



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778  
Nº 3, volume 1, artigo nº 07, Janeiro/Junho 2017  
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v3n1a7>

## UTILIZAÇÃO DO MODELO PERT/CPM PARA OTIMIZAR A RELAÇÃO TEMPO-CUSTO: UM ESTUDO DE CASO

**Victor Barbosa de Souza<sup>1</sup>**  
Mestre em Engenharia Mecânica

**Frederico Muylaert Margem<sup>2</sup>**  
Doutor em Engenharia e Ciências dos Materiais

**Niander Aguiar Cerqueira<sup>3</sup>**  
Mestre em Engenharia Civil

**Hellen Daiana Rodrigues<sup>4</sup>**  
Engenheira de Produção

**Resumo:** Nos últimos anos, o setor de construção civil tem crescido de forma acelerada, ocasionando uma maior competitividade entre as empresas. Entretanto, para que essas empresas possam permanecer ativamente no mercado e aproveitar melhor esse crescimento é essencial uma boa gestão de seus projetos. O presente trabalho tem como objetivo analisar as restrições que há na área da construção civil, no que tange ao orçamento financeiro e tempo. Diante dessa análise, foi desenvolvido um plano ótimo com vistas a acelerar algumas atividades, de modo a minimizar o custo excedente por acelerar a obra dentro de um prazo estipulado. A finalidade do referido plano é que sirva como uma ferramenta que ajude a gerir os projetos. Neste sentido, foi utilizada a teoria de redes no auxílio do gerenciamento do projeto, método CPM (Critical Path Method, ou Método do Caminho Crítico) de relações conflitantes tempo-custo associado ao PERT (Program Evaluation and Review Technique), popularmente conhecido como método PERT/CPM. Para complementar o estudo, foi analisada uma obra específica de uma construtora da cidade Muriaé-MG, tendo sido utilizados os dados reais. A análise da simulação do projeto aponta qual seria o impacto da implementação do plano ótimo na empresa caso ele fosse executado.

**Palavras-chave:** Construção Civil. Orçamento financeiro. Método PERT/CPM. Planejamento da Fundação. Estudo de Caso.

**Abstract:** In recent years, the construction sector has grown at an accelerated rate, brought about greater competitiveness between companies. However, for these companies to actively stay in business and make better use

<sup>1</sup> Faculdade Redentor, Engenharia Mecânica, Itaperuna, RJ, [victor\\_souza11@hotmail.com](mailto:victor_souza11@hotmail.com)

<sup>2</sup> Faculdade Redentor, Engenharia Elétrica, Itaperuna, RJ, [fmargem@gmail.com](mailto:fmargem@gmail.com)

<sup>3</sup> Faculdade Redentor, Engenharia Civil, Itaperuna, RJ, [prof.niander@gmail.com](mailto:prof.niander@gmail.com)

<sup>4</sup> Faculdade Redentor, Engenharia de Produção, Itaperuna, RJ, [hellendaiana@hotmail.com](mailto:hellendaiana@hotmail.com)

of that growth is essential to the proper management of their projects. This study aims to analyze the restrictions that are in the construction area, with respect to the financial budget and time. Given this analysis, we developed a great plan in order to accelerate some activities in order to minimize excess cost to accelerate the work within a stipulated time. The purpose of the plan is to serve as a tool that helps to manage projects. In this sense, we used the theory of networks in support of the project management, CPM method (Critical Path Method, or Critical Path Method) time-cost conflicting relationships associated with the PERT (Program Evaluation and Review Technique), popularly known as method PERT / CPM. To complement the study, we analyzed a specific work of a construction company Muriaé-MG city, and the actual data been used. The project simulation analysis shows what would be the impact of the implementation of the optimal plan in the company if it was executed.

**Keywords:** Construction. Financial budget. PERT / CPM method. Foundation planning. Case study

## 1. INTRODUÇÃO

Os últimos anos caracterizaram-se por um aumento significativo no número e no montante dos investimentos no setor da construção civil, o que implica na necessidade de uma melhor gestão desse setor para que se aproveite a demanda reprimida. Barbosa Júnior (2014) argumenta que, pelo fato da competitividade de empresas de médio e grande porte ter um considerável crescimento, o que as tem levado a permanecer no mercado é a preocupação com o planejamento de suas obras, controle da produção, bem como com a qualidade dos bens e serviços prestados.

O referido autor afirma ser ainda precária a compreensão sobre a importância de uma boa administração de projetos no setor da construção civil. Percebe-se que diversas empresas baseiam suas obras na experiência dos engenheiros, isto é, elas não têm uma base concreta para planejar e controlar seus projetos de maneira eficiente. Embora esse conhecimento tenha muita relevância para o planejamento dos projetos, acredita-se que se alcance um melhor resultado e avaliação de possíveis variações nesses processos se ferramentas de gestão de processos forem implantadas e seguidas à risca.

No entanto, mesmo com o mercado concorrente que o setor se encontra, não se observa o emprego da técnica de simulação de forma prática. Diversos trabalhos, desenvolvidos antes do expressivo crescimento do setor, destacam a importância de se fazer a simulação nos projetos, visto ser uma ferramenta que ajuda na tomada de decisão.

E diante desse cenário o descumprimento dos prazos de entrega dos imóveis torna-se cada vez mais frequente. Cresce o número de clientes insatisfeitos e as construtoras veem seus resultados diminuírem. Há que se destacar, no entanto, a advertência feita por José Geraldo Tardin, Presidente do Instituto Brasileiro de Estudos e Defesa das Relações de Consumo (Ibedec), sobre o número de queixas registradas nesse órgão, acerca de atraso na entrega.

Neste sentido, Oliveira (2015), entende que, quando os desajustes no prazo começam a aparecer, o ideal é que se forme uma força tarefa com profissionais qualificados para diagnosticar a origem do problema. De posse desse diagnóstico, cabe à equipe montar um plano de ação emergencial que entre no detalhe da programação da obra, semana a semana.

Com isso, percebe-se o quanto é importante utilizar uma metodologia como estratégia de gerenciamento, especialmente quando se trata de planejar e controlar as atividades, pois a grande inquietação de qualquer projeto é ajustar e criar equilíbrio entre as metas determinadas e os procedimentos dos trabalhos, os quais são questões conflitantes no desenvolvimento do projeto.

Verzuh (2000) considera desafiantes: a decisão de expectativas realistas, a promoção de acordo entre todas as partes interessadas e, por fim, a entrega do produto. Em virtude das limitações, as técnicas comuns de cálculo de determinação de prazos definirão os objetivos e quantidade do trabalho incluída no projeto, quem irá executá-lo, quando ele será concluído e quanto irá custar.

Dentre as técnicas para planejar e controlar projetos, Pires *et al.* (2013) apontam o PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e o CPM (*Critical Path Method*) – muito úteis em situações em que os acompanhantes do projeto se responsabilizam pelo planejamento, programação e controle de projetos.

Ante o exposto, este estudo tem por objetivo analisar as restrições que há na área da construção civil utilizando o método PERT/CPM, no que tange ao orçamento financeiro e tempo. Acredita-se que utilizando a ferramenta PERT/CPM, o tempo para a execução de um empreendimento será atendido, garantindo maior grau de certeza na entrega, pois, essa técnica auxilia em princípios fundamentais, que prevê, organiza, controla e coordena o projeto, fazendo uso de mecanismo gráfico que permite o planejamento a partir do escalonamento das tarefas, que são facilmente visíveis, graças à montagem do fluxo e relacionamento entre os passos em um formato de rede.

## **2. METODOLOGIA**

No primeiro momento, foi realizada uma análise sobre o cronograma financeiro e físico da construção. Cronograma é definido por Giammusso (1988, p. 89), como sendo “a maneira mais intuitiva de se acompanhar uma obra. Consiste em representar graficamente a distribuição das várias etapas da obra ao longo do tempo”. Dessa forma, denomina-se cronograma financeiro porque apresenta os custos relacionados no tempo, enquanto o cronograma físico é devido ao avanço real das entregas do projeto.

Os elementos necessários foram fornecidos por uma construtora da cidade de

Muriaé. De posse deles, a fase seguinte resumiu em investigar através do método PERT/CPM quais atividades da fundação podem ser aceleradas e calcular o gasto com essa celeridade. A partir de então apresentou um plano de auxílio para a construtora, a fim de que seja utilizado como uma ferramenta de apoio na tomada de decisão.

Esta pesquisa é classificada pela abordagem de caráter quali-quantitativo. Segundo Lüdke & André (1996), a pesquisa qualitativa permite compreender o problema no meio em que ele ocorre, sem criar situações artificiais que marcaram a realidade ou que levam a interpretações ou generalizações equivocadas. Já pesquisa quantitativa Wood e Haber (2004) a definem como um “estudo dos fenômenos que se prestam à mensuração precisa e à quantificação, envolvendo frequentemente um delineamento”.

Não obstante, utilizou-se a perspectiva descritiva de análise, pois de acordo com Oliveira (2004), tem-se que:

As pesquisas que se utilizam da abordagem qualitativa possuem a facilidade de poder descrever a complexidade de uma determinada hipótese ou problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos [...] apresentar contribuições no processo de mudança, criação ou formação de opiniões de determinado grupo e permitir [...] a interpretação das particularidades dos comportamentos ou atitudes dos indivíduos (OLIVEIRA, 2004, p. 117).

Quanto aos meios, a pesquisa pode ser classificada em bibliográfica e estudo de caso. Bibliográfica, pois os conceitos aqui descritos fundamentam-se na análise em materiais publicados em livros, artigos científicos e publicações de diversos autores. Estudo de Caso, pois, de acordo com Gil (2008, p. 54) “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”.

### **3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO**

A responsável pela construção do empreendimento é uma incorporadora que possui como objeto social a exploração do ramo de incorporação de imóveis, execução de obras no setor da construção civil e loteamentos próprios, com sede na cidade de Muriaé-MG, razão social Construtora Franco Suíço Empreendimento Imobiliários Ltda que está no mercado há 36 anos.

O estudo de caso consistiu no planejamento da atividade fundação de um edifício multifuncional implantado em uma área de 3.310,54 m<sup>2</sup>, composto por dois blocos, com 20 pavimentos em cada torre, totalizando 140 apartamentos. A duração planejada para essa construção é de 42 meses, envolvendo um custo médio de R\$ 41.500.000,00. Trata-se de um imóvel com área global de, aproximadamente, 31.595,38 m<sup>2</sup>, assim distribuídos: cincopavimentos de garagens, treze níveis tipo e dois de cobertura (Fonte: Construtora).

O empreendimento conta, ainda, com gerador próprio, poço artesiano, quadra society, Spa, piscina, sauna, espaço gourmet, academia de ginástica, cinema, brinquedoteca, playground, salão de festas, churrasqueira, espaço de lazer e 300 vagas de garagens.

A construtora possui uma equipe de 6 engenheiros terceirizados firmados através de contratos de trabalho, responsáveis pela execução dos projetos: estrutural, elétrico, hidrossanitário, arquitetônico, preventivo de incêndio, ornamentista e um de segurança do trabalho. E um quadro de 74 funcionários registrados de acordo com os valores salariais do Sindicato da Construção Civil.

Em se tratando de suprimento da obra, a empresa trabalha com diversos fornecedores de materiais de construção civil.

#### **4 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Optou-se por aprofundar o estudo das atividades do planejamento por meio da construção da rede PERT/CPM da atividade de fundação, por mostrar uma quantidade maior de fases, se comparada às demais. A primeira fase da construção do plano ótimo baseia-se em expor as variáveis implicadas no processo, que foram obtidas por meio de um cronograma.

De acordo com o cronograma as predecessoras foram traçadas, exigindo, além do simples fato da observação, o conhecimento técnico da obra, ao que o engenheiro e o mestre de obra se colocaram à disposição. O tempo calculado de andamento de cada atividade foi identificado com muita facilidade devido a uma sequência nas atividades, não admitindo quebras durante o processo, conforme se pode verificar na Tabela 1.

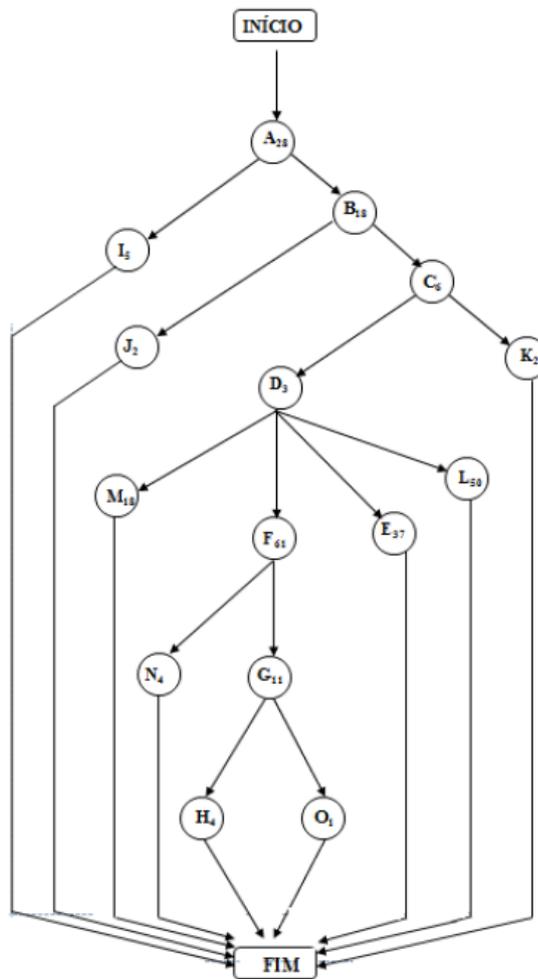
**Tabela 1:** Montagem de rede PERT/CPM com as atividades de Fundação

Atividade	Descrição	Dias	Predecessoras
	Fundação		
A	Estaca Hélice Contínua Monitorada	28	-
B	Escavação Manual de Sapata / Baldrame	18	A
C	Compactação de Fundo de Vala de Sapata	06	B
D	Lastro de Brita de Sapata / Baldrame	03	C
E	Forma de Sapata / Baldrame	37	D
F	Armação de Sapata / Baldrame	61	D
G	Concreto de Fundação Fck = 30,0 Mpa	11	F
H	Reaterro de Fundação de Sapata / Baldrame	04	G
	Viga		
I	Escavação Manual de Sapata / Baldrame	05	A
J	Compactação de Fundo de Vala de Sapata	02	B
K	Lastro de Brita de Sapata / Baldrame	02	C
L	Forma de Sapata / Baldrame	50	D
M	Armação de Sapata / Baldrame	18	D
N	Concreto de Fundação Fck = 30,0 Mpa	04	F
O	Reaterro de Fundação de Sapata / Baldrame	01	G

Tabela 01 – Montagem de rede PERT/COM com as atividades de fundação

Analisando a Tabela 01, observa-se que o tempo de execução da atividade da fundação seria de 251 dias, caso as atividades tivessem que ser realizadas uma por vez, mas como mencionado, algumas atividades ocorrem, simultaneamente. Devido a essa simultaneidade de atividades, e de acordo com o cronograma, o prazo previsto para execução da obra é de 146 dias.

A construção da rede para que o projeto seja apreciado fará uso dos nós para ilustrar as atividades e os arcos para representar as relações de precedência. Junto a cada nó é comunicado o tempo, em dias, da realização da tarefa. Um caminho é determinado como uma rota que parte do nó início e chega ao nó fim. O comprimento de um caminho é o conjunto das durações das atividades que fazem parte dele. De posse dos dados obtidos na Tabela 3 elaborou-se a rede para a atividade de Fundação, conforme Figura 1.



**Figura 1:** Rede PERT/CPM das atividades envolvidas na etapa Fundação

Na rede ilustrada na Tabela 2 observa-se que existem 09 caminhos, junto com seus respectivos tempos:

Tabela 2: Caminhos e seus respectivos tempos

CAMINHO	TEMPO EM DIAS
A → I → FIM	28+5 =33
A → B → J → FIM	28+18+2 =48
A → B → C → D → M → FIM	28+18+6+3+18 =73
A → B → C → D → L → FIM	28+18+6+3+50 =105
A → B → C → D → E → FIM	28+18+6+3+37 =92
A → B → C → D → F → N → FIM	28+18+6+3+61+4 =120
A → B → C → D → F → G → O → FIM	28+18+6+3+61+11+1 =128
A → B → C → D → F → G → H → FIM	28+18+6+3+61+11+4 =131
A → B → C → K → FIM	28+18+6+2 =54

Tabela 02: Caminhos e seus respectivos tempos

O caminho com maior comprimento é o crítico, uma vez que todos os demais caminhos apresentam um tempo de duração menor. Logo, o tempo total solicitado é de 131 para finalizar o projeto. As atividades deste caminho são as críticas, ou seja, referem-se àquelas que não têm folga, qualquer atraso que venha a sofrer irá retardar a duração de todo o projeto. Já as demais atividades apresentam folgas, se sofrerem algum atraso podem ou não atrasar o projeto.

Este projeto apresenta um caminho crítico, conforme mostra a Figura 2: *INÍCIO → A → B → C → D → E → F → G → H → FIM*

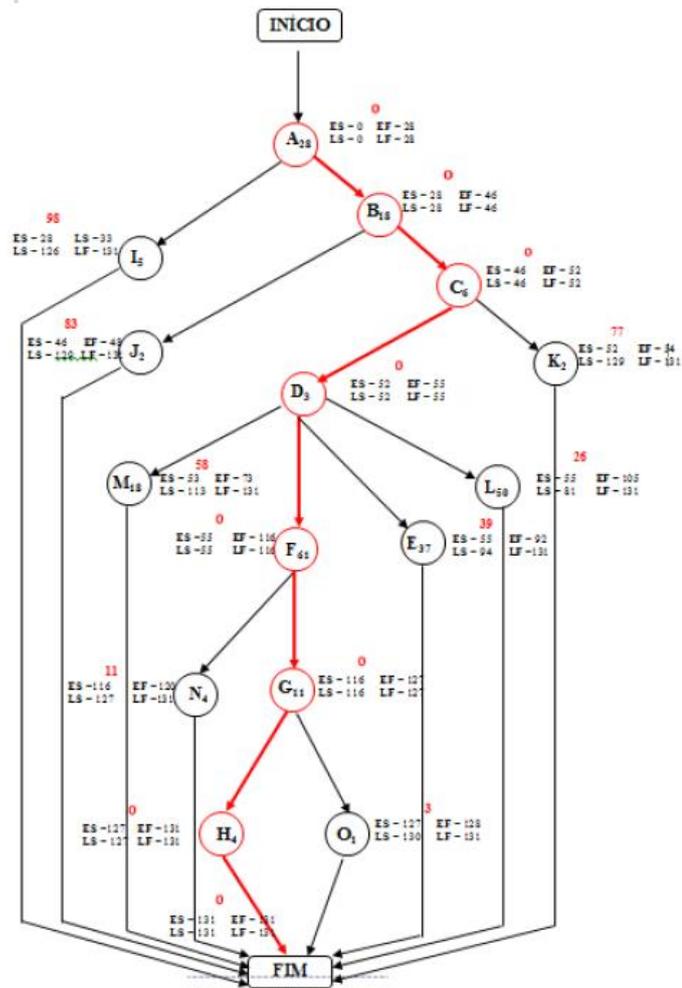


Figura 2: Caminho Crítico da rede PERT/CPM

A Tabela 03 demonstra a programação das atividades no método PERT/CPM onde é determinado o tempo de início mais cedo, tempo final mais cedo e o tempo inicial mais tarde e, por fim, o tempo fim mais tarde das atividades. Identificando assim folga de cada atividade correspondente, que é o tempo que uma atividade pode atrasar sem que comprometa o prazo.

**Tabela 3:** Tempos de início e término das atividades

Atividades	Tempo Mais Cedo		Tempo Mais Tarde		Folga
	ES	EF	LS	LF	
A	0	28	0	28	0
B	28	46	28	46	0
C	46	52	46	52	0
D	52	55	52	55	0
E	55	92	94	131	39
F	55	116	55	116	0
G	116	127	116	127	0
H	127	131	127	131	0
I	28	33	126	131	98
J	46	48	129	131	83
K	52	54	129	131	77
L	55	105	81	131	26
M	53	73	113	131	58
N	116	120	127	131	11
O	127	128	130	131	02

Tabela 03: Tempos de início e término das atividades

Uma das dificuldades do estudo é que o método PERT/CPM não estabelece soluções para chuvas, atrasos de fornecedores, produtividade de homem etc., ele apenas auxilia em como prevenir contra tais ocorrências que podem antecipar ou atrasar a execução do projeto.

Para alcançar um resultado mais preciso, foram listadas as atividades da fundação mensurando o tempo pessimista (p), provável (m) e otimista (o) para execução de cada atividade envolvidas no processo da fundação, a fim de obter o tempo esperado (te). Assim como a variância e a média para cada atividade estão relacionados na Tabela 4.

**Tabela 4:** Valores esperados e variância da duração de cada atividade

Atividade	Tempo (dias)			Média	Variância
	Otimista (o)	Mais Provável (m)	Pessimista (p)	$\mu = \frac{o + 4m + p}{6}$	$\sigma^2 = \left(\frac{p-o}{6}\right)^2$
A	26	27,89	31	28	0,69
B	14	16,91	27	18	4,69
C	03	5,53	10	06	1,36
D	01	2,20	04	03	0,25
E	23	37,25	51	37	21,78
F	49	60,44	75	61	18,78
G	09	10,65	13	11	0,44
H	03	3,87	07	04	0,44
I	03	4,92	08	05	0,69
J	01	1,62	05	02	0,44
K	01	1,28	04	02	0,25
L	36	49,87	62	50	18,78
M	13	17,58	24	18	3,36
N	03	3,43	06	04	0,25
O	01	0,48	05	01	0,25

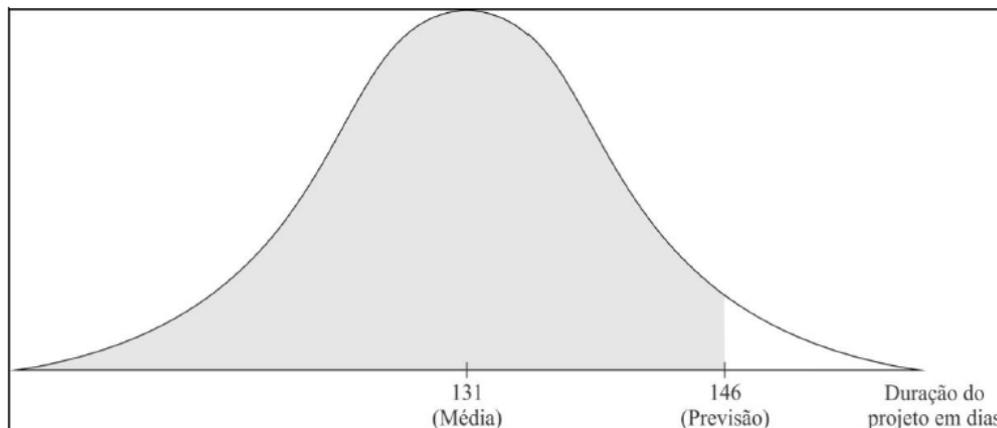
Tabela 04: Valores esperados e variância da duração de cada atividade

Sendo o caminho crítico:  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H$ ;  $\mu_p = 131$ ;  $\sigma_p^2 = 26,28$ . Dessa forma, é preciso descobrir uma aproximação para o modelo da distribuição de probabilidade. Levar em conta que a forma de distribuir a probabilidade para o tempo total do projeto equivale a uma distribuição normal. Uma interpretação do teorema do limite central define esta hipótese como sendo uma aproximação moderada para uma quantidade razoável de atividade. Assim, pode-se contabilizar a probabilidade de finalizar o projeto em um prazo (d dias) estabelecido. Reconhecendo (T) como o tempo de duração do projeto que assumi distribuição normal, com média e variância, o número de desvio padrão pelo que (d) excede a média. Analisando a tabela de distribuição normal padrão, a probabilidade de finalizar o projeto em  $d = 146$  é:

$$k_\alpha = \frac{146 - 131}{5,16} = 2,906$$

$$P(T \leq d) = P(Z \leq k_\alpha) = 1 - P(Z > k_\alpha) =$$

$$1 - 0,00187 = 0,9981 \Rightarrow 99,81\%$$



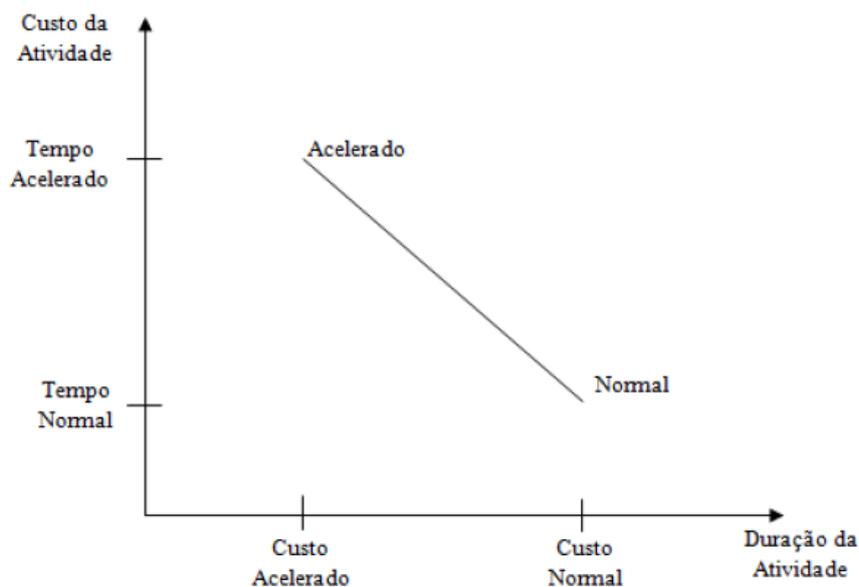
**Figura 3:** Distribuição normal do tempo de duração do projeto.

Para elaborar o cronograma, os responsáveis técnicos levam em conta os motivos que podem acelerar ou antecipar a finalização do projeto. Assim, o resultado obtido acima é compreensível, e a tendência é que o tempo prefixado seja satisfeito. O grande problema é no que se refere a antecipar a finalização do projeto. A construtora procura um diferencial competitivo, a fim de se sobressair no que se refere à concorrência. Dessa forma, se a construtora concede um prazo a seus clientes e termina a obra antes ou dentro do prazo determinado, transmitirá confiabilidade e credibilidade.

Antecipar um empreendimento significa utilizar medidas específicas dispendiosas para diminuir o andamento da atividade planejada, isto é, custos acima do orçamento

previsto. Nessas medidas excedentes pode-se incluir a mão de obra suplementar, equipamentos mais modernos, horas extras. Afinal, podem ser adotadas diversas medidas para reduzir o prazo total, haja vista que o processo para apressar as atividades precisa acontecer em cada tarefa.

O método do caminho crítico do trade-off tempo e custo fundamenta-se na determinação de quanto custa apressar cada atividade, com o intuito de diminuir o tempo para que o projeto seja executado. Pela Figura 4 pode-se observar um modelo de gráfico da relação tempo-custo representado por função linear.



**Figura 4: Relação Tempo-Custo**

Levando em consideração que uma função linear é completamente definida por dois pontos, o normal e o acelerado (Figura 4), pode-se, assim, determinar facilmente os pontos intermediários dos tempos e custos parcialmente acelerados. Neste contexto, é importante elaborar uma tabela com os elementos de quais atividades podem ser aceleradas e qual o custo gerado com isso. Neste estudo de caso, levou-se em conta o número máximo de dias que poderiam ser reduzidos em cada tarefa e qual o custo que excede em cada atividade. A Tabela 5 mostra o resumo do cálculo desses valores.

**Tabela 5:** Trade-off da relação tempo-custo da fundação

Atividade	Duração e dias		Custo (R\$)		Total de redução (dias)	Custo extra por dia reduzido
	Acelerado	Normal	Acelerado	Normal		
A	26	28	912.939,17	912.697,87	02	120,65
B	14	18	15.322,54	14.467,18	04	213,84
C	03	06	1.216,70	789,02	03	142,56
D	01	03	1.145,69	860,57	02	142,56
E	23	37	51.211,50	45.889,26	14	380,16
F	49	61	291.601,91	288.560,63	12	253,44
G	09	11	174.466,83	173.984,24	02	241,30
H	03	04	2.525,84	2.405,19	01	120,65
I	03	05	5.208,61	4.210,69	02	498,96
J	01	02	300,92	229,64	01	71,28
K	01	02	321,89	250,61	01	71,28
L	36	50	65.044,43	61.496,27	14	253,44
M	13	18	85.884,39	83.983,59	05	380,16
N	03	04	50.757,20	50.636,55	01	120,65
O	01	01	700,06	700,06	0	0,00

Tabela 05: Trade-off da relação tempo-custo da fundação

A resolução demonstra que uma diminuição do projeto em 26 dias, sofre um acréscimo de R\$ 17.486,30 ao custo inicial de R\$ 1.641.161,37. Depreende-se, portanto, que a celeridade é viável, visto que, como reza o contrato, se o prazo for infringido ocorrerá uma multa de 1% ao promitente comprador do valor pago pelo imóvel, mais 0,5% por cada mês de atraso. A tabela de preço dos imóveis sofre uma variação de R\$ 295.560,58 a R\$ 924.136,42; levando em conta o menor preço da tabela a multa por adiamento no prazo seria de R\$ 2.955,60 acrescidos de R\$ 1.477,03 a cada mês de atraso. O custo que ultrapassa a aceleração no prazo de entrega, quando comparado com o termo do contrato que informa sobre as vantagens financeiras que a empresa teria com a entrega adiantada da construção. E não obstante, assumir um gasto instantâneo em prol de construir uma imagem bem conceituada no mercado, imagem essa que conquistará cada vez mais clientes, a construtora adquiriria maior lucratividade nos seus negócios. Trata-se de uma teoria de marketing que, segundo Kotler (2000, p. 158) se resume no seguinte: “As empresas bem-sucedidas reconhecem as necessidades e as tendências não atendidas e tomam medidas para lucrar com elas”.

#### 4 CONCLUSÃO

Com este estudo pôde-se observar que o uso do método PERT/CPM necessita de alguns mecanismos, algumas considerações para a sua efetivação. Por mais que este processo seja impreciso, sugere-se estar atento ao fato de levar em conta as possibilidades

de ocorrerem eventos, cuja implementação do plano servirá como suporte na tomada de decisão.

Na construtora estudada, a técnica PERT/CPM mostrou-se eficiente para o planejamento da fundação, visto que permitiu conhecer as interdependências das atividades e as folgas existentes. Informações essas que facilitaram a montagem de uma estrutura, planejamento e controle das atividades envolvidas que podem sofrer atraso.

Os proprietários da empresa revelaram-se muito interessados em introduzir a técnica PERT/CPM, devido à possibilidade de conhecimento do caminho crítico. Assim, foi possível determinar quais atividades devem estar sobre um cuidado especial.

De acordo com a pesquisa, as atividades que merecem maior cautela, são as que integram o caminho crítico, ou seja: A, B, C, D, E, F, G, H (conforme demonstradas na Tabela 4 e Figura 4).

Em consonância com o estudo, o custo na celeridade da fundação, quando comparado com o termo do contrato que informa sobre as vantagens financeiras que a empresa teria com a entrega adiantada da construção, declara que é viável antecipar o projeto.

Embora não seja um processo dispendioso, requer a dedicação do executante para que se tenha melhores resultados. Nesse sentido, sugere-se que seja aplicado em outros processos da construção.

Pois, uma observação que se faz importante, é que os consumidores estão cada vez mais atentos, procurando e pesquisando construtoras que proporcionem segurança e qualidade nos serviços, que cumpram o contrato estabelecido. Assim, se a construtora contar com ferramentas que possibilitem aos gestores fornecerem credibilidade aos seus consumidores, sua competitividade será maior em relação aos concorrentes.

O diferencial obtido juntamente com um programa de ações que possibilite uma melhor gestão dos projetos, é que a empresa aumentará seus lucros, mantendo uma imagem sólida perante o mercado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementingleanconstruction: stabilizingworkflow. In: **2º Workshop onLeanConstruction, Santiago, 1994**. Collectanea. EditedbyLuisAlarcón, A. A. Balkema/Rotterdam/Brookfield, 1997.

BALLARD, G. **The lastplanner system ofproductionscontrol**. (Thesis) - Dpt. Of Civil Engineering, Universityof Birmingham, Birmingham, U.K., June, 2000.

BARBOSA JUNIOR, A. C. A. Gestão de Projetos para o Setor da Construção Civil no Brasil. Disponível em: <[http://www.ecivilnet.com/artigos/gestao\\_projetos\\_construcao\\_civil.htm](http://www.ecivilnet.com/artigos/gestao_projetos_construcao_civil.htm)>. Acesso em nov. 2014.

BARRA, R. B. M. et al. **Elaboração de rede PERT/CPM na indústria da construção civil através da utilização do software MS Project: um estudo de caso.** **XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil.** Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.

CARDOSO, J. G; ERDMANN, R. H. Planejamento e controle da produção na gestão de serviços: O Caso do Hospital Universitário de Florianópolis. In: **XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** Salvador, 2001.

CIMINO, R. **Planejar para Construir.** São Paulo: Pini, 1997.

COELHO, H. O. **Diretrizes e Requisitos para o Planejamento e Controle da Produção em Nível de Médio Prazo na Construção Civil.** Tese (Mestrado). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

FERNANDES, M. R. **O processo de projeto em instituição pública de ensino: estudo de caso.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

GIAMMUSSO, S. E. **Orçamento e Custos na Construção Civil.** São Paulo: Pini, 1988.

HIRSCHFELD, H. **Planejamento com PERT-CPM e Análise do Desempenho.** São Paulo: Atlas, 1989.

KOTLER, P. **Administração de Marketing: a edição do novo milênio.** São Paulo: Prentice Hall, 2000.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 2003.

MARTINICH, J. S. **Produção e Gestão de Operações: Uma Abordagem Moderna Aplicada.** New York: Wiley, 1997.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras.** São Paulo: Pini, 2010.

MAXIMIANO, A. C. A. **Administração de Projetos.** São Paulo: Atlas, 2002.

MENDES, V. L. P. S. **Inovação gerencial na administração pública: um estudo na esfera municipal no Brasil.** Tese (Doutorado). Salvador: Universidade Federal da Bahia. 2000.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, S. L. de. **Tratado de Metodologia Científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

OLIVEIRA, P. R. S. **A gestão do crescimento da construção civil.** Disponível em: <http://www.cte.com.br/imprensa/2010-04-23-a-gestao-do-crescimento-da-construcao-/>. Acesso em ou. 2014.

PARIS, W. S. **Administração da Produção: uma coletânea de resenhas.** Disponível em: < <http://www.cronosquality.com/sp2.html>>. Acesso em nov. 2014.

PERT CPM. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/pert-cpm/14392/>>. Acesso em out. 2014.

PIRES, J. S. *et al.* Estudo de Caso: Planejamento de projetos com metodologia PERT/CPM. **Revista Ampla de Gestão Empresarial**, Registro, SP, v. 2, n. 2, art. 5, p 65-82, outubro 2013,

ROBERTO, M. **Pert CPM**. Administradores, João Pessoa, ago. 2007. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/pert-cpm/14392/>>. Acesso em 20 out. 2014.

ROCHA, F.; HEINECK, L.; RODRIGUES, I.; PEREIRA, E. Logística e Lógica na Construção Lean: um processo de gestão transparente na construção de edifícios. Fortaleza: Fibra, 2004.

SANTOS, M. P. **Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003. Disponível em: <<http://www.mpsantos.com.br/po/arquivos/po.pdf>> Acesso em nov. 2014.

SEIDENTHAL, W. **CPM, PERT: planejamento, programação e controle**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. Tradução Henrique Luiz Corrêa. – 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SILVA, M. A. C. Fatores que afetam a produtividade em obras de edificações: elementos para o planejamento e controle. In: **Anais do I Simpósio Nacional de Gerenciamento na Construção**. São Paulo: U

### **Sobre os Autores**

**Autor 1:** Professor do curso de engenharia mecânica da Faculdade Redentor. [victor\\_souza11@hotmail.com](mailto:victor_souza11@hotmail.com)

**Autor 2:** Professor do curso de engenharia elétrica da Faculdade Redentor. [fmargem@gmail.com](mailto:fmargem@gmail.com)

**Autor 3:** Professor do curso de engenharia civil da Faculdade Redentor. [prof.niander@gmail.com](mailto:prof.niander@gmail.com)

**Autor 4:** Engenheira de produção formada pela Faculdade Redentor. [hellendaiana@hotmail.com](mailto:hellendaiana@hotmail.com)