

Análise de riscos em não cumprimento de prazo de obras através da rede PERT/CPM – Um estudo de caso de uma obra pública no município de Belém

Amanda Cremilda Lima Batista (UFPA) amandaclbatista@hotmail.com

Alexandra Algélia da Silva França (UFPA) alexiaceo@gmail.com

Luíz Maurício Furtado Maués (UFPA) maues@ufpa.br

André Augusto Azevedo Montenegro Duarte (UFPA) amonte@ufpa.br

Resumo

Este trabalho teve como objeto de estudo uma obra pública, que apresentou um atraso de 596 dias, considerando que o prazo inicial estipulado pelo órgão licitante seria de 240 dias, diante disto, o objetivo deste artigo foi analisar o risco de não cumprimento do prazo inicial estipulado na licitação, além de identificar as reais subatividades críticas através do uso da rede PERT/CPM.

Palavras chave: Análise de risco, incertezas, rede PERT/CPM e Obra pública.

Risk analysis in breach of term of works by PERT network / CPM - A case study of a public work in the city of Belém

Abstract

This work was object of study a public work, which showed a delay of 596 days, whereas the initial deadline set by the bidder body would be 240 days before this, the objective of this study was to analyze the risk of non-compliance of the initial term stipulated in the bidding, in addition to identifying the actual sub-activities critical through the use of PERT / CPM network.

Keywords: Risk analysis, uncertainties, PERT / CPM network and Public Work.

1. Introdução

A análise de riscos nas obras públicas e até mesmo nas particulares tem sido objeto de discussão de vários profissionais. E na tentativa de identificar os fatores de incertezas que configuram o sistema de gestão de projetos, diversos estudos estão sendo elaborados sobre os tipos de metodologias de análise, tratamento de respostas e tecnologias de controle, com o intuito de identificar, minimizar ou aproveitar oportunidades nos cenários de riscos de um projeto.

Os autores Solomon e Pringle (1981) definem o risco como um grau de incerteza e por analogia, onde há incertezas, há riscos, porém pode-se avaliar os riscos não só de forma negativa, como uma ameaça de insucesso, mas sim como uma oportunidade de prever e evitar falhas no processo de execução. De acordo com Mendes, Valle e Fabra (2009), na gestão dos riscos de projetos ainda não há metodologias de análise eficientes em projetos de construção civil, pois o tema na maioria das vezes não possui a importância que deveria na gestão de projetos, tornando-se um tema a ser explorado pela sua importância na tomada de decisão ao longo da cadeia de produção de qualquer empreendimento de construção.

2. Revisão Bibliográfica

O risco de um projeto é um evento ou condição incerta que provocará um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto, tais como, escopo, prazos, custos e qualidade (GUIA PMBOK, 2014). Os riscos estão presentes em tudo, o que o tornar uma constante ao longo da implementação de qualquer empreendimento, podendo criar restrições negativas e/ou possibilidades de ganhos positivos (LIMMER, 1996).

O planejamento de um projeto toma por base parâmetros estimados sensíveis as variações ambientais em que o mesmo está inserido, sejam elas alterações endógenas e exógenas que proporcionam um comportamento mutável no cenário inicialmente imaginado (SLACK, 2009), gerando um meio incerto que necessita de um plano de gerenciamento dessas incertezas. De acordo com Lee Krajewski (2009), identificar essas incertezas, avaliar suas consequências dinâmicas, estabelecer estratégias de realinhamento e formular um sistema de controle, são etapas essenciais para elaborar um plano de gerenciamento dos riscos.

De acordo com o Guia PMBOK (2014), o plano de gerenciamento dos riscos é um processo de definição de como conduzir as atividades que geram riscos no projeto e o seu principal benefício é antecipar tomadas de decisões para corrigir desvios negativos ou aproveitar oportunidade ao longo do ciclo de vida do projeto, a Figura 01 abrange o esquema de um gerenciamento de risco.

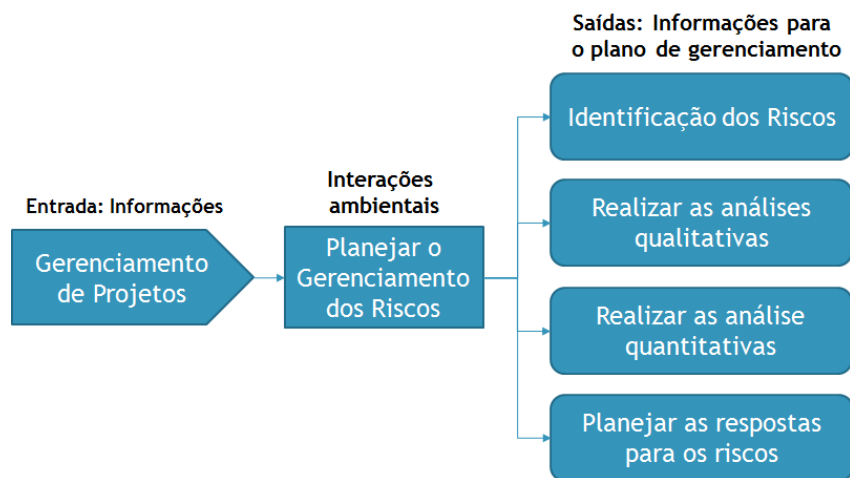


Figura 01: Planejamento do Gerenciamento dos riscos (Guia PMBOK, 2014)

Desta forma, o gerenciamento dos riscos se dá por entradas de informações geradas no gerenciamento do projeto, por técnicas analíticas dos ambientes endógenos e exógenos, e por saídas de informações que posteriormente serão entradas no processo de gerenciamento do projeto (GUIA PMBOK, 2014), caracterizando um laço cíclico de trocas de informações. O autor Nobert Wiener, advoga que estes tipos de sistemas que se realimentam, o controle se dá pelo controle de desempenho sucessivos do projeto e não pelo controle dos objetivos planejados (CAPRA, 2006), o que caracteriza um sistema de controle contínuo da incerteza.

2.1. Identificação dos Riscos

O processo de identificação dos riscos visa identificar todos os riscos capazes de afetar o projeto e documentá-los, sendo necessário diversas respostas de feedback (PMP, 2009). A medida que o projeto avança, mais riscos podem surgir e os anteriormente observados podem apresentar impactos distintos ao longo do desempenho do projeto.

De acordo com Guimarães (2010), os riscos ocorrem em seis macro ambientes. Os ambientes externos classificados pelas interações dos sistemas políticos, econômicos, sociais e naturais. E os ambientes internos, definidos pelos sistemas financeiros, cadeia de suprimentos, planejamento dos custos e prazos, projetos, construção e comercialização sendo, este penúltimo subdividido em: tecnologias, infraestrutura, equipamentos e recursos humanos.

A identificação das probabilidades e impactos nos macro ambientes citados por Guimarães (2010) se dá através de reuniões entre pessoas interessadas, experientes nas diversas etapas de projetos anteriores, usuários e equipe de gestão do projeto em discursão (PMP, 2009). A saída

do processo de identificação dos riscos são documentos com eventos potenciais que podem ocorrer e suas possíveis consequências, planos estratégicos de respostas e sinais de sensibilidade, ou seja, pontos que devem ser monitorados com maior cuidado, pois seus impactos e ocorrência possuem escalas maiores (ZAYED, 2007).

2.2. Análise quantitativa e qualitativa dos riscos

As ferramentas e técnicas de realização das análises quantitativas e qualitativas dos riscos, de modo geral, têm por objetivo descobrir a probabilidade de um evento de risco e determinar seu impacto no projeto (KRAJEWSKI, 2009). As ferramentas mais usadas em projetos são as simulações computacionais, como: Monte Carlos (SMC), Séries Temporais (SST), Redes Neurais (SRN) e Fuzzy, entre outras análises matemáticas complexas.

Há também as análises por estatística, denominadas de PERT/Risco, que será a ferramenta de análise neste trabalho, onde a variável sujeita a incertezas é o tempo, e a abordagem exige que os tempos de cada atividade do caminho crítico sejam declarados de acordo com três estimativas de tempo (LIMMER, 1996).

- Tempo otimista (a): é o tempo mais curto no qual a atividade pode ser concluída se tudo ocorrer excepcionalmente bem;
- Tempo mais provável (m): é o tempo provável necessário para a realização de uma atividade;
- Tempo pessimista (b): é o tempo mais longo estimado necessário para realizar uma atividade;

Com essas três estimativas de tempo de cada subatividade, determina-se a probabilidade de ocorrência, para isso é necessário calcular a variância de uma distribuição beta de probabilidade, permitindo que o tempo provável m da subatividade fique no intervalo de a à b (CUKIERMAN, 1982), conforme a Figura 02.

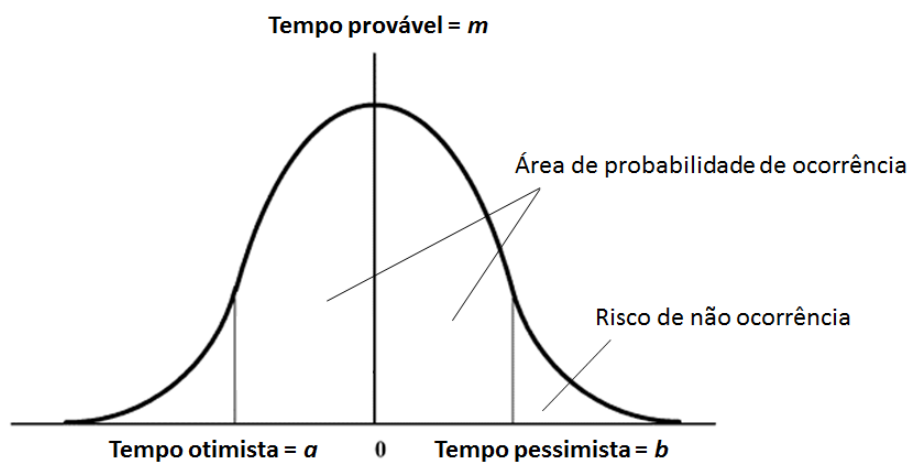


Figura 2: Distribuição beta sem deslocamento do tempo médio

E para que avaliação, seja considerada como verdadeira, deve-se considerar duas condições de contorno (KRAJEWSKI, 2009). A primeira supõem que a , m e b podem ser calculados com exatidão, sendo que a ou a primeira data de início da subatividade (PDI_s) será medido a partir do cálculo da duração unitária da subatividade, tirada do banco de dados TCPO (PINI, 2012), b será a partir da diferença da última data de início (UDI_s) e da última data de término (UDT_s) da subatividade na rede PERT/CPM, e m será a média aritmética, das datas a e b , conforme expresso na Equação 01.

$$m = \frac{a + b}{2}$$

Equação 01: Formula da média aritmética das datas a e b de uma atividade

Com essa condição, pode-se calcular a variância e o desvio-padrão da subatividade, o que permite observar que na medida em que a diferença entre as datas a e b aumentam, os risco de não concluir a atividade no menor prazo torna-se maior. As Equações 02 e 03 expressam os cálculos da variância e do desvio-padrão respectivamente.

$$v = \frac{(a - m)^2 + (b - m)^2}{2}$$

Equação 02: Cálculo da variância da atividade

$$\sigma = \sqrt{v}$$

Equação 03: Cálculo do desvio-padrão da atividade de risco em não concluir a atividade no prazo

A segunda condição de contorno admite que nenhum outro caminho se tornará crítico durante o período de tempo de todo o projeto, o que permite avaliar qual o risco de não concluir o projeto no prazo planejado inicialmente, denominado de fator Z , e este é o módulo da diferença da primeira data de termino do projeto (PDT_p) e da última data de termino do projeto (UDT_p) da rede PERT/CPM, dividido pela somatória das variâncias de todas as atividades que compõem o caminho crítico do projeto. Conforme Equação 04.

$$Z = \frac{UDT_p - PDT_p}{\sum_n v}$$

Equação 04: Cálculo do risco de não cumprimento do prazo do projeto

2.3. Planejamento das respostas para os riscos

Planejar as respostas aos riscos é o processo de desenvolvimento de opções e ações para aumentar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do projeto (GUIA PMBOK, 2014). O principal benefício deste processo é a abordagem dos riscos por prioridades, injetando recursos e atividades no orçamento, no cronograma e no plano de gerenciamento do projeto, como num ciclo de estímulos, respostas e estratégias de realimentação ao longo de todo o período do empreendimento (SLACK, 2009).

As principais estratégias para os riscos negativos são, prevenir, transferir, mitigar e aceitar. Sendo que prevenir é realizar alterações antecipadas no plano gerencial do projeto que apresentam riscos futuros frequentes, por exemplo, compatibilizar os projetos de engenharia antes do início do empreendimento. Já a estratégia transferir riscos, é o ato de doar para terceiros problemas que geram riscos, como diminuição de produtividade devido as alterações climáticas, perda no cronograma de atividades com vários tipos de restrições, entre outros problemas. A quarta estratégia é o ato de mitigar o risco, que é fazer uma avaliação do seu impacto, pois pelo fato de não poder evita-lo, elabora-se uma forma de minimizar seu impacto ao longo do projeto. E por fim, a estratégia de aceita o risco, que é estabelecer uma reserva de contingência ainda incluindo tempo (folgas) e recursos financeiros para evitar que o risco atinja escalas maiores (PMP, 2009).

E para analisar as possibilidades de ganho dos riscos, as estratégias de respostas são, explorar, melhorar, compartilhar e aceitar. Sendo que explorar o risco é avalia-lo de forma positiva, e

assim usar de métodos tecnológicos para “puxar” o cronograma para o mais próximo da sua primeira data de início, ou colocar na frente da gestão do projeto uma equipe experiente e qualificada (PORTER, 1991). A segunda estratégia é melhorar os riscos, por exemplo, qualificar a equipe através de treinamentos contínuos e usar de recursos financeiros para acelerar o cronograma. Já a penúltima estratégia, é o compartilhamento do risco que nada mais é do que fazer parcerias com fornecedores ou prestadores de serviços com qualificações maiores que sua equipe para resolver problemas emergências e/ou de gestão. E por fim, a estratégia aceitar, é reconhecer a existência do risco mais não se preocupar com ele, pois seu impacto não é tão importante ao longo do processo (GUIA PMBOK, 2014).

2.4. Controlar os riscos

Controlar os riscos é o processo de implementação de planos de respostas aos riscos, acompanhamento dos riscos identificados, monitoramento dos riscos residuais, identificação de novos riscos e avaliação da eficácia do processo de riscos durante todo o projeto (GUIA PMBOK, 2014). De acordo com Cox III (1997), o processo de controle do projeto é o que irá determinar as variações excedentes do planejado e os limites permitidos para o bom desempenho do mesmo, e assim, permitir o desenvolvimento de respostas para correções corretivas ao longo de todo o empreendimento.

3. Metodologia de Pesquisa

No estudo de caso objeto deste artigo, tem-se como objetivo avaliar o risco de não cumprimento de prazo de uma obra já concluída, comparando os tempos reais de construção com os tempos planejados através de uma rede PERT/CPM, logo a avaliação do risco se deu no pós-obra. A obra é composta de três pavimentos tipos, com uma área total de 1.908,28 m², e o seu processo de construção ocorreu por concorrência pública de menor preço de acordo com a Lei 8.666 de 21 de junho de 1993. E a empresa vencedora ao longo da construção solicitou 5 (cinco) aditivos de tempos, pois a obra que inicialmente apresentava um tempo de execução de 240 dias, foi concluída com um atraso de 596 dias.

E para atingir os objetivos da pesquisa, foi estabelecida uma metodologia de análise baseada nas seguintes etapas:

- a) Revisão bibliográfica: primeiramente foi realizado um levantamento dos principais autores que estudam o tema e suas metodologias de avaliação e identificação de risco, cuja variável principal é o tempo, sendo que neste artigo, optou-se para utilizar a ferramenta PERT/Risco. Na qual a primeira tratou dos levantamentos quantitativo dos tempos unitários das subatividades;
- b) Na segunda fase realizaram-se os levantamentos dos tempos das subatividades que compõem o projeto, sendo que esta fase foi subdividida em três etapas: a primeira foi o levantamento dos tempos otimistas (*a*) pelo banco de dados TCPO (PINI, 2012), para isso foi necessário à elaboração de todas as composições unitários das subatividades e o desenvolvimento de um gráfico de GANTT para estimativa das equipes que poderiam fazer parte da execução de cada subatividade. Posteriormente se definiu a rede PERT/CPM, pelo software MSPProject 2016[®] para que as últimas datas de início (UDI_s) e as últimas datas de termino (UDT_s) de cada subatividade fossem estabelecidas, e assim, fosse possível determinar o tempo máximo de duração de cada subatividade (*b*) presente no caminho crítico. E por fim, através da média aritmética, entre o menor tempo de duração e o tempo máximo de duração das subatividades retirássemos os tempos prováveis de execução das subatividades (*m*).

- c) A terceira etapa da pesquisa foi a determinação da variância e do desvio padrão das subatividades que fazem parte do caminho crítico, podendo ser determinado as subatividades com os maiores riscos de execução e consequentemente as atividades que deveriam ter um maior controle ao longo do processo executivo.
- d) E por fim, a última fase da pesquisa foi a conclusão, com a exposição da conclusão das análises de riscos das subatividades, determinação das atividades de maior risco de não cumprimento do prazo inicial e o risco global de não cumprimento de conclusão do projeto para a data inicial de 240 dias.

4. Análise dos resultados.

O objeto de estudo deste artigo é uma obra pública, localizada no município de Belém, licitada na data 30 de novembro de 2010, com previsão de início na data 06 de junho de 2011, e previsão de conclusão dia 01 de fevereiro de 2012, totalizando um período de projeto de 240 dias contínuos. A área total do projeto é de 1.908,28 m², uma média de 636,09 m² por pavimento, sendo um total de três pavimentos, nas Figuras 03,04 e 05 apresenta-se os layouts do projeto estudado.

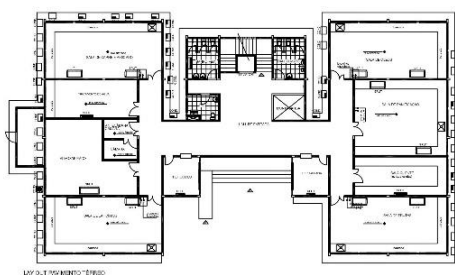


Figura 03: Layout do 1º pavimento do objeto de estudo



Figura 04: Layout do 2º pavimento do objeto de estudo

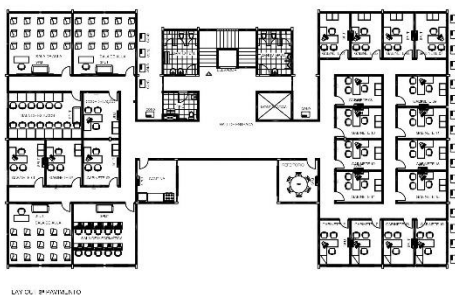


Figura 05: Layout do 3º pavimento do objeto de estudo

A análise do risco de não conclusão do projeto ocorreu no pós-obra, ou seja, quando o planejamento e a determinação dos riscos ocorreram a obra já estava entregue.

O que motivou a avaliação da mesma foi seu atraso de 596 dias, pois a data real de entrega da

obra foi 19 de setembro de 2013, um tempo de 148,33% superior ao esperado. E de acordo com a avaliação dos processos da licitação, a construtora vencedora da concorrência solicitou 5 (cinco) reposições de prazo para o órgão licitante, alegando como justificativas dos aditivos os erros presentes nos projetos de fundação, instalações e cobertura, além das constantes faltas de luz e água na obra.

Desta forma, buscam-se avaliar os riscos das subatividades que compõem as atividades fundação, instalações e cobertura e verificar se realmente o grande atraso da obra se justifica pelo elevado risco destas e quais seus impactos no projeto como todo. Além de determinar as atividades que realmente merece um controle maior e que podem atrasar o projeto como um todo.

3.1. Cálculo da Primeira Data de Início das subatividades (PDI_s)

Para estimativa da primeira data de início das subatividades (PDI_s) que compõem as macro atividades do projeto, elaborou-se as composições unitárias das subatividades e estimou-se os tempos de duração das mesmas através das horas presentes nos bancos de dados do TCPO (PINI, 2012), e posteriormente calculou-se a duração das subatividades em dias. A Tabela 01 apresenta as macro atividades do projeto.

Estrutura analítica de projeto					
Macro	Atividades	Macro	Atividades	Macro	Atividades
1	Serviços Preliminares da obra	10	Rodapés, soleiras e peitoris	19	Iluminação e Tomadas
2	Movimentações de Terra	11	Piso	20	Rede Estruturada
3	Infra Estrutura	12	Forro	21	Ar Condicionado
4	Super Estrutura	13	Pinturas	22	SPDA
5	Vedações	14	Instalações Hidráulicas	23	Cabeamento Estruturado
6	Cobertura	15	Instalações de Esgoto	24	Alimentadores
7	Impermeabilizações	16	Instalações de Combate de Incêndio	25	Subestação área de 225KVA
8	Esquadrias	17	Instalações de redes frigoríficas	26	Serviços Complementares
9	Revestimentos	18	Aparelhos, Metais e Louças	27	Limpeza Final
Primeira data de início do projeto (PDI)					06/06/2011
Primeira data de término do projeto (PDT)					01/02/2012
Tempo de execução do projeto em dias contínuos					240

Tabela 01: Estrutura analítica de projeto com suas macroatividades

Posteriormente, com avaliação dos cronogramas apresentados nos processos de solicitação dos aditivos de prazos pela empresa construtora, tirou-se uma média de funcionários utilizados na execução das subatividades ao longo da obra, permitindo-se que se determinasse através de um gráfico de GANTT uma estimativa de funcionários utilizados nos processos de construção ao longo da obra.

3.2. Elaboração da Rede PERT/CPM e determinação dos Riscos das subatividades

Com o auxílio do software MSProject 2016[®], elaborou-se a rede PERT/CPM, permitindo-se que se retirasse a última data de término das subatividades (UDT_s), e consequentemente se determina-se o caminho crítico do projeto. Como esquematizado na Figura 06.

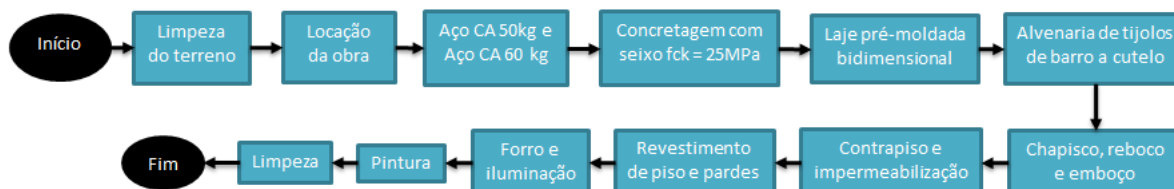


Figura 06: Caminho crítico das subatividades do projeto, determinadas no MSProject 2016[®]

Com a determinação dos tempos PDI_s (a) e UDT_s (b) determina-se a média aritmética de cada subatividade (m), e posteriormente calcula-se a variância (v) e o desvio-padrão (σ) das

mesmas. Assim pode se determinar o risco de não cumprimento do projeto, para o caminho crítico calculado. A Tabela 02 apresenta os resultados dos tempos calculados para todas as atividades que compõem o caminho crítico do projeto, totalizando 19 subatividades. E na figura 07 se expõe uma distribuição beta da subatividade presente no item 4.1 da tabela a seguir.

GANIT, PERT E RISCO										
Sub	Atividades	Unid.	Quant.	α	PERT		Risco			
					UDI	UDT	b	m	v	σ
1.1	Limpeza do Terreno	m ²	807,86	5,74	06/06/2011	13/06/2011	7,00	6,37	0,40	21,04%
1.2	Locação da obra	m ²	641,35	2,37	13/06/2011	16/06/2011	3,00	2,68	0,10	31,57%
3.4	Aço CA 50 Kg	kg	958,00	1,63	16/06/2011	17/06/2011	1,00	1,32	0,10	31,65%
4.1	Concreto com seixo Fck= 25 MPA	m ³	354,87	60,49	04/08/2011	28/10/2011	85,00	72,74	150,19	1225,54%
4.3	Aço CA 50 Kg	kg	15.658,00	26,69	17/06/2011	26/07/2011	39,00	32,84	37,89	615,51%
4.4	Aço CA 60 Kg	kg	3.802,00	7,56	26/07/2011	04/08/2011	9,00	8,28	0,52	71,96%
4.7	Laje pré-moldada Bidirecional	m ²	1.626,50	33,73	28/10/2011	15/12/2011	48,00	40,87	50,90	713,43%
5.1	Alvenaria tijolo de barro a cutelo	m ²	3.313,43	84,72	15/12/2011	11/04/2012	118,00	101,36	276,92	1664,08%
7.4	Impermeabilização rebaixos de banheiros, cozinha (Vedapren)	m ²	128,31	1,57	07/09/2012	10/09/2012	3,00	2,28	0,51	71,63%
9.1	Chapisco	m ²	7.011,18	19,92	11/04/2012	09/05/2012	28,00	23,96	16,33	404,09%
9.2	Emboço	m ²	295,14	4,78	09/05/2012	16/05/2012	7,00	5,89	1,23	111,04%
9.4	Reboco interno	m ²	4.839,76	68,75	16/05/2012	21/08/2012	97,00	82,87	199,56	1412,67%
10.1	Rodapé em Korodur (incluindo polimento)	ml	1.322,94	19,92	11/09/2012	09/10/2012	28,00	23,96	16,32	404,04%
11.1	Camada regularizadora	m ²	1.814,97	12,89	21/08/2012	07/09/2012	17,00	14,95	4,22	205,48%
11.3	Lajota cerâmica 41x41cm Cargo Plus Boni Fab. Eliane ou similar	m ²	50,62	0,58	10/09/2012	11/09/2012	1,00	0,79	0,05	21,24%
12.1	Forro em Lambri de PVC L=10cm cor Branca, sobre estrutura em metalon	m ²	1.793,45	38,21	09/10/2012	30/11/2012	52,00	45,11	47,52	689,36%
13.3	PVA acrílica interna, padrão metalatex fab. SHERWN WILLIAMS ou similar - cobertura	m ²	4.839,76	68,75	15/05/2013	20/08/2013	97,00	82,87	199,56	1412,67%
19.1	Iluminação e Tomadas			117,87	30/11/2012	15/05/2013	166,00	141,93	579,24	2406,73%
27.1	Limpeza permanente da obra com bota fora	m ²	1.909,21	10,85	20/08/2013	04/09/2013	15,00	12,92	4,31	207,61%
TEMPO DO CAMINHO CRÍTICO - Calculado				587,00	06/06/2011	04/09/2013	821,00	704,00	1585,87	14,76%

Tabela 02: Tabela com o cálculo dos tempos α (primeira data de início), b (última data de término), m (média aritmética dos tempos), v (variância) e σ (desvio-padrão)

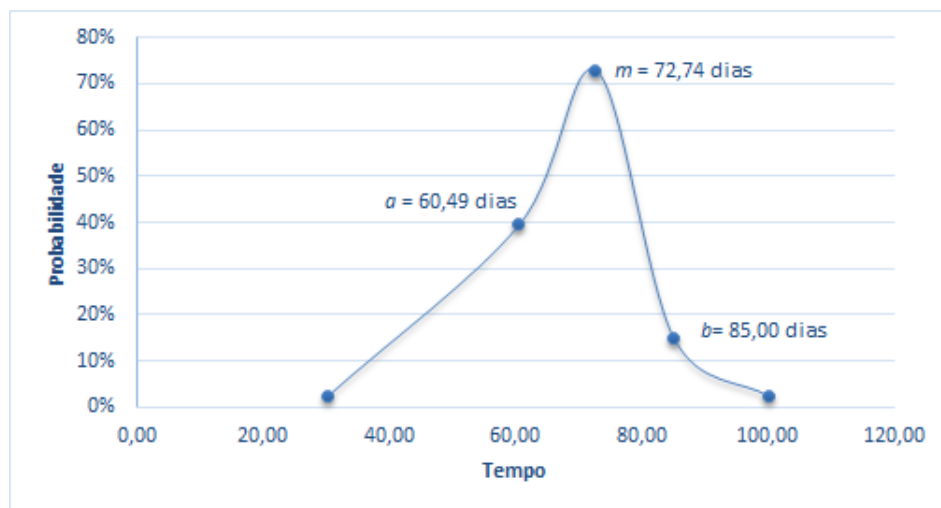


Figura 07: Distribuição beta de probabilidade da atividade concretagem do projeto em análise

Observa-se que das 19 (dezenove) subatividades que fazem parte do caminho crítico do projeto, 5 (cinco) apresentam riscos elevadíssimos, itens 4.1, 5.1, 9.4, 13.3 e 19.1 da Tabela 02, e merecem um alto controle ao longo dos seus processos de produção, assim como elaborações de respostas eficientes caso contrário, poderá prejudicar o planejamento do projeto. Por exemplo, se essas 5 (cinco) atividades de altíssimo riscos sofrerem um atraso simultaneamente de 10%, o projeto irá sofrer um atraso global de 56 dias e aumentará a sua

variância em 72%, confirmando o exposto por Krajewski (2009), com o aumento do intervalo das datas a e b maior será o risco de não cumprimento do projeto no menor tempo planejado.

3.3. Risco global do Projeto

Fazendo o comparativo dos tempos planejado com os tempos reais, calculou-se o risco do projeto para a primeira data de término do projeto, 240 dias, em relação a última data de término planejada do empreendimento, 821 dias, e assim, foi obtido um risco de 36,64% do projeto. Ou seja, se a obra estivesse sido planejada e se seus riscos estivessem sido avaliados previamente, poderiam sido elaborados estratégias de redução de tempo das subatividades críticas e assim evitado um atraso tão significativo. Como é visto na Tabela 03.

COMPARATIVO DO PLANEJADO COM O REAL - Avaliação global do projeto							
Descrição	a	PDI	UDT	b	m	v	σ
TEMPO DO CAMINHO CRÍTICO - Planejado	587,00	06/06/2011	04/09/2013	821,00	704,00	1585,87	14,76%
TEMPO REAL DA OBRA - Real	240,00	06/06/2011	19/09/2013	836,00	538,00	1585,87	36,64%

Figura 03: Tabela de comparativo dos riscos para o planejado e para o real do projeto

Também se pode observar que a primeira data de término do planejado, 587 dias é bem diferente da primeira data de termino fornecido pelo órgão licitante, 240 dias, o que supõe que não ocorreu erro no planejamento apenas pela empresa contratada mais também pelo órgão licitante, que negligenciou o planejamento da obra, fornecendo um tempo de construção incompatível com a realidade.

Além disso, pode-se analisar que as justificativas de atraso utilizadas pela empresa contratada não são compatíveis com as atividades críticas do planejado, que foram as subatividades: de concretagem, alvenaria, reboco interno, pintura e iluminação, que pelo seu volume foram restringidas por diversas subatividades, logo se torna necessário um sistema de respostas e controle aos riscos eficiente não apenas sobre as subatividades que estão presentes no caminho crítico como também as outras subatividades restritivas, pois apesar da condição de contorno em considerar o caminho crítico invariável, o mesmo apresenta um comportamento dinâmico e com diversas interações ao longo de todo o processo.

5. Conclusões

Um projeto se inicia com o desejo e/ou a necessidade para de acordo com as informações fornecidas pelo cliente, como por exemplo: descrição, função, locação, clima, se inicia o estudo preliminar para a elaboração do anteprojeto, quando definidas, partir para a elaboração dos projetos de arquiteturas, constituídos de desenhos, textos, planilhas, cronogramas, fotografias, maquetes e quaisquer elementos de representação.

Após estas etapas, iniciam-se os levantamentos dos dados topográficos e cadastral bem como a compatibilidade dos projetos com o código de postura do órgão licitante, partindo-se para elaboração dos projetos arquitetônicos (implantação, terraplanagem, pavimento(s), cobertura, cortes, elevações, detalhamentos e especificações técnicas), com estas definições e devidamente aprovados, passa-se para a etapa que necessita de prestação de serviços especializados, estruturas (fundação e superestrutura); instalações prediais (elétrica, telefone, lógica, frigorígenas e hidrossanitária); comunicação visual; paisagismo, impermeabilização e outros elementos de acordo com a função e localização da construção. Conforme recomenda as Normas Técnicas Brasileiras – ABNT NBR 13.531/1995 – Elaboração de projetos de edificações – Atividades Técnicas; NBR 12722/1992 – Discriminação de Serviços para construção de edifícios – Procedimento; e NBR 13.532/1995 – Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura.

Como a maioria das obras públicas são financiadas pelo Governo Federal, após a fase de

elaboração dos projetos deveria se efetuar a fase de gerenciamento de projetos com prazos compatíveis com a realidade, buscando-se evitar atrasos e prejuízos sociais por não usufruir do bem em construção. Pois, constatou-se no presente estudos que a falta de um planejamento prévio, quando da definição dos prazos contratuais pelo órgão licitante de 240 dias, mostrou-se absolutamente incompatível com quaisquer prazos planejados pela metodologia PERT/CPM, adotado quando da obra já concluída, que foi um tempo mínimo de execução de 587 dias e um máximo de 821 dias, sendo que o tempo efetivo da obra foi de 836 dias, gerando um risco de não cumprimento de prazo para o tempo inicial do órgão licitante de 36,64%.

Para trabalhos futuros, sugere-se a avaliação dos riscos de projetos abordando os outros objetivos de empreendimentos de construção civil, tais como custos, escopo e qualidade, fazendo-se uma abordagem macro de riscos de projetos. Assim como uma proposta de controle dos riscos ao longo da cadeia de produção de obra, com o intuito de propor metodologias de avaliação e controle de simples aplicação e de fáceis respostas para tomada de decisão de projetos.

Referências

CUKIERMAN, ZIGMUNDO S. *O modelo PERT/CPM aplicado a projetos*. 4º edição, Rio de Janeiro, 1982.

CARL V. LIMMER. *Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras*. Editora LTC, Rio de Janeiro, 1997.

CAPRA, FRITJOF. *A teia da vida "The web of life"*. 10º edição, editora Pensamento-Cultrix Ltda, São Paulo, 2006.

GUIA PMBOK. *Um Guia do Conhecimento de Projetos*. 5º edição, editora Saraiva, São Paulo, 2014.

GUIMARÃES, L. F. *Análise de risco em projetos de construção naval e Offshore*. UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

JAMES, COX III; MICHAEL S. SPENCER. *Manual da Teoria das Restrições*. Editora Bookman, Porto Alegre, 2002.

KRAJEWSKI, LEE; RITZMAN, LARRY; MALHOTRA, MANOJ. *Administração de Produção e Operações*. 10º edição, editor Pearson, São Paulo, 2009.

PORTER, MICHAEL E. *Estratégia Competitiva. Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência*. 8º edição, editora Campus, Rio de Janeiro, 1991.

PMP, KIM HELDMAN. *Gerência de Projetos. Guia para o exame oficial do PMI*. Revista técnica, 5º edição, editora Campus, Rio de Janeiro, 2009.

SLACK, NIGEL; CHAMBERS, STUART; JOHNSTON, ROBERT. *Administração da Produção*. 3º edição, editora Atlas, São Paulo, 2009.

PINI. *TCPO – Tabelas de Composições de Preços para Orçamento*. 14º edição, editora PINI Ltda, São Paulo, 2012.

ZAYED, T.; AMER, M; PAN, J.; "Assessing risk and uncertainty inherent in Chinese highway projects using AHP", *Science Direct International Journal of Project Management*, 2007.

NORMA TÉCNICA BRASILEIRA – ABNT NBR 12722/1992 – Discriminação de Serviços para construção de edifícios – Procedimento.

NORMA TÉCNICA BRASILEIRA – ABNT NBR 13.531/1995 – *Elaboração de projetos de edificações – Atividades Técnicas.*

NORMA TÉCNICA BRASILEIRA – ABNT NBR 13.532/1995 – *Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura.*

SOLOMON, E.; PRINGLE, J.J. *Introdução à Administração Financeira.* Edição Atlas S/A, S.P. 1981.

MENDES, J.R.B; VALLE, A.B; FABRA, MARCANTONIO. *Gerenciamento de Projetos.* Rio de Janeiro: FGV, 2009.