

1 Introdução

1.1. Motivação do estudo

Os fenômenos de progressiva desintegração vertical das organizações industriais e da customização dos produtos/serviços têm favorecido o crescimento do número de empresas terceirizadas (*outsourced*) que trabalham em desenvolvimento e implementação de projetos. É nesse tipo de empresas que, como explicam Bernardi & Walter (1998), os projetos chegam a atingir tal grau de particularização que são chamados de “sob medida” (*one-of-a-kind*). Essas empresas se enfrentam a um mercado globalizado que exige que cada projeto seja técnica e economicamente competitivo, mantendo uma flexibilidade que lhe permita responder de forma imediata às contínuas mudanças dos requisitos do cliente.

Dentro desse panorama, Cohen *et al.* (2004) e Chen (2006) observam que as empresas orientadas à elaboração de projetos necessitam gerir um conjunto de projetos que se desenvolvem simultaneamente num ambiente de recursos limitados. O fato de os vários projetos compartilharem os diversos recursos da empresa especializada constitui uma das vantagens básicas do processo de terceirização ao permitir melhor utilização desses recursos e, conseqüentemente, substanciais economias de escala. Por outro lado, a competição dos diversos projetos pelos recursos comuns e limitados cria complexas interações entre eles. Além disso, tais empresas devem atender um fluxo elevado de projetos que devem ser entregues dentro dos prazos estabelecidos. Tais aspectos se acrescentam aos mais gerais de atingir níveis de qualidade e custos compatíveis com as prioridades estratégicas estabelecidas e para poder sobreviver às exigências financeiras inerentes à execução de cada projeto.

Pela particularidade de cada projeto (e do cliente) é difícil determinar critérios de avaliação sustentáveis na gerência de projetos simultâneos. Teoricamente se estabelece que o sucesso dos projetos está sujeito à satisfação dos

objetivos técnicos dentro do orçamento e prazo estabelecidos. Quer dizer; a avaliação do desempenho dos projetos é expressa em medidas de tempo, escopo definido, havendo uma forte interação entre essas dimensões (LEACH, 2005).

Essas dimensões são representadas na Figura 1.1, onde as três unidades de medida fazem parte de um triângulo equilátero no qual o aumento de algum dos lados ocasiona necessariamente mudanças que os outros lados sejam adequados a fim de manter a geometria original. Similarmente o aumento da duração do projeto pode acarretar um aumento do custo e das oportunidades de estender a definição do escopo, tudo em função da necessidade do uso dos recursos disponíveis.

O adequado equilíbrio entre os aspectos de desempenho dos projetos é muito dependente da conjuntura empresarial, das possibilidades abertas e de muitas outras circunstâncias. Além disso, esses *trade-offs* geralmente são muito dinâmicos e dificilmente se mantêm sem mudanças significativas do planejamento à entrega do projeto. É assim que, pela necessidade de definir claramente seu objeto de estudo, a teoria limita a avaliação da eficiência dos planos do projeto e a programação de suas atividades a poucos aspectos. Concentrando-se, geralmente, no tempo total de execução, na pontualidade das entregas, ou no custo.

Mesmo que essa abstração simplificada raramente corresponda ao que se deseja na prática, ela proporciona uma referência para definir a eficiência dos projetos com base no nível de discrepâncias existentes entre o programa planejado e a execução dos projetos. Níveis elevados de discrepância frequentemente significam perda da racionalidade global do plano e originam deficiências no desempenho na execução do projeto, pelo menos no que concernem aos critérios “tempo” e “custo”.

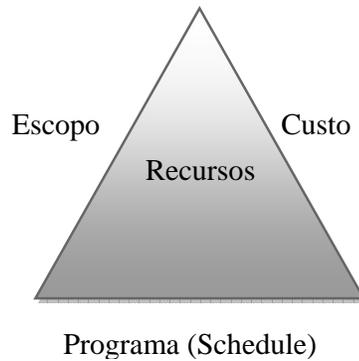


Figura 1.1: Condições de sucesso dos projetos

Fonte: Leach (2005)

Num sistema de produção cujo produto é o desenvolvimento e implementação de projetos, frequentemente, não estão disponíveis de forma oportuna as informações necessárias para determinar a duração de cada atividade a programar. Tais condições exacerbam a presença de variações na etapa de execução e acompanhamento dos projetos, assim como incertezas não consideradas no cálculo do risco do projeto durante a modelagem do programa, fazem que este seja altamente instável durante a execução. O gerenciamento do risco fica ainda mais complexo quando se trata de um conjunto de projetos em desenvolvimento paralelo, onde as atividades têm que concorrer pela atenção dos mesmos recursos limitados. É assim que a complexidade da gestão de projetos é definida pela necessidade de lidar com altos níveis de incerteza e de priorizar a programação de atividades e recursos (STEYN, 2002). Conseguir administrar essa complexidade atendendo os objetivos da empresa e dos distintos projetos simultâneos, evitando-se sobre-custos, atrasos ou trabalhos deficientes é uma tarefa diária da gerência de projetos. Além desses efeitos indesejados, Leach (2005) menciona outros que fazem parte da problemática da gestão de projetos. Entre eles estão: as disputas entre projetos pelos recursos compartilhados, cancelamento de projetos ainda incompletos, grandes fluxos de caixa negativos por retornos de investimento unicamente ao término simultâneo de vários projetos e o permanente estado de estresse no ambiente de trabalho. Infelizmente, as técnicas mais difundidas no mercado de gestão de projetos (PERT/CPM) não conseguem evitar satisfatoriamente a presença desses efeitos deletérios, motivo

pelo qual, muitas vezes, são utilizadas unicamente para fins de comercialização e não como instrumento de programação e controle.

Diversos autores ressaltam que as deficiências dos métodos clássicos de PERT/CPM se tornam ainda mais críticas no contexto de múltiplos projetos simultâneos.

Alguns desses pontos fracos dizem respeito aos aspectos psicológicos e sociais quase sempre presentes em todas as empresas. Entre os mais conhecidos está a tendência de nunca terminar uma atividade antes da data devida, ainda que isso seja perfeitamente possível. Outro é o hábito de retardar o início de uma tarefa até que tenha decorrido o tempo de segurança adicionado à duração mais provável, degradando, assim, a confiabilidade desejada.

Outra deficiência importante, comumente apontada, é o fato de as técnicas de PERT/CPM focarem nas restrições de precedência, tratando as restrições de recurso apenas de forma acessória. Essa restrição de recursos cria dependências entre tarefas sem relação de precedência que podem ser dominantes e, assim, invalidar a essência da programação das atividades. Mais ainda, se diversos projetos compartilham recursos, então, o que ocorre em um projeto pode, através da indisponibilidade de um recurso, ter um grande impacto em outros projetos. Isso pode ter consequências desastrosas porque introduz incertezas externas em cada projeto, e leva a freqüentes remanejamentos de recursos entre projetos. De fato, a tendência é deslocar recursos de projetos com bom andamento para remediar problemas de projetos em situação crítica, azedando o bom relacionamento entre gerentes de projetos.

A metodologia da “Cadeia Crítica e Gestão de Buffers” (*Critical Chain and Buffer Management - CC/BM*) foi proposta por Goldratt em 1997 com base na sua proposta de gestão de gargalos de produção conhecida como Teoria das Restrições (*Theory of Constraints - TOC*). Essa metodologia apresenta alguns elementos adicionais aos geralmente considerados nas técnicas tradicionais de programação de atividades em redes.

Primeiro, ela tem objetivos mais amplos. Ao invés de considerar apenas as questões de custo e de atendimento a prazos (ou minimização do *makespan*), ela procura, também, tratar o problema de estabilidade da programação e fornecer novos elementos para controle gerencial. Isso, é feito através de “*buffers* de tempo” que podem ser vistos como colchões de tempo, que, ao serem agregados

no planejamento do projeto, funcionam como amortecedores que absorvem a diferença existente entre as durações planejadas e executadas das atividades, evitando que a data de entrega prometida seja afetada pelas variações do projeto. Além disso, ela considera explicitamente e de forma orgânica, as restrições de recursos, particularmente, do “recurso gargalo” (conforme definido na TOC) e não apenas as de precedência. Para isso, define “cadeia crítica” (*critical chain*) como sendo o caminho mais longo (em tempo).

Os *buffers* de tempo diferenciam-se das folgas normalmente presentes em PERT/CPM, pois não são consequência natural das relações de precedência e das durações das atividades. Eles são propositalmente inseridos com o objetivo de evitar que atrasos em caminhos não críticos venham a atrasar atividades da cadeia crítica e, assim, atrasar a data de término de projetos. Um tipo especial de *buffer* de tempo é o “*buffer* de projeto”, colocado ao final da última atividade da cadeia crítica. Esse *buffer* simplesmente atrasa a data de término prevista para o projeto, de forma que o atraso é visto como um fato da realidade.

Além da sua função “isoladora” para evitar que incertezas tornem o programa instável durante sua execução, os *buffers* também têm a função de facilitar o acompanhamento da execução e alertar o gerente para atrasos que estão se tornando críticos. Isso é feito examinando, a cada instante, quais os *buffers* que já foram consideravelmente “consumidos”, ou “penetrados” por atrasos nas atividades. Essa penetração de atividade num *buffer* indica quão grave é o atraso em cada ponto crítico do projeto; por exemplo, uma atividade de um caminho não-crítico ameaçando se tornar parte da cadeia crítica, ou seja, se tornar um elemento de atraso da data de término do projeto.

Poderia se argumentar que a abordagem, tradicionalmente utilizada em PERT/CPM, de estimar a duração de cada atividade já com uma margem de segurança para atraso, tem o mesmo efeito isolador. Se, por um lado isso é verdade, por outro tal prática protege cada atividade, não importando se pertence, ou não, à cadeia crítica.

Os aspectos da metodologia relevantes para este estudo são detalhados ao longo deste texto.

1.2. Objetivo da pesquisa

É objetivo de esta pesquisa estudar a aplicação da metodologia da cadeia crítica e gestão de *buffers* de tempo (*Critical Chain and Buffer Management - CC/BM*) na gestão do conjunto de múltiplos projetos simultâneos.

Especificamente, o interesse do estudo é analisar e entender os efeitos que a determinação dos *buffers* de capacidade e dos critérios de priorização de atividades têm na aplicação e no desempenho da metodologia CC/BM em múltiplos projetos. Para melhor entendimento dos objetivos alguns esclarecimentos são necessários.

1.2.1. As abordagens de aplicação da metodologia:

Além das restrições de precedência, a gestão de múltiplos projetos simultâneos lida constantemente com as diferentes interdependências geradas através das restrições criadas pelo compartilhamento de recursos entre os projetos individuais e pelas prioridades no seqüenciamento das atividades em tais recursos. Frente a essa situação, a metodologia *CC/BM* estabelece um novo conceito de programação que através da inclusão de elementos de mitigação de risco facilite a consecução dos objetivos do sistema e dos próprios projetos. O objetivo de cada projeto é geralmente determinado pelo cumprimento da data de entrega prometida e os objetivos da empresa são ligados à melhor utilização dos recursos, ao fluxo contínuo de projetos no sistema e à minimização de projetos atrasados. Contudo, existe uma nebulosidade na definição dos processos e detalhes de implementação que originam uma brecha entre os conceitos teóricos e sua correta aplicação, abrindo-se espaço à geração de mais de uma alternativa de aplicação prática.

Newbold (1998) definiu os programas “**todos juntos**”, “**projetos sucessivos**” e “**recurso estratégico ou gargalo**” como abordagens de tipos de programação para a aplicação da metodologia CC/BM na gestão de múltiplos projetos. Cada uma dessas abordagens ao definir diferentes critérios de programação, faz uso de um ou mais elementos da metodologia, influenciando seu desempenho em relação aos objetivos de cada projeto e da empresa.

O programa de “todos juntos” inclui as atividades de todos os projetos num único projeto criado artificialmente. Esse programa utiliza uma única cadeia crítica e um único sistema de *buffers* de proteção, que não diferenciam explicitamente os projetos individuais. Os programas de “projetos sucessivos” e de “recurso estratégico ou gargalo” utilizam um programa especial que inclui todos os projetos, corretamente estruturados com suas respectivas cadeias críticas e *buffers* de tempo. O programa de “projetos sucessivos” nivela a carga de trabalho através de todos os recursos do sistema, enquanto o programa do “recurso estratégico” nivela a carga somente através do recurso gargalo, permitindo a existência de sobrecargas no sistema.

Nesse contexto, a pesquisa se concentra em identificar: Quais são as principais diferenças entre as abordagens utilizadas na implementação prática da metodologia CC/BM em múltiplos projetos? E, Que efeito gera sua aplicação, sobre os objetivos dos projetos e do sistema?

1.2.2.

Os critérios de priorização de projetos:

A gestão de múltiplos projetos num sistema produtivo é efetuada por meio de um programa global ou “*master*” que integra a gerência dos diferentes projetos individuais que o formam. Nesse programa se costuma utilizar um critério que pretende priorizar os projetos segundo a relevância que eles possuem para a consecução dos objetivos da empresa. Como a programação das atividades é subordinada ao cumprimento das prioridades estabelecidas, a priorização dos projetos é traduzida na instituição de critérios de decisão que facilitem a programação inicial básica do máster. Contudo, na etapa da execução, dependendo das circunstâncias enfrentadas, o efeito dessas decisões pode ser prejudicial para os objetivos de cada projeto.

Ao atribuir a cada projeto uma prioridade fixa como regra de decisão estrita, provoca-se a concentração da atenção nos poucos projetos prioritários, muitas vezes, sacrificando injustificadamente o desempenho dos demais. Por outro lado, a metodologia tem a finalidade de manter a estabilidade dos programas; ou seja, de torná-los robustos e imunes às incertezas e variações que naturalmente surgem durante a execução. Certamente, ao manter fixas as prioridades definidas “a

priori” haverá menos discrepâncias entre a seqüência de atividades executadas e as planejadas, mantendo o sistema estável, mesmo quando estiver fora do prazo. Autores como Cohen *et al.* (2004) assumem, num experimento comparativo entre diferentes metodologias de programação, que o critério próprio da CC/BM, na escolha das atividades a executar, é baseado em priorizações dinâmicas. Esse tipo de priorização classifica as atividades em base à característica crítica das atividades e no nível de consumo dos *buffers*.

Nesse contexto, a pesquisa se concentra em responder se realmente vale a pena executar as atividades com base nas prioridades estáticas ou se a definição de prioridades dinâmicas poderia atingir melhores resultados tanto para o sistema como para cada projeto.

1.2.3.

O comportamento dos principais *buffers* de tempo

A incerteza e variabilidade são características inerentes na determinação das durações das atividades programadas em cada projeto. A metodologia CC/BM estabelece os *buffers* ou pulmões de tempo como dispositivos que evitam que a presença de distúrbios na execução dos projetos afete o cumprimento dos objetivos individuais dos projetos e globais do sistema. Dois principais tipos de *buffers* são essenciais para definir a segurança adicionada a cada projeto, o *buffer* do projeto – *BP* e o *buffer* de capacidade – *BC*. O primeiro tem a finalidade de proteger a data de término do projeto de todos os possíveis distúrbios que possam ocorrer na suas próprias atividades, ou como consequência de distúrbios em outros projetos. O segundo tipo de *buffer* tem a finalidade de proteger o projeto individual dos distúrbios que possam ocorrer em outros projetos direta ou indiretamente interdependentes; isto é, através dos compartilhamentos de recursos entre os projetos.

O *BC*, ao ser baseado no recurso gargalo do sistema, é dimensionado como uma porcentagem da sua carga de trabalho, entendendo-se como recurso gargalo o recurso que determina a capacidade produtiva do sistema de produção. A inserção de ambos os *buffers* implica o retardo da data de término do projeto, razão pela qual seus dimensionamentos precisam ser cuidadosamente avaliados, assegurando

o cumprimento das funções de segurança e controle dos projetos, sem comprometer a competitividade da empresa no que diz respeito a prazos.

As técnicas utilizadas para dimensionar o BP baseiam-se numa série de pressupostos estatísticos (incluindo a independência estatística entre atrasos nas atividades) que, mesmo sendo uma aproximação simplificada do problema real, permitem a obtenção de *buffers* funcionais que normalmente, na prática, produzem resultados aceitáveis (NEWBOLD, 1998; LEACH, 2005). Já o dimensionamento dos BC é determinado empiricamente, sendo que uma interpretação errada das interdependências entre projetos ocasionaria seu superdimensionamento e conseqüentemente datas prometidas de término de projetos excessivamente tardias.

Nesse contexto, a pesquisa se concentra em esclarecer: Qual é a interação prática que existe entre os BP e o BC? Quais são os efeitos que diferentes tamanhos de BC têm sobre a estabilidade do sistema e sobre a duração total ou *makespan* dos projetos? Que efeitos ocasionam a generalização do critério de dimensionamento do BC como uma mesma porcentagem da carga de trabalho do gargalo para todos os projetos?

1.3. Delimitação do estudo

Conforme discutido acima, a implementação da metodologia CC/BM na gestão de múltiplos projetos apresenta diversos aspectos ainda pouco esclarecidos. Examinar, mesmo superficialmente, todos esses aspectos seria tarefa impossível numa pesquisa como esta e, por isso foi necessário reduzir o escopo do estudo. Para tal fim, limitou-se a análise ao estudo do comportamento de três elementos chave na aplicação da CC/BM, a saber: a abordagem (“**todos juntos**”, “**projetos sucessivos**” e “**recurso estratégico ou gargalo**”), os *buffers* de capacidade (BC) e os critérios de priorização (como atribuir prioridades às tarefas que competem para execução num mesmo recurso). A análise buscará identificar os efeitos que cada um desses elementos tem na consecução dos objetivos globais do sistema e dos objetivos individuais de cada projeto. Outros elementos da metodologia (como os *buffers* tambor, os *buffers* de alimentação e os critérios para dimensionamento deles) não foram abordados na pesquisa.

A existência limitada de *software* para implementação da metodologia CC/BM adequados para pesquisa e a dificuldade na obtenção de licenças especiais para pesquisas, fez com que o estudo se limitasse à utilização de uma única ferramenta de software, o Prochain & Pipeline (Prochain user's guide). Entretanto, a ferramenta utilizada tem boa aceitação por profissionais e é largamente referenciada na literatura, facilitando a comunicação com outros pesquisadores interessados.

A pesquisa limitou-se à avaliação de problemas desenvolvidos a partir de um único exemplo teórico adaptado de um conhecido estudo de Pritsker B. *et al.* (1969.). Isso com a premissa de obter problemas relevantes e concisos que permitam o fácil reconhecimento e análises dos comportamentos básicos da metodologia e dos seus elementos estudados. A utilização de problemas de maior complexidade de dimensão real não permitiria atingir os objetivos de análise e entendimento da pesquisa, obliterando os resultados de interesse. Não obstante, uma vez realizada esta pesquisa seria interessante sua continuação na aplicação em problemas reais, a fim de verificar a freqüência e a gravidade de ocorrências dos fenômenos aqui estudados.

1.4. Relevância do estudo

Atualmente, as empresas definem que a verdadeira gestão de projetos é, necessariamente, aquela que considera a existência simultânea de múltiplos projetos. Outro tipo de abordagem para o planejamento e controle de projeto é dificilmente aplicável no mundo real. Frente a essa situação, a literatura tem experimentado diferentes abordagens de gestão, entretanto, geralmente baseadas nas metodologias clássicas. (PERT/CPM) e muito pouco no que toca a abordagem da CC/BM. Outros poucos estudos teóricos têm se encontrado sobre o comportamento da CC/BM em múltiplos projetos. Em ambos os casos faltam pesquisas que se orientem à aplicabilidade das teorias estudadas.

É verdade que não existem soluções de gestão e programação que sejam eficientes para todas as empresas, ainda mais, é muito improvável que a mesma solução tenha os mesmos resultados em projetos distintos. Contudo, é necessário o estabelecimento de pautas teóricas e práticas que permitam entender o

comportamento dos elementos da metodologia CC/BM e reconhecer os possíveis efeitos que as diferentes decisões de aplicação possam causar no sistema. É assim que esta pesquisa se faz relevante para estabelecer um ponto de partida no estreitamento da brecha entre a teoria e prática da gestão de múltiplos projetos, além disso, aporta novos aspectos para o entendimento dos principais elementos da metodologia pouco explorados na literatura.

1.5. Organização do texto

Este trabalho é estruturado em seis capítulos, sendo que o primeiro é a introdução recém apresentada. No segundo capítulo é realizada uma revisão bibliográfica relativa às metodologias de gestão de projetos tanto em projetos individuais como em múltiplos projetos. A finalidade desse capítulo é enquadrar a motivação e a problemática que deram origem a esta pesquisa dentro do estado da arte. No Capítulo três se apresentam os conceitos da metodologia da cadeia crítica (CC/BM) aplicada em projetos individuais e múltiplos projetos. O objetivo do capítulo é estabelecer a base teórica que permita o acompanhamento da pesquisa.

Nos Capítulos quatro e cinco se apresenta a análise central da pesquisa; o capítulo quatro se concentra no estudo das abordagens de aplicação da metodologia CC/BM e o Capítulo cinco aborda o estudo dos *buffer* de capacidade – BC e dos critérios utilizados na priorização de atividades a executar. Nesse último capítulo se apresenta tanto os elementos e definições que estruturam o experimento de simulação, como a análise dos resultados obtidos. No Capítulo seis são apresentadas as conclusões obtidas e algumas sugestões para futuras pesquisas