

ELABORAÇÃO E MONITORAMENTO DE CRONOGRAMA EM PROJETO COM RESTRIÇÃO DE PRAZO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO E PESQUISA

José da Assunção Moutinho*
Kahan Monteiro de Carvalho**
Cláudia Terezinha Kniess***

Resumo

O prazo de execução vem se caracterizando como uma significativa restrição em vários projetos. Considerado isso, um ingrediente fundamental para a sua conclusão, respeitando-se os limites restritivos do tempo, passa pela escolha do método mais adequado ao desenvolvimento do seu cronograma. No contexto de um laboratório de pesquisa de P&D em uma universidade pública, este relato técnico valeu-se da estratégia de *pesquisa-ação* para analisar o problema apresentado. A conclusão aponta para o Método da Corrente Crítica como mais adequado ao desenvolvimento de cronograma no caso específico, dadas as particularidades do ambiente e do projeto, no entanto, não descarta a necessidade de mais investigações em projetos desta natureza.

* Doutorando em Administração pela Universidade Nove de Julho; Gerente de projetos na Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Professor universitário no Centro Universitário Carioca; Av. Paulo de Frontin, 568, Rio Comprido, Rio de Janeiro, 20261-243; moutinho_pmp@yahoo.com.br

** Mestranda em Administração – Gestão de Projetos pela Universidade Nove de Julho; Gerente Estratégica de Projetos no Escritório de Gerenciamento de Projetos da Universidade Federal de Juiz de Fora; kahan.monteiro@gmail.com

*** Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Santa Catarina; Professora Titular do Mestrado Profissional em Administração, Gestão de Projetos da Universidade Nove de Julho; Avenida Francisco Matarazzo, 612, 1º andar, Prédio C, Água Branca, São Paulo, SP; kniesscl@yahoo.com.br

Palavras-chave: Cronograma de projetos. Método da Corrente Crítica. Método do Caminho Crítico. Restrição de prazo.

1 INTRODUÇÃO

Entre as medidas de sucesso de um projeto, Shenhar e Dvir (2010, p. 39) indicam que, com o aumento da concorrência e os ciclos de vida dos produtos mais curtos, o tempo passa a ser um componente competitivo crítico que não deve ser ignorado. Segundo Barcaui e Quelhas (2004), o fator limitante na habilidade de se tirar vantagem do produto de um projeto é o reconhecimento da existência de uma enorme quantidade de trabalho para a sua realização, envolvendo as tarefas para esta realização, as pessoas envolvidas, bem como o tempo relativo a cada uma. Assim, quanto maior o tempo do projeto, mais os benefícios trazidos, quando de sua conclusão, ficarão postergados.

Maximiano (2002) destaca a relação existente entre o valor de um projeto e as incertezas associadas ao seu prazo de entrega, indicando que o cerne do gerenciamento de projetos está na gestão das incertezas, bem como dos riscos envolvido no projeto. Considerando-se tais incertezas, os prazos estimados para cada uma das atividades que compõem um projeto são certamente maiores que o valor médio esperado.

Em busca do refinamento no desenvolvimento dos cronogramas destes projetos e também do auxílio no cumprimento destes prazos, alguns métodos foram criados. Entre os mais usuais, podem ser citados: O *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), o *Critical Path Method* (CPM) ou Método do Caminho Crítico e o *Critical Chain Method* (CCM) ou Método da Corrente Crítica.

O objeto de estudo do presente relato está relacionado a projetos desenvolvidos em um laboratório de pesquisa de uma universidade pública localizada no estado do Rio de Janeiro. O estudo tem como objetivo comparar os Métodos do Caminho Crítico e da Corrente Crítica aplicados no desenvolvimento do cronograma do projeto intitulado *Capacitação de Profissionais Envolvidos na Detecção do Câncer de Mama por Intermédio da Mamografia*, no contexto de restrição de tempo.

Diante desse quadro, o presente relato pretende responder à seguinte questão de pesquisa: “Qual o método mais adequado para a elaboração do cronograma do projeto intitulado *Capacitação de Profissionais Envolvidos na Detecção do Câncer de Mama por Intermédio da Mamografia* considerando sua restrição de tempo?” Essa adequação de cronograma se refere não somente à elaboração de um cronograma reduzido, mas também gerencialmente viável com execução mais próxima possível da estimada.

Por meio do resultado, será apresentada uma solução para um problema comumente enfrentado pelas organizações que desejam otimizar a duração dos projetos e aproximar ao máximo o tempo estimado do tempo realizado. Os métodos analisados procuraram responder ao problema de pesquisa com o diferencial de ilustrar sua aplicabilidade, podendo então ser adaptados para diferentes projetos que passam pelo mesmo tipo de restrição ou que desejarem visualizar diferentes cenários para a gestão do tempo do projeto.

2 REVISÃO TEÓRICA

Depois da área da integração, a gestão do tempo é a área que mais interage com os processos das outras áreas do conhecimento exploradas pelo Guia PMBOK (CARVALHO; RABECHINI

JUNIOR, 2011). O estudo realizado pelo *Standish Group Report* (1995), analisando a eficiência do gerenciamento de projetos de *software* nos Estados Unidos, aponta que projetos estouram em média 222% em relação à estimativa originalmente estabelecida e que apenas 28% são entregues no prazo e de acordo com o orçamento.

O desenvolvimento do método *Program Evaluation and Review Technique (PERT)*, em 1958, durante a Guerra Fria entre os Estados Unidos e a União Soviética e, na mesma década, em 1957, do método *Critical Path Method (CPM)*, originou o método PERT/CPM (BARCAUI; QUELHAS, 2004). A principal diferença entre os dois métodos é que o PERT fundamenta a duração das atividades de forma probabilística e o CPM de forma determinística. Assim, o PERT/CPM tem como característica central integrar e correlacionar as atividades de planejamento, coordenação e controle no processo de gestão de um projeto.

2.1 MÉTODO PERT/ CPM

O método PERT é utilizado em primeira instância para determinar a duração de cada atividade e, assim, possibilitar a definição do caminho crítico. Ele utiliza um sistema estocástico de estimativa de duração das atividades (CARVALHO; RABECHINI JUNIOR, 2011). Tal técnica considera três durações:

- a) d_m - A duração da atividade, dados os prováveis recursos a serem designados, a sua produtividade, expectativas realistas de disponibilidade para executar a atividade, dependências de outros participantes e interrupções;
- b) d_o - A duração da atividade se baseia na análise do melhor cenário para a atividade;

- c) d_p - A duração da atividade se baseia na análise do pior cenário para a atividade.

A duração esperada (d_E) para cada atividade é então expressa pela média ponderada das três durações, como mostrada na Equação (1):

$$d_E = (d_o + 4d_m + d_p) / 6 \quad (1)$$

A partir da definição da duração de cada atividade, o Método do Caminho Crítico atua como uma técnica de análise de rede do cronograma. Calcula o tempo de folga ou flexibilidade do cronograma, para cada um dos caminhos da rede utilizando as datas de *início e término mais cedo* e de *início e término mais tarde* para todas as atividades. O caminho crítico do projeto se define como o percurso completo mais longo. Toda a atividade com folga zero é considerada uma tarefa do caminho crítico. É importante ressaltar que este caminho crítico pode mudar sob algumas circunstâncias. Quando as atividades com tempo de folga utilizam todo esse tempo, podem se tornar tarefas do caminho crítico (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2008, p. 154-155).

2.2 MÉTODO DA CORRENTE CRÍTICA

Derivado da Teoria das Restrições, que preconiza a otimização dos processos, a minimização dos custos e o aumento da produtividade nas organizações, o Método da Corrente Crítica foi desenvolvido por Goldratt (1997). O objetivo dessa abordagem é reduzir a duração total dos projetos, facilitando o gerenciamento e a priorização das suas atividades. Segundo o autor, existe uma tendência

natural das pessoas de passarem estimativas de tempo extremamente superestimadas em razão de possíveis futuras cobranças e também da manutenção da estabilidade de seu próprio nível de conforto. O autor destaca como principais causas de atrasos em projetos:

- a) Síndrome do estudante: os recursos humanos alocados no projeto ficam à espera de que a tarefa se torne urgente para ser realizada;
- b) Lei de Parkinson: mesmo que uma atividade seja completada antes do tempo inicialmente estipulado, é utilizado o restante do tempo para “terminar de completá-la”;
- c) Desperdício das folgas: mesmo que uma tarefa antecessora termine antes do prazo planejado, a tarefa sucessora somente começará no seu início mais cedo, desperdiçando a folga da atividade antecessora;
- d) Multitarefa: em ambiente multitarefa, os recursos humanos alocados enfatizam as tarefas pelas quais são mais cobrados em detrimento das outras.

Ainda de acordo com Goldratt (1997), o Método da Corrente Crítica sugere que sejam seguidos três passos:

- a) Criar a rede: a redução é definida até o ponto de o recurso responsável pela atividade acreditar ser uma estimativa agressiva, porém não impossível de ser realizada. Assim, consideram-se as estimativas otimistas das tarefas, excluídas de qualquer margem de segurança em cada uma delas. O método usa também a data mais tarde de início para todos os caminhos do projeto sob a alegação da

- redução dos impactos de mudanças em trabalhos já realizados, além de postergar o desembolso financeiro ao máximo e a perda de foco no início simultâneo de vários caminhos;
- b) Identificar a corrente crítica: toda contenção de recursos é retirada se reduzindo significativamente a multitarefa, com o objetivo de possibilitar a identificação da corrente crítica. Considerando as dependências entre atividades, a corrente crítica é definida como o maior caminho por meio da rede;
 - c) Proteger a corrente crítica: com o intuito de minimizar os riscos associados ao tempo de duração do projeto, inserir ao final da corrente crítica o chamado *Project Buffer* (PB), passando a ser incorporado à data final do projeto. Outros *buffers*, denominados *feeding buffers* (FB), devem ser inseridos em caminhos que se unem à corrente crítica para garantir que não se tornem críticos também.

A interdependência de recursos tem sido discutida por Wiest (1967) e, sucessivamente, por Nahmias (1989), Morton e Pentico (1993) e Raz e Marshall (1996). Disso porque os *softwares* de referência consideram essa restrição nas suas funcionalidades básicas. Outros autores, como Schonberger (1981), Gutierrez e Kouvelis (1991), aboliram os marcos (*milestones*) como resposta à Lei de Parkison. A duração de tarefas, a intensidade de recursos alocados, bem como a importância de se evitar a multitarefa foram abordadas por Portougal (1972).

O conceito de *buffer* de projeto foi amplamente discutido em diversas oportunidades por autores como Ronen e Trietsch (1988) e Proth e Xie (1993). De acordo com Goldratt (1997), os *buffers* são calculados com 50% do total da segurança removida no caminho em questão.

3 ORGANIZAÇÃO METODOLÓGICA

Como estratégia de pesquisa foi utilizada a *pesquisa-ação*, a qual segundo Thiollent (1997), é um tipo de pesquisa social com base empírica concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Martins e Theóphilo (2009) corroboram a definição afirmando que *pesquisa-ação* tem sido definida com um tipo de investigação participante, tendo como característica peculiar o propósito de ação planejada sobre os problemas detectados. Vergara (2007) constrói o conceito de *pesquisa-ação* como tipo particular de pesquisa participante e aplicada supondo intervenção participativa na realidade social, sendo, portanto, intervencionista.

Embora não se tenha uma forma totalmente predefinida, Martins e Theóphilo (2009) preconizam a existência de quatro grandes fases na condução de um projeto de *pesquisa-ação*. No presente relato técnico as fases foram assim abordadas:

- a) Fase exploratória: o problema foi identificado e o projeto analisado apresenta uma intensa restrição de tempo ao seu desenvolvimento;
- b) Fase da pesquisa aprofundada: a questão central de pesquisa foi definida servindo para nortear a definição do referencial teórico que versa sobre métodos de elaboração de cronogramas. As simulações de execução foram realizadas tanto para o método do caminho crítico quanto para o método da corrente crítica. As vantagens e desvantagens foram identificadas, concluindo-se ser

- o método da corrente crítica o mais adequado para o problema apresentado;
- c) Fase de ação: os resultados apontaram para a adoção do método da corrente crítica como o mais adequado para o problema apresentado, possibilitando a geração das conclusões do relato técnico e a difusão dos resultados;
 - d) Fase de avaliação: as limitações apontadas pelo estudo indicam a necessidade de mais investigações em organizações e projetos diferentes para se validarem os resultados.

4 RELATO

4.1 A ORGANIZAÇÃO

O laboratório, unidade de análise do relato, foi inaugurado em 1993 dentro da estrutura de uma universidade pública criada na década de 1950 com a missão de ser referência no ensino, na pesquisa científica, na capacitação e atualização profissional na área de Física Médica. Atendendo às recomendações dos órgãos internacionais que regulamentam a utilização das radiações ionizantes na área de saúde, o Laboratório de pesquisa delineou no seu objetivo, como eixo principal, centrar-se na promoção e no desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico, visando garantir o uso eficaz e seguro das radiações ionizantes pelos profissionais da área de radiologia, beneficiando, assim, toda a sociedade.

4.2 DESCRIÇÃO DO CASO

Existe uma reconhecida necessidade de implementar ações que envolvam capacitação e treinamento específicos dos profissionais envolvidos na detecção precoce do câncer de mama por intermédio da mamografia. Por se tratar de questões de saúde pública, percebeu-se o caráter de urgência no desenvolvimento do projeto, uma vez que se entendeu que, quanto antes fosse executado, mais rapidamente a sociedade perceberia os seus resultados positivos. O gerente do projeto determinou, então, que dois cronogramas fossem desenvolvidos, empregando-se métodos distintos a fim de melhor identificar os possíveis cenários de execução do projeto no menor prazo possível.

4.3 O PROJETO EM ANÁLISE

4.3.1 Objetivos do projeto

O Projeto de Capacitação Profissional para Detecção Precoce do Câncer de Mama por Intermédio da Mamografia tem como objetivo melhorar o procedimento de diagnóstico de forma integrada do sistema receptor de imagem e do seu processamento, com a proposta de capacitar 200 profissionais por meio de cursos de capacitação profissional voltados para médicos e técnicos em radiologia de mama do Sistema Único de Saúde (SUS).

Quanto aos objetivos específicos, destacam-se:

- a) desenvolver um Manual de Operação de Câmaras Escuras, com procedimentos objetivos para a melhoria do seu funcionamento;

- b) desenvolver um Manual de Padronização de Procedimentos de Interpretação das Imagens;
- c) desenvolver um banco de imagens de exames mamográficos e de ultrassom de pacientes normais e com patologias benignas e malignas para apoiar um sistema de educação continuada e de autoavaliação;
- d) realizar curso de capacitação para 200 profissionais atuantes no estado do Rio de Janeiro envolvidos no processo de detecção precoce do câncer de mama, sendo 100 médicos (16 horas) e 100 técnicos em mamografia (16 horas).

4.3.2 Planejamento do prazo do projeto

Durante o desenvolvimento do projeto, procurou-se utilizar as ferramentas e técnicas preconizadas pelo Project Management Institute (2008) com o objetivo de aumentar a probabilidade de êxito. O planejamento mereceu uma especial atenção, já que, segundo Carvalho e Rabechini Junior (2011), um dos principais desafios do gerenciamento de projetos é acertar um plano de projeto no qual estejam representadas todas as preocupações a serem administradas.

Após a elaboração da *Work Breakdown Structure (WBS)*, cada pacote de trabalho foi decomposto, originando o conjunto de atividades de projeto. Esse processo de decomposição serviu como principal entrada para o sequenciamento das atividades do projeto. Em sequência, a lógica estabelecida entre as atividades do projeto utilizou o método de diagramação por precedência. A partir da rede procedeu-se à estimativa de duração de cada uma das atividades do projeto, utilizando-se a técnica PERT. Dada a incerteza inerente a qualquer ambiente de projeto, foi inserida uma margem de segurança (Δ) variando de 0 a 15%, dependendo do risco associado a cada tarefa, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Tempo estimado para cada atividade

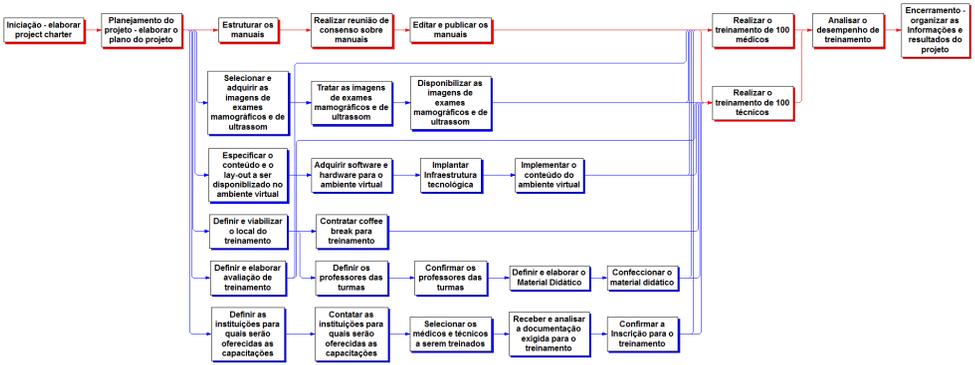
#	Atividade	Duração (dias)				
		d _o	d _m	d _p	d _E	d _E + Δ
1	Iniciação – elaborar <i>project charter</i>	2	3	10	4	4
2	Planejamento do projeto – elaborar o plano do projeto	7	9,5	21	11	12
3	Encerramento – organizar as informações e resultados do projeto	6	7	8	7	7
4	Estruturar os manuais	16	20,5	34	22	23
5	Realizar reunião de consenso sobre manuais	1	2	3	2	2
6	Editar e publicar os manuais	30	32	40	33	34
7	Selecionar e adquirir as imagens de exames mamográficos e de ultrassom	5	7	15	8	9
8	Tratar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom	4	5,5	10	6	6
9	Disponibilizar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom	2	5	8	5	5
10	Especificar o conteúdo e o <i>layout</i> para o ambiente virtual	7	9	11	9	10
11	Adquirir <i>software</i> e <i>hardware</i> para o ambiente virtual	9	12	21	13	14
12	Implantar infraestrutura tecnológica	1	2	3	2	3
13	Implementar o conteúdo do ambiente virtual	10	12	20	13	15
14	Definir e viabilizar o local do treinamento	2	2,5	6	3	3
15	Contratar <i>coffee break</i> para o treinamento	2	2,5	6	3	3
16	Definir e elaborar avaliação de treinamento	2	2,5	6	3	3
17	Definir os professores das turmas	3	5	7	5	5
18	Confirmar os professores das turmas	2	2,5	6	3	3
19	Definir e elaborar o material didático	14	18	22	18	20
20	Confeccionar o material didático	5	7,5	13	8	8
21	Definir as instituições para as quais serão oferecidas as capacitações	5	9	13	9	10
22	Contatar as instituições para as quais serão oferecidas as capacitações	1	3	5	3	3
23	Selecionar os médicos e técnicos a serem treinados	2	5	8	5	5
24	Receber e analisar a documentação exigida para o treinamento	5	7	15	8	9
25	Confirmar a inscrição para o treinamento	10	14	18	14	15
26	Realizar o treinamento de 100 médicos	10	25	50	26	28
27	Realizar o treinamento de 100 técnicos	10	25	50	26	28
28	Analisar o desempenho de treinamento	3	4	11	5	5

Fonte: os autores.

4.3.3 MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO – VARIÁVEL CONTROLADA

A partir das estimativas de duração de cada atividade, a rede do projeto de capacitação foi construída conforme ilustrado no Diagrama 1.

Diagrama 1 – Método do caminho crítico

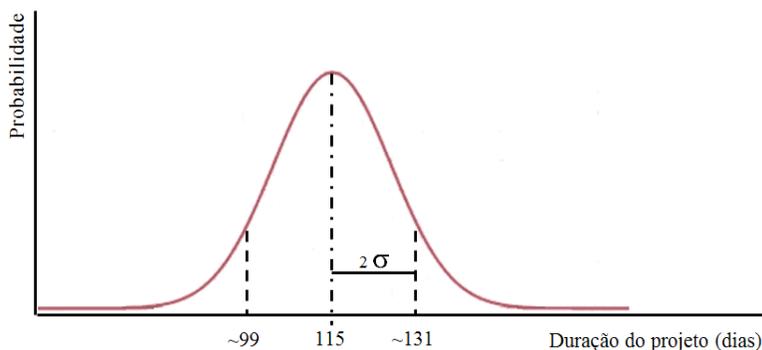


Fonte: os autores.

Dessa forma, foram identificados dois caminhos críticos no projeto em análise, sendo a sua duração de 115 dias úteis. Segundo Carvalho e Rabechini Junior (2011), como as datas cedo ou tarde resultam da soma de variáveis aleatórias, admite-se que elas têm distribuição normal, pelo Teorema do Limite Central. Assim, o desvio padrão é calculado mediante a raiz quadrada da soma das variâncias das atividades que compõem um dos caminhos críticos. No projeto em questão, significa que há cerca de 95% de probabilidade de o projeto durar entre 99 e 131 dias, conforme a Equação (2) e o Gráfico 1.

$$s = \sqrt{\Sigma[(P-O)^2/6]} \approx 8,09 \quad (2)$$

Gráfico 1 – Probabilidade do projeto



Fonte: os autores.

Na sequência, o cronograma do projeto foi elaborado utilizando-se o Método do Caminho Crítico, como se pode observar nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1 – Cronograma do projeto usando o Método do Caminho Crítico

#	ATIVIDADES	DATAS		
		mai/12	jun/12	jul/12
1	Iniciação - elaborar <i>project charter</i>	S		
2	Planejamento do projeto - elaborar o plano do projeto	FP		
3	Encerramento - organizar as informações e resultados do projeto			
4	Estruturar os manuais		A	
5	Realizar reunião de consenso sobre manuais			A
6	Editar e publicar os manuais			A
7	Selecionar e adquirir as imagens de exames mamográficos e de ultrassom		B	
8	Tratar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom		B	
9	Disponibilizar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom		B	
10	Especificar o conteúdo e o <i>layout</i> a ser disponibilizado no ambiente virtual		C	
11	Adquirir <i>software</i> e <i>hardware</i> para o ambiente virtual		C	
12	Implantar infraestrutura tecnológica			C
13	Implementar o conteúdo do ambiente virtual			C
14	Definir e viabilizar o local do treinamento		D	
15	Contratar <i>coffee break</i> para treinamento		D	
16	Definir e elaborar avaliação de treinamento		D	
17	Definir os professores das turmas		D	
18	Confirmar os professores das turmas		D	
19	Definir e elaborar o material didático		D	
20	Confeccionar o material didático			D
21	Definir as instituições para quais serão oferecidas as capacitações		B	
22	Contatar as instituições para quais serão oferecidas as capacitações		E	
23	Selecionar os médicos e técnicos a serem treinados		B	
24	Receber e analisar a documentação exigida para o treinamento		E	
25	Confirmar a inscrição para o treinamento			E
26	Realizar o treinamento de 100 médicos			E
27	Realizar o treinamento de 100 técnicos			E
28	Analisar o desempenho de treinamento			E

Fonte: os autores.

As atividades que constituem o caminho crítico estão representadas em vermelho. É importante destacar que, de acordo

com Project Management Institute (2008), este método não considera as limitações de recursos.

Quadro 2 – Continuação do cronograma do projeto usando o Método do Caminho Crítico

#	ATIVIDADES	DATAS			
		jul/12	ago/12	set/12	out/12
1	Iniciação - elaborar <i>project charter</i>				
2	Planejamento do projeto - elaborar o plano do projeto				
3	Encerramento - organizar as informações e resultados do projeto				OP
4	Estruturar os manuais				
5	Realizar reunião de consenso sobre manuais				
6	Editar e publicar os manuais				
7	Selecionar e adquirir as imagens de exames mamográficos e de ultrassom				
8	Tratar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom				
9	Disponibilizar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom				
10	Especificar o conteúdo e o <i>layout</i> a ser disponibilizado no ambiente virtual				
11	Adquirir <i>software</i> e <i>hardware</i> para o ambiente virtual				
12	Implantar infraestrutura tecnológica				
13	Implementar o conteúdo do ambiente virtual				
14	Definir e viabilizar o local do treinamento				
15	Contratar <i>coffee break</i> para treinamento				
16	Definir e elaborar avaliação de treinamento				
17	Definir os professores das turmas				
18	Confirmar os professores das turmas				
19	Definir e elaborar o material didático				
20	Confeccionar o material didático				
21	Definir as instituições para quais serão oferecidas as capacitações				
22	Contatar as instituições para quais serão oferecidas as capacitações				
23	Selecionar os médicos e técnicos a serem treinados				
24	Receber e analisar a documentação exigida para o treinamento				
25	Confirmar a inscrição para o treinamento				
26	Realizar o treinamento de 100 médicos				
27	Realizar o treinamento de 100 técnicos				
28	Analisar o desempenho de treinamento				

Fonte: os autores.

4.3.4 Método da corrente crítica

Por meio do Método da Corrente Crítica, a duração de cada atividade foi feita a partir da estimativa otimista das tarefas, excluídas das respectivas margens de segurança, com a data mais tarde de início para todos os caminhos do projeto. Considerando esse quadro, o cronograma apresenta uma redução inicial de 40 dias úteis, conforme pode ser observado nos Quadros 3 e 4.

Quadro 3 – Cronograma elaborado a partir do Método da Corrente Crítica

#	ATIVIDADES	DATAS		
		mai/12	jun/12	jul/12
1	Iniciação - elaborar <i>project charter</i>	SP		
2	Planejamento do projeto - elaborar o plano do projeto	GP		
3	Encerramento - organizar as informações e resultados do projeto			
4	Estruturar os manuais			
5	Realizar reunião de consenso sobre manuais			
6	Editar e publicar os manuais		A	
7	Selecionar e adquirir as imagens de exames mamográficos e de ultrassom			B
8	Tratar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom			B
9	Disponibilizar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom			B FB
10	Especificar o conteúdo e o <i>layout</i> a ser disponibilizado no ambiente virtual		C	
11	Adquirir <i>software</i> e <i>hardware</i> para o ambiente virtual		C	
12	Implantar infraestrutura tecnológica			C
13	Implementar o conteúdo do ambiente virtual			C FB
14	Definir e viabilizar o local do treinamento		D	
15	Contratar <i>coffee break</i> para treinamento		D	
16	Definir e elaborar avaliação de treinamento		D	
17	Definir os professores das turmas		D	
18	Confirmar os professores das turmas			D
19	Definir e elaborar o material didático			D
20	Confeccionar o material didático			D FB
21	Definir as instituições para quais serão oferecidas as capacitações		B	
22	Contatar as instituições para quais serão oferecidas as capacitações			E
23	Selecionar os médicos e técnicos a serem treinados		B	
24	Receber e analisar a documentação exigida para o treinamento			E
25	Confirmar a inscrição para o treinamento			E
26	Realizar o treinamento de 100 médicos			E FB
27	Realizar o treinamento de 100 técnicos			
28	Analisar o desempenho de treinamento			

Fonte: os autores.

Quadro 4 – Continuação do cronograma elaborado a partir do Método da Corrente Crítica

#	ATIVIDADES	DATAS			
		jul/12	ago/12	set/12	out/12
1	Iniciação - elaborar <i>project charter</i>				
2	Planejamento do projeto - elaborar o plano do projeto				
3	Encerramento - organizar as informações e resultados do projeto		GP	FB	
4	Estruturar os manuais				
5	Realizar reunião de consenso sobre manuais				
6	Editar e publicar os manuais				
7	Selecionar e adquirir as imagens de exames mamográficos e de ultrassom				
8	Tratar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom				
9	Disponibilizar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom				
10	Especificar o conteúdo e o <i>layout</i> a ser disponibilizado no ambiente virtual				
11	Adquirir <i>software</i> e <i>hardware</i> para o ambiente virtual				
12	Implantar infraestrutura tecnológica				
13	Implementar o conteúdo do ambiente virtual				
14	Definir e viabilizar o local do treinamento				
15	Contratar <i>coffee break</i> para treinamento				
16	Definir e elaborar avaliação de treinamento				
17	Definir os professores das turmas				
18	Confirmar os professores das turmas				
19	Definir e elaborar o material didático				
20	Confeccionar o material didático				
21	Definir as instituições para quais serão oferecidas as capacitações				
22	Contatar as instituições para quais serão oferecidas as capacitações				
23	Selecionar os médicos e técnicos a serem treinados				
24	Receber e analisar a documentação exigida para o treinamento				
25	Confirmar a inscrição para o treinamento				
26	Realizar o treinamento de 100 médicos	A			
27	Realizar o treinamento de 100 técnicos	B			
28	Analisar o desempenho de treinamento				

Fonte: os autores.

A exemplo do ocorrido no Método do Caminho Crítico, foram identificadas no projeto duas correntes críticas, com a duração total de 75 dias úteis cada uma. Incluiu-se, então, o *Project Buffer* com 20 dias de duração com o objetivo de proteger o projeto das incertezas inerentes a qualquer ambiente deste tipo. Para os caminhos convergentes, foram inseridos *Feeding Buffers* cuja soma corresponde a 29 dias. Dessa forma, utilizando-se o Método da Corrente Crítica, o prazo total estimado do projeto, já incluídos os *buffers*, foi de 95 dias úteis. Conforme já comentado, o objetivo dos *buffers* é absorver o impacto das tarefas que não são executadas no tempo previsto, permitindo que a data final do projeto seja preservada.

4.3.5 Execução do projeto

No que diz respeito ao cronograma, não foi necessário gerir o tempo de cada uma das atividades do projeto isoladamente pelo fato de os *buffers* definidos no projeto serem compartilhados. O prazo total do projeto ficou entre o tempo mínimo (sem *buffer*) e o tempo inicialmente proposto com a adição do *buffer*. Três atividades sofreram atrasos:

- a) adquirir *software* e *hardware* para o ambiente virtual, pelo fato de não estarem disponíveis no mercado local, conforme necessidades especificadas para o ambiente, aumentando a duração da atividade em três dias;
- b) definir os professores das turmas, pois, como são profissionais renomados no mercado, houve dificuldade na confirmação dos nomes e das agendas para ministrar os cursos, dilatando o prazo da tarefa em seis dias;
- c) realizar o treinamento de 100 médicos também sofreu atraso, pois houve a necessidade de adicionar oito horas (um dia) para cada turma do treinamento.

Não obstante estes atrasos, o prazo total do projeto ficou dentro do período inicialmente definido com a adição do *Project Buffer*, conforme pode ser verificado nos Quadros 5 e 6.

Não se pode deixar de observar que, durante a execução do projeto, a atividade que pertencia à corrente crítica denominada “Realizar o treinamento de 100 técnicos” deixou de pertencer a ela, pois a sua duração ficou menor que a atividade “Realizar o treinamento dos 100 médicos”, pelo fato de ter sofrido uma dilatação de cinco dias em seu prazo.

Quadro 5 – Cronograma do projeto após a execução

#	ATIVIDADE	DATAS		
		mai/12	jun/12	jul/12
1	Iniciação - elaborar <i>project charter</i>	SM		
2	Planejamento do projeto - elaborar o plano do projeto	EP		
3	Encerramento - organizar as informações e resultados do projeto			
4	Estruturar os manuais	A		
5	Realizar reunião de consenso sobre manuais		A	
6	Editar e publicar os manuais		A	
7	Selecionar e adquirir as imagens de exames mamográficos e de ultrassom			B
8	Tratar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom			B
9	Disponibilizar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom			B FB
10	Especificar o conteúdo e o <i>layout</i> a ser disponibilizado no ambiente virtual		C	
11	Adquirir <i>software</i> e <i>hardware</i> para o ambiente virtual		C +3d	
12	Implantar infraestrutura tecnológica			C
13	Implementar o conteúdo do ambiente virtual			C FB
14	Definir e viabilizar o local do treinamento		D	
15	Contratar <i>coffee break</i> para treinamento		D	
16	Definir e elaborar avaliação de treinamento		D	
17	Definir os professores das turmas		D +6d	
18	Confirmar os professores das turmas		D	
19	Definir e elaborar o material didático		D	
20	Confeccionar o material didático			D FB
21	Definir as instituições para quais serão oferecidas as capacitações		B	
22	Contatar as instituições para quais serão oferecidas as capacitações		E	
23	Selecionar os médicos e técnicos a serem treinados		B	
24	Receber e analisar a documentação exigida para o treinamento		E	
25	Confirmar a inscrição para o treinamento		E	FB
26	Realizar o treinamento de 100 médicos			
27	Realizar o treinamento de 100 técnicos			
28	Analisar o desempenho de treinamento			

Fonte: os autores.

Quadro 6 – Continuação do cronograma do projeto após a execução

#	ATIVIDADE	DATAS			
		jul/12	ago/12	set/12	out/12
1	Iniciação - elaborar <i>project charter</i>				
2	Planejamento do projeto - elaborar o plano do projeto				
3	Encerramento - organizar as informações e resultados do projeto		CP	PB	
4	Estruturar os manuais				
5	Realizar reunião de consenso sobre manuais				
6	Editar e publicar os manuais				
7	Selecionar e adquirir as imagens de exames mamográficos e de ultrassom				
8	Tratar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom				
9	Disponibilizar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom				
10	Especificar o conteúdo e o <i>layout</i> a ser disponibilizado no ambiente virtual				
11	Adquirir <i>software e hardware</i> para o ambiente virtual				
12	Implantar infraestrutura tecnológica				
13	Implementar o conteúdo do ambiente virtual				
14	Definir e viabilizar o local do treinamento				
15	Contratar <i>coffee break</i> para treinamento				
16	Definir e elaborar avaliação de treinamento				
17	Definir os professores das turmas				
18	Confirmar os professores das turmas				
19	Definir e elaborar o material didático				
20	Confeccionar o material didático				
21	Definir as instituições para quais serão oferecidas as capacitações				
22	Contatar as instituições para quais serão oferecidas as capacitações				
23	Selecionar os médicos e técnicos a serem treinados				
24	Receber e analisar a documentação exigida para o treinamento				
25	Confirmar a inscrição para o treinamento				
26	Realizar o treinamento de 100 médicos	A	5d		
27	Realizar o treinamento de 100 técnicos	B			
28	Analisar o desempenho de treinamento			C	

Fonte: os autores.

5 RESULTADOS: ANÁLISE COMPARATIVA

A seguir, realiza-se uma análise comparativa entre os cronogramas propostos, utilizando-se o Método do Caminho Crítico (CPM) e o Método da Corrente Crítica (CC) à luz da execução do projeto, conforme ilustrado na Tabela 2. Assim, Δ_1 representa a variação entre a duração da execução da atividade e a estimativa usando CPM e Δ_2 a variação entre a duração da execução e a estimativa usando CC.

Tabela 2 – Comparativo entre execução e planejamento CPM/CC

#	Atividades	Duração (dias)				
		CPM	CC	Exec.	Δ_1	Δ_2
1	Iniciação – Elaborar <i>project charter</i>	4 *	2 **	2 **	-2	0
2	Planejamento do projeto – Elaborar o plano do projeto	12 *	7 **	7 **	-5	0
3	Encerramento – Organizar as informações e resultados do projeto	7 *	6 **	6 **	-1	0
4	Estruturar os manuais	23 *	16 **	16 **	-7	0
5	Realizar reunião de consenso sobre os manuais	2 *	1 **	1 **	-1	0
6	Editar e publicar os manuais	34 *	30 **	30 **	-4	0
7	Selecionar e adquirir as imagens de exames mamográficos	9	5	5	-4	0
8	Tratar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom	6	4	4	-2	0
9	Disponibilizar as imagens de exames mamográficos e de ultrassom	5	2	2	-3	0
10	Especificar o conteúdo e o <i>layout</i> a ser disponibilizado no ambiente virtual	10	7	7	-3	0
11	Adquirir <i>software</i> e <i>hardware</i> para o ambiente virtual	14	9	12	-2	3
12	Implantar infraestrutura tecnológica	3	1	1	-2	0
13	Implementar o conteúdo do ambiente virtual	15	10	10	-5	0
14	Definir e viabilizar o local do treinamento	3	2	2	-1	0
15	Contratar <i>coffee break</i> para treinamento	3	2	2	-1	0
16	Definir e elaborar avaliação de treinamento	3	2	2	-1	0
17	Definir os professores das turmas	5	3	9	4	6
18	Confirmar os professores das turmas	3	2	2	-1	0
19	Definir e elaborar o material didático	20	14	14	-6	0
20	Confeccionar o material didático	8	5	5	-3	0
21	Definir as instituições para as quais serão oferecidas as capacitações	10	5	5	-5	0
22	Contatar as instituições para as quais serão oferecidas as capacitações	3	1	1	-2	0
23	Selecionar os médicos e técnicos a serem treinados	5	2	2	-3	0
24	Receber e analisar a documentação exigida para o treinamento	9	5	5	-4	0
25	Confirmar a inscrição para o treinamento	15	10	10	-5	0
26	Realizar o treinamento de 100 médicos	28 *	10 **	15	-13	5
27	Realizar o treinamento de 100 técnicos	28 *	10 **	10 **	-18	0
28	Realizar o treinamento de 100 técnicos	5 *	3 **	3 **	-2	0
Duração total		115	75	80	-35	5

Fonte: os autores.

* Nota: Atividade que compõe o caminho crítico; ** Atividade que compõe a corrente crítica.

Mesmo com os atrasos ocorridos em três atividades do projeto, conforme relatado na seção 4.3.5 (execução), constatou-se que, utilizando o Método da Corrente Crítica, a duração efetiva do projeto foi de 80 dias, ou seja, 35 dias menos que a previsão realizada por meio do Método do Caminho Crítico. Isso representou um ganho de 30,43% no prazo total do projeto. Por outro lado, mesmo com os atrasos sofridos durante a execução, a variação do prazo de execução em relação ao estimado por meio do Método da Corrente Crítica (Δ_2) representou um acréscimo de cinco dias úteis, comprometendo apenas a utilização de 25% do *Project Buffer*. Assim, o método da Corrente Crítica foi entendido, por meio da análise comparativa, como o método mais adequado ao desenvolvimento do cronograma do projeto, considerando o contexto organizacional em questão.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo possibilitou demonstrar as vantagens e desvantagens na aplicação dos Métodos do Caminho Crítico e da Corrente Crítica, conforme se pode observar no Quadro 7.

Quadro 7 – Comparação entre os métodos analisados: caminho crítico e corrente crítica

	Método do Caminho Crítico	Método da Corrente Crítica
Vantagens	<p>Calcula as datas teóricas de <i>início e término mais cedo</i> e de <i>início e término mais tarde</i>, possibilitando flexibilidade na execução do projeto;</p> <p>Em qualquer caminho da rede, a flexibilidade pode ser medida (folga total);</p> <p>Possibilita o cálculo da probabilidade de estimativa de conclusão de uma tarefa;</p> <p>Embute segurança em todas as atividades do projeto;</p> <p>Inicia as tarefas o mais cedo possível, diminuindo riscos associados.</p>	<p>Considera a limitação de recursos, evitando ambiente multitarefa;</p> <p>Gestão das atividades e das contingências de tempo mais efetiva – foco na duração planejada das atividades, evitando microgerenciamento;</p> <p>Elimina a Lei de Parkinson e a Síndrome do Estudante;</p> <p>Otimiza do fluxo de caixa do projeto, pois realiza os desembolsos o mais tarde possível;</p> <p>Otimiza a duração das atividades, pois não há desperdício de folga no projeto;</p> <p>Maior compromisso da equipe na estimativa de duração das atividades;</p> <p>Cronograma mais condensado.</p>
Desvantagens	<p>Baseada em estimativas fornecidas por membros da equipe, tendendo a superestimar os prazos;</p> <p>Não considera restrições de recursos.</p>	<p>Pelo fato de se utilizar a data mais tarde para o início de todas as atividades, inexistem os conceitos de <i>folga livre</i> e <i>folga total</i>;</p> <p>Qualquer atraso nas atividades do projeto passa a utilizar o <i>buffer</i>;</p> <p>Torna o projeto mais vulnerável a possíveis atrasos derivados de mudanças e incertezas, aumentando os riscos associados.</p>

Fonte: os autores.

Cresce a quantidade de artigos publicados sobre o assunto, já que, quanto mais eficiente for o projeto, mais rapidamente a organização responsável se beneficiará de seus resultados. O Método da Corrente Crítica configura-se como uma quebra de paradigma cultural em relação ao Método do Caminho Crítico, pois afeta a zona de conforto dos recursos envolvidos no projeto.

Também há um maior comprometimento da equipe em razão da participação no planejamento do projeto. A partir do momento em que o responsável pela estimativa de prazo é o executor da atividade, a responsabilidade em cumprir os prazos fica mais evidente.

Endossado pela Teoria das Restrições, cujo foco visa à otimização dos processos, minimização dos custos e aumento da produtividade nas organizações, o Método da Corrente Crítica objetiva incrementar a *performance* nos projetos desenvolvidos nas organizações.

O adequado planejamento de recursos, evitando a multitarefa, também representa um ganho em relação à metodologia tradicional, pois possibilita uma melhor programação dos recursos envolvidos no projeto, permitindo um foco adequado às atividades críticas, garantindo o cumprimento dos prazos. Os fatores de riscos inerentes a qualquer ambiente de projeto devem ser abordados e monitorados de maneira constante, pois são eles que poderão ser a diferença entre um projeto de sucesso e de fracasso.

O Método da Corrente Crítica preconizado por Goldratt (1997) visa, em última análise, a uma gestão mais eficaz dos prazos do projeto relacionados à superestimativa de tempo das atividades, ao contingenciamento de prazo em cada tarefa e, ainda, à alocação de recursos concorrentes em projetos.

A necessidade de reduzir a duração das tarefas, por sua vez, a fim de compensar a propensão natural de superestimar as margens de segurança de tempo, tem sido estudada há vários anos por gerentes de projetos, quando da elaboração da estimativa de duração das atividades. Como forma de resposta a esse dilema, surge a avaliação da duração das tarefas integrando a gestão de riscos.

No que se refere ao projeto apresentado nesse relato, o Método da Corrente Crítica apresentou-se como uma alternativa mais efetiva no que diz respeito à gestão do tempo do projeto. Pode-

se concluir que o Método da Corrente Crítica abre uma nova perspectiva alternativa para a gestão do cronograma de um projeto, mas longe de ser, como muitos defensores proclamam, a solução para todos os problemas atribuídos à gestão do prazo em projetos. Dessa forma, torna-se também necessário que seja amplamente testado e validado.

6.1 LIMITAÇÕES DO CASO

Os ganhos com a adoção do Método da Corrente Crítica tornam-se visíveis e mensuráveis. O fato de o responsável pelas atividades estar diretamente ligado à sua execução, em uma implantação, os envolvidos no projeto podem não ser responsáveis pelo gerenciamento das atividades de terceiros, não tendo efetiva atuação na otimização dos prazos.

O estudo realizado não abordou a questão de custos. Entretanto, essa área do conhecimento, tão fortemente atrelada a prazo, não pode ser negligenciada, uma vez que o tempo retirado de cada atividade poderia, em tese, refletir-se em uma diminuição do custo do projeto.

A aplicação do Método da Corrente Crítica em projetos mais complexos poderá apresentar restrições adicionais. Por isso, a sua aplicação durante a implantação de projetos merece uma avaliação mais detalhada e criteriosa. O presente relato não considerou ambientes nos quais vários projetos são executados simultaneamente concorrendo por recursos.

6.2 SUGESTÕES PARA NOVAS PESQUISAS

O relato técnico apresentado abre caminho para novas pesquisas envolvendo a gestão do prazo como temática principal.

Propõe-se que outros projetos sejam analisados sob a mesma ótica, a fim de validar os resultados aqui obtidos por meio de um caso isolado. É possível também, indicar um estudo mais aprofundado em cenários mais complexos que envolvam não somente restrições de tempo, mas de outras naturezas inerentes à própria organização ou ao projeto.

Development and monitoring of schedule in project with time restriction in an institution of education and research

Abstract

The deadline for implementation has been characterizing as a significant restriction on numerous projects. This way, a key ingredient for its conclusion, observing the confines of time, goes through the choice of most suitable method for the development of your schedule. Among the possible options, the literature points to the methods of Critical Path and Critical Chain as widely used. In the context of a research laboratory of R&D at a public university, this technical report used the strategy of action research to discuss the problem presented. The conclusion points to the method of Critical Chain as more suitable for the development and monitoring of schedule in the specific case, given the particularities of the environment and the project, however, it does not discard the need for more research in projects of the same type.

Keywords: Projects schedule. Critical Chain Method. Critical Path Method. Time constraint.

REFERÊNCIAS

BARCAUI, A.; QUELHAS, O. Corrente Crítica: uma alternativa à Gerência de Projetos tradicional. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção** n. 2, p. 1–21, jul. 2004.

CARVALHO, M. M.; RABECHINI JUNIOR, R. **Fundamentos em gestão de projetos: construindo competências para gerenciar projetos.** São Paulo: Atlas, 2011.

GOLDRATT, E. M. **Corrente Crítica.** São Paulo: Nobel, 1997.

GUTIERREZ, G. J.; KOUVELIS, P. Parkinson's Law and its implications for project management. **Management Science**, v. 37, p. 990-1001, 1991.

MARTINS, G.; THEÓPHILO, C. **Metodologia da Investigação Científica para Ciências Sociais Aplicadas.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MAXIMIANO, A. C. **Administração de projetos: como transformar ideias em resultados.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MORTON, T. E.; PENTICO, D. H. **Heuristic Scheduling Systems.** New York: John Wiley Sons Inc., 1993.

NAHMIAS, S. **Production and Operations Analysis.** Irwin, 1989.

PORTOUGAL, V. Constrained resource intensity allocation to tasks in project planning. Russian: **Ekonomika i Matematicheskie Metody**, p. 761-763, 1972.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A guide do the project management body of knowledge (PMBOK).** 4. ed. Philadelphia : Project Management Institute, 2008.

PROTH, J. M.; XIE, X. Marking optimization of stochastic timed event graphs using IPA. **Discrete Event Dynamic Systems**, v. 6, p. 221-239, 1993.

RAZ, T.; MARSHALL, B. Effect of resource constraints on float calculations in project networks. **International Journal of Project Management** v. 14, n. 4, p. 241-248, 1996.

RONEN, B.; TRIETSH, D. “Decision support system for purchasing management of large projects”. **Operation Research**, v. 36, n. 6 p. 882-890, 1988.

SCHONBERGER, R. J. **Operations management: Planning and control of operations and operat resources**. Dallas: Business Publications, Inc., 1981.

SHENHAR, A.; DVIR, D. **Reinventando o gerenciamento de projetos: uma abordagem diamante ao crescimento e inovação bem sucedidos**. São Paulo: M.Books, 2010.

STANDISH GROUP, REPORT. **Chaos Report**. 2005. Disponível em: <<http://www.projectsmart.co.uk/docs/chaos-report.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2011.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 11. ed. São Paulo: Cortez, 1997.

VERGARA, S. **Projetos e relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2007.

WIEST, J. D. A heuristic model for scheduling large projects with limited resources. **Management Science**, v. 13, n. 6, p. B359 - B377, 1967.

Recebido em 20 de dezembro de 2012

Aceito em 13 de junho de 2013

