-57, 2008.

RABECHINI JR, Roque; CARVALHO, Marly M.; LAURINDO, Fernando José B. Fatores críticos para implementação de gerenciamento por projetos: o caso de uma organização de pesquisa. **Revista Produção**, v. 12, n. 2, p. 28-41, 2002.

RAND, Graham K. Critical chain: the theory of constraints applied to project management. **International Journal of Project Management**, v. 18, n. 3, p. 173-177, 2000.

SHENHAR, A. J.; DVIR, D.; LEVY, O.; MALTZ, A. C. Project success: a multidimensional strategic concept. **Long range planning**, v. 34, n. 6, p. 699-725, 2001.

STEYN, Herman. Project management applications of the theory of constraints beyond critical chain scheduling. **International Journal of Project Management**, v. 20, n. 1, p. 75-80, 2002.

TRUC, N. T. N.; GOTO, H., TAKAHASHI, H.; YOSHIDA, S.; TAKEI, Y. Critical chain project management based on a max-plus linear representation for determining time buffers in multiple projects. **Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing**, v. 6, n. 5, p. 715-727, 2012.

VANCIN, Flávia. **Gestão de Projetos Tecnológicos**. Rio de Janeiro: SESES, 2016.

VARGAS, Ricardo V. **Gerenciamento de Projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**. Rio de Janeiro: Brasport, 2016.

WANG, W.; WANG, X; GE, X. YA, L., DENG, L. Multi-objective optimization model for multi-project scheduling on critical chain. **Advances in Engineering Software**, v. 68, p. 33-39, 2014.

WANG, W.; WANG, X; GE, X. LIN, Y., CHEN, Y; GAO, J. Research of multi-attribute trade off optimization on critical chain multi-project scheduling. **Journal of Theoretical & Applied Information Technology**, v. 48, n. 2, 2013.

WIDEMAN, R. Max. **Comparing PRINCE2® with PMBoK®**. Vancouver: APM Group Ltd, 2002.

YANG, Shanlin; FU, Lei. Critical chain and evidence reasoning applied to multi-project resource schedule in automobile R&D process. **International Journal of Project Management**, v. 32, n. 1, p. 166-177, 2014.