

Análise de Risco de Prazos Aplicada à Engenharia Simultânea

Paulo Antônio Xavier Furtado (UTFPR) paulofurtado@alunos.utfpr.edu.br
João Luiz Kovaleski (UTFPR) kovaleski@utfpr.edu.br

Resumo

Esse artigo propõe uma metodologia de análise de risco de prazos aplicada à engenharia simultânea. A partir das lições aprendidas, ou junto aos especialistas, obtêm-se os prazos probabilísticos para execução das atividades do projeto, simula-se o *Program Evaluation and Review Technique* do projeto, através do Método de Monte Carlo, definindo um cenário de prazo final para execução do projeto em função de um risco aceitável. A partir das lições aprendidas, ou junto aos especialistas, obtêm-se fatores de risco das atividades desse projeto, identificam-se as probabilidades de ocorrência e impactos dos fatores de risco nesse projeto, constroem-se matrizes de probabilidade versus impacto, definindo ações de contingenciamento. As ações de contingenciamento consideradas críticas são simuladas como atividades do projeto, obtendo-se um novo *Program Evaluation and Review Technique* para o projeto.

Palavras Chaves: Engenharia Simultânea, Gestão de Projetos, Análise de Risco.

Risk Analysis Deadlines Applied to Concurrent Engineering

Abstract

This paper proposes a deadlines risk analysis methodology applied to concurrent engineering. From the lessons learned, or with the experts, we obtain probabilistic deadlines for implementation of project activities, simulates the Program Evaluation and Review Technique of the project, through the Monte Carlo method, setting a deadline set for execution of the project in terms of an acceptable risk. From the lessons learned, or from the experts, are obtained risk factors of the activities of this project, we can identify the probability of occurrence and impact of risk factors in this project, are constructed arrays of probability versus impact, defining actions of contingency. The contingency actions considered critical are simulated as project activities, obtaining a new Program Evaluation and Review Technique for the project.

Key-words: Concurrent Engineering, Project Management, Risk Analysis.

1. Introdução

Várias técnicas de análise de riscos têm sido aplicadas na gestão de projetos no que tange a concepção dos planos de contingência, dentre essas a utilização de matrizes de impacto versus probabilidade, conhecidas como matrizes de riscos, associadas com lições apreendidas, em outra linha ao utilização de árvores de decisão [Torres et al. 2013], ou planejamento dinâmico a partir de uma matriz de criticidade de contingência proposta [Roney 2003].

Visando aprimorar a utilização de matrizes de riscos, esse artigo apresenta uma análise de risco de prazos aplicada a engenharia simultânea, com um embasamento construído a partir da fusão da engenharia simultânea, gestão de projetos e gerenciamento de riscos. Dessa forma, é feita uma abordagem integrando:

- Conhecimentos da engenharia simultânea ao estruturar projeto por fases;
- Conhecimentos de gerenciamento de escopo e prazos ao criar a estrutura analítica de projetos e o *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) de projetos;
- Conhecimentos de análise de riscos ao estruturar a matriz de risco, bem como resposta a riscos através das ações de contingência.

Na sequência é apresentada a metodologia de análise de risco de prazos de engenharia simultânea com base na utilização de diagrama de rede probabilístico PERT do projeto, que permite a inserção de atividades de contingência visando mitigar riscos, finalmente é apresentado o resultado de um *case* de aplicação na engenharia sequencial, sendo estendido para engenharia simultânea, e avaliado nas conclusões.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Fases de Engenharia Simultânea

Modelos comparativos de fases da engenharia simultânea versus engenharia sequencial têm sido apresentados, dentre esses o modelo consolidado de Yasdani e Holmes (1999), mostrado na Figura 1, apresentando ganhos de prazos pela engenharia simultânea ao longo do projeto de desenvolvimento de produtos.

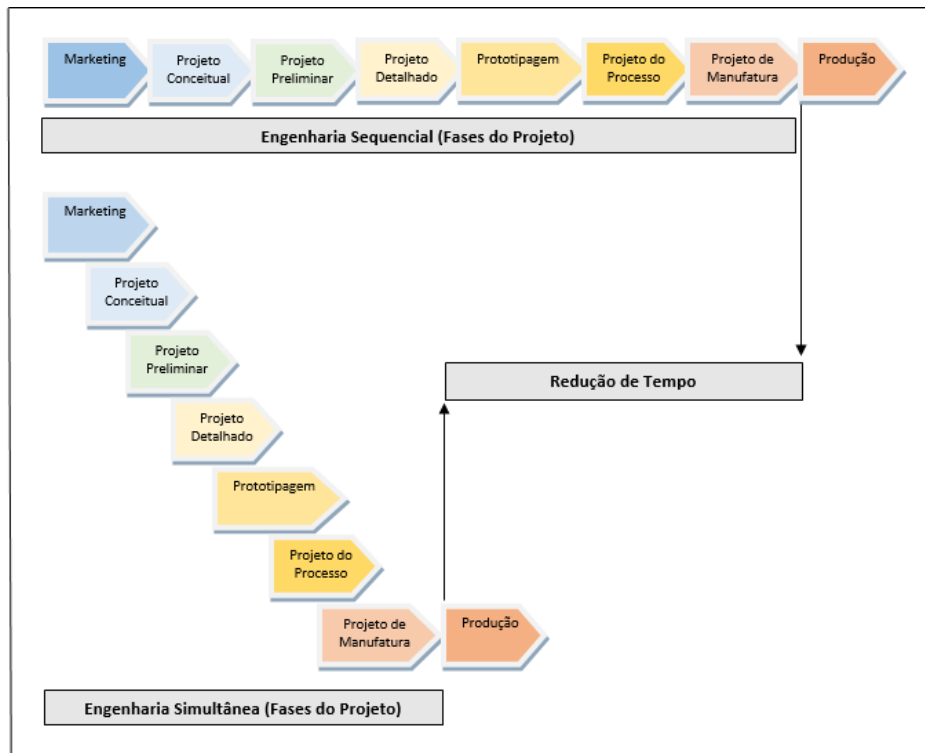


Figura 1 – Engenharia sequencial versus engenharia simultânea
Fonte: Adaptado Yasdani e Holmes (1999)

Na Figura 2, é detalhada as interfaces entre fases da engenharia simultânea desse modelo, visando solucionar questões referentes a passagem de fases.

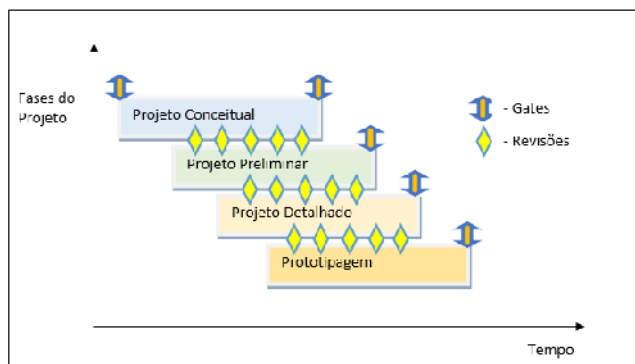


Figura 2 – Fases e *gates* na engenharia simultânea
Fonte: Adaptado Yasdani e Holmes (1999)

Conforme proposto pelo Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (NeDIP) no Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PRODIP) a engenharia simultânea apresenta as seguintes fases: informacional, conceitual, de projeto (preliminar e detalhado), de preparação da produção, de lançamento e validação de produto.

2.2 Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

2.2.1 Fases e Atividades da EAP (PMBOK® Guide, 2013)

A EAP apresenta-se no formato de um organograma hierárquico por fases ou entregas da engenharia simultânea, sendo o principal produto do conhecimento de gerenciamento de escopo. Ao “Criar a EAP” identificam-se as entregas no nível mais baixo da EAP, o pacote de trabalho, que são decompostos em atividades (Figura 3) das fases de engenharia.

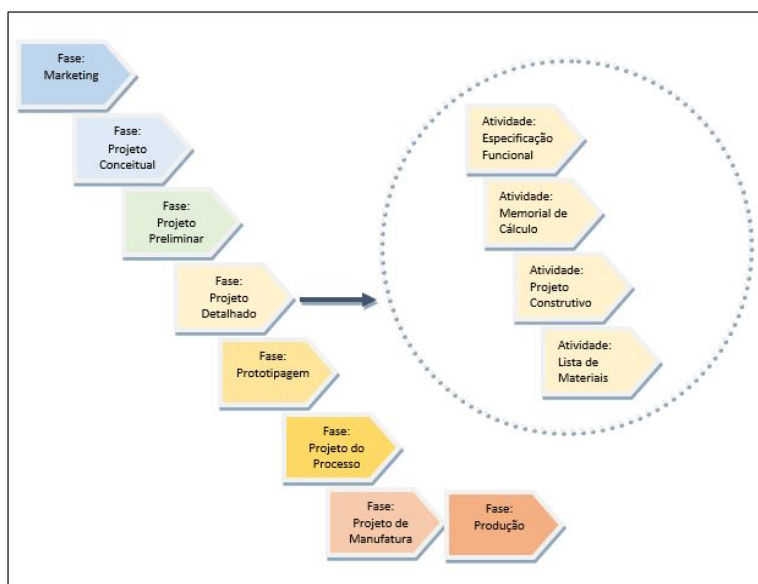


Figura 3 – Atividades da fase de projeto da engenharia simultânea
Fonte: Autor (2016)

Segue uma metodologia simples para auxiliar na criação de uma EAP (Figura 4):

- Elaborar o conjunto de atividades das fases do projeto;
- Definir os atributos de cada atividade: escopo, prazo, custo e recursos;
- Definir os requisitos de cada atividade;
- Definir as equipes e os responsáveis pelas atividades do projeto.

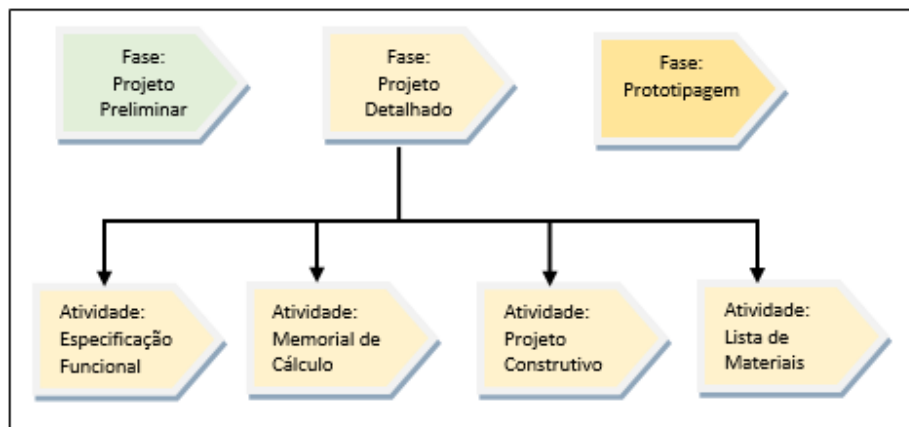


Figura 4 – Detalhe da EAP da fase de projeto detalhado da engenharia simultânea
Fonte: Autor (2016)

2.2.2 Diagrama PERT das Atividades das Fases da EAP

Uma rede de planejamento PERT é definida principalmente segundo suas atividades, eventos, atributos, caminhos e caminho crítico, sendo, a duração das atividades estimada de forma probabilística com uso de funções de distribuição probabilísticas, tornando-se muito interessante para atividades das fases da engenharia, sujeitas a variações de prazos aleatórios.

Devido a forma simples e facilidade de estimar os prazos das atividades, as funções de distribuição de probabilidades triangular e beta são a mais utilizadas pelos especialistas (VOSE, 2008), sendo definidas com base em três estimativas:

- Estimativa de menor prazo, definida como o tempo de menor duração da atividade, considerando o melhor dos cenários, onde não ocorrerá falta de recursos humanos e materiais;
- Estimativa de prazo mais provável, definida como o tempo mais provável de duração da atividade, considerando um cenário normal;
- Estimativa de maior prazo, definida como a estimativa de tempo de maior duração da atividade, considerando o pior dos cenários, onde ocorrerá uma série de acontecimentos desfavoráveis para a execução da atividade.

2.2.3 Análise de Risco

Os riscos são geralmente identificados usando métodos estruturados envolvendo uma combinação de experiência, conhecimento e busca de informação, com métodos clássicos, baseados em analogia, heurísticas ou análise (FANG et al., 2013).

Durante essa atividade, especialistas trabalham para identificar os fatores de risco que possam afetar os objetivos do projeto (MOROTE, 2011). Contam com o auxílio das lições aprendidas,

a depender do porte do projeto e da quantidade de especialistas envolvidos, pode-se também aplicar avaliações subjetivas, desde simples técnicas de *check lists* e *brainstorm* até pesquisa pelo método *Delphi* (*Practice Standard for Project Risk Management*, 2009).

Identificados os fatores de risco, avalia-se a probabilidade de ocorrência e impacto dos fatores de risco nos objetivos do projeto (MOROTE, 2011). Desta forma, a análise de riscos é feita a partir das matrizes de impacto versus probabilidades, denominadas matrizes de risco (*PMBOK® Guide*, 2013) e é fundamental na gestão de projeto.

Observando o modelo de ficha de controle risco, apresentada na Figura 6:

- Identificam-se as seguintes dimensões de riscos, oriundas dos objetivos do projeto: escopo (E), custos (\$), prazos (P), qualidade (Q), aquisições (A); recursos humanos (RH) e comunicações (C);
- Identificam-se os seguintes fatores de riscos associados as dimensões de riscos: FR_nE , FR_nP , $FR_n\$$, FR_nQ , FR_nC e FR_nRH , ou seja, a probabilidade de ocorrência e de impacto de eventos anormais nas dimensões de riscos durante as fases do projeto (*PMBOK® Guide*, 2013).

A partir do fator de risco obtido, executa-se a classificação de prioridade do risco. A seguir, é apresentada a classificação de prioridade do risco, para efeito de tratamento do risco, conforme definido por Fang et al. (2013):

- Um risco é de baixa prioridade para um fator de risco menor ou igual a 0,05 na matriz de risco, compreendendo a faixa azul e verde da matriz;
- Um risco é de prioridade moderada para um fator de risco maior que 0,05 e menor ou igual a 0,14 na matriz de risco, compreendendo a faixa amarela da matriz;
- Um risco é de alta prioridade para um fator de risco maior que 0,14 na matriz de risco, compreendendo a faixa vermelha da matriz, conhecido como risco crítico por estar no topo do ranking.

Identificação:		Ficha de Controle de Risco				Criada:	
Fator de Risco: FR_n							
Risco: N							
Matriz de Impacto versus Probabilidade (Matriz de Risco)							
Probabilidade							
M. A.	0,9			$FR_nC - FR_nE$			FR_nP
Alta	0,7						
Média	0,5						$FR_n\$$
Baixa	0,3			FR_nQ		FR_nA	
M.B.	0,1		FR_nRH				
Nula	0,0						
Impacto →		0,0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
		Nulo	M.B.	Baixo	Médio	Alto	M.A.
Dimensões de Riscos							
\$ = Custo		P = Prazo		A = Aquisições		C = Comunicações	
E = Escopo		C = Qualidade		RH = Recursos Humanos			
Responsável:				Origem:			

Figura 6 – Ficha de controle de risco
Fonte: Adaptado do *Project Management Body of Knowledge*, (2013)

Classificado os riscos, passa-se ao o planejamento a resposta de risco do projeto que tem como objetivo identificar ações que podem reduzir as ameaças para a realização dos objetivos do projeto a um custo mínimo. (FANG et al., 2013).

Seguem os tipos de ações de respostas descritas no *Project Management Body of Knowledge*, (2013) e reforçadas por Zhang e Fan (2014) a serem propostas no plano de contingência, visando tratar fatores de risco com impactos negativos no projeto: eliminação, transferência, mitigação ou aceitação.

3. Metodologia de Análise de Risco de Prazos

Esse artigo propõe uma metodologia de análise de risco de prazos aplicada a engenharia simultânea (Figura 7), a partir de modificações na metodologia aplicada de análise de risco de prazos a engenharia sequencial, apresentada por Furtado (2013), revista no *case* desse artigo e avaliada nas conclusões.

Seguem os passos da metodologia proposta:

Passo 1 - Criação da EAP.

Passo 2 - Levantamento, nas lições aprendidas, dos prazos probabilísticos das atividades do projeto.

Passo 3 - Criação do diagrama PERT das atividades do projeto, através de simulação pelo Método de Monte Carlo.

Passo 4 - Criação do diagrama PERT do projeto, através de simulação pelo Método de Monte Carlo, considerando a dependência de requisitos entre as atividades do projeto.

Passo 5 - Análise do diagrama PERT de prazos probabilísticos do projeto, visando fixar o prazo para um risco aceitável e desejável.

Passo 6 - Levantamento nas lições aprendidas, dos fatores de risco de prazos das atividades do projeto.

Passo 7 - Criação da matriz de risco de prazos do projeto.

Passo 8 - Levantamento dos fatores de risco de prazos críticos da matriz de risco de prazos do projeto.

Passo 9 - Criação de atividades de contingência, a partir das lições aprendidas, visando mitigar, ou eliminar, a probabilidade de ocorrência e/ou impacto dos riscos críticos de prazos.

Passo 10 - Retornar ao passo 4, ou finalizar, no caso de encerramento do projeto.

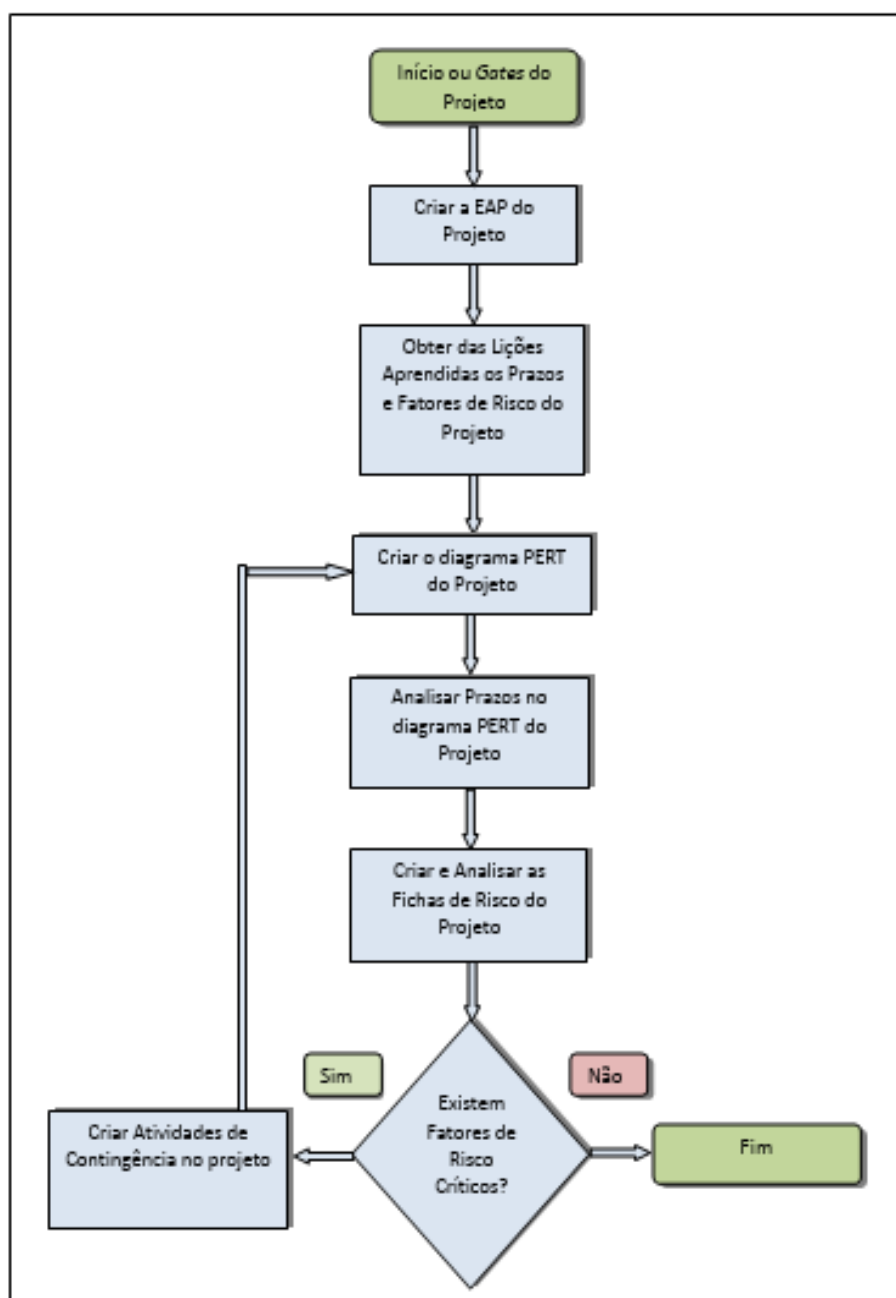


Figura 7 – Fluxograma da metodologia
Fonte: Autor (2016)

4. Case de Aplicação da Metodologia na Engenharia Sequencial

Ao examinar a metodologia de análise de risco de prazos aplicada a engenharia sequencial, proposta por Furtado (2013), onde alguns passos são apresentados a seguir, fica fácil de estender essa metodologia para engenharia simultânea, inclusive de demonstrar a redução dos prazos do projeto, o que será visto nas conclusões desse artigo.

Passo 1 - A Figura 8 apresenta EAP por fase do Projeto, construída com base na estrutura organizacional.

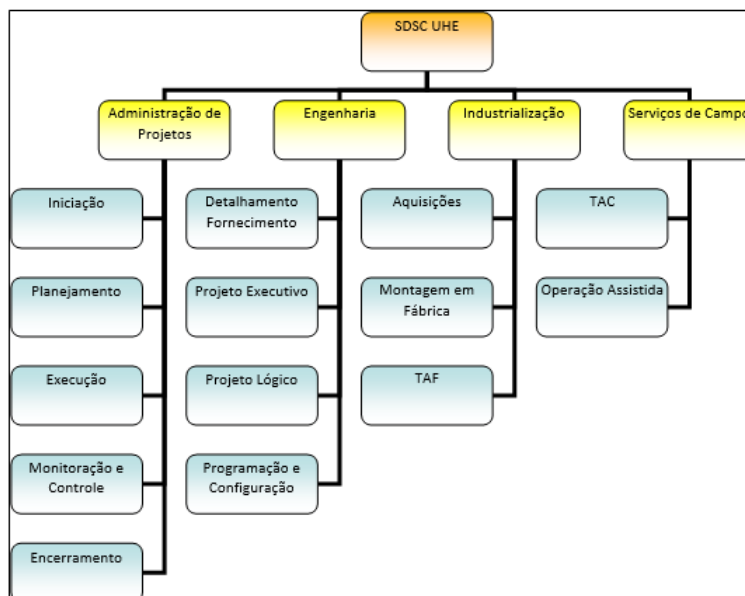


Figura 8 – EAP do projeto por fases
Fonte: Furtado (2013)

Passo 2 - A Figura 9 apresenta a planilha de simulação PERT do projeto, com uma tabela dos campos de prazos (mínimo, provável e máximo), os cenários das atividades e os caminhos da rede PERT do Projeto.

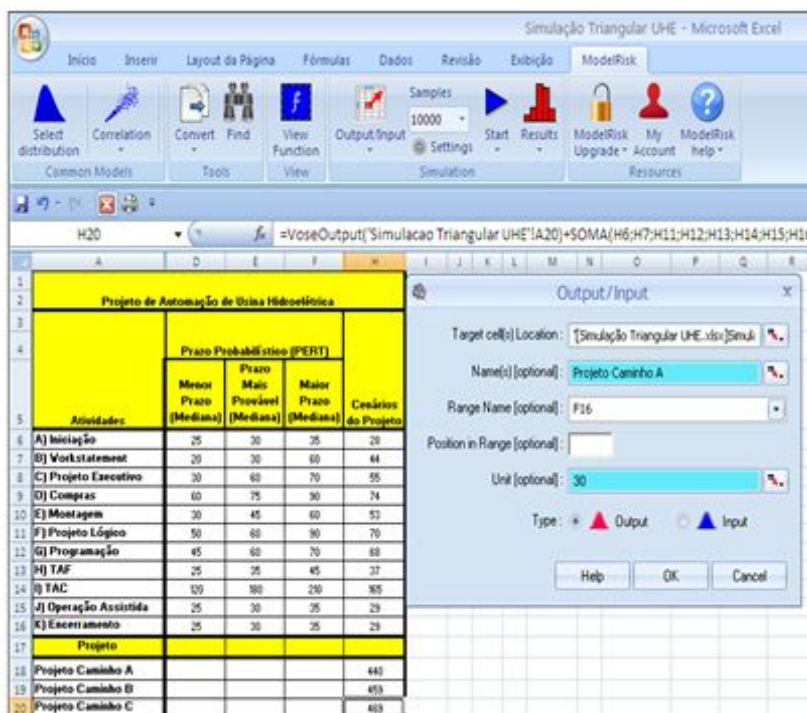


Figura 9 – Planilha de simulação PERT do projeto
Fonte: Software ModelRisk - Furtado (2013)

Ao observar a Figura 9, fica claro a adoção das fases como atividades, como forma de simplificar a EAP e simulação do PERT do projeto.

Passo 5 - A Figura 10 apresenta o gráfico de simulação PERT do projeto no caminho C, que tem a maior probabilidade de se tornar crítico, ou seja, de maior duração na execução do projeto, com um prazo mínimo de 380 dias, um prazo provável de 460 dias, um prazo máximo de 540 dias, e um prazo de 485 dias para execução do projeto com 90% de certeza, ou 10 % de risco.

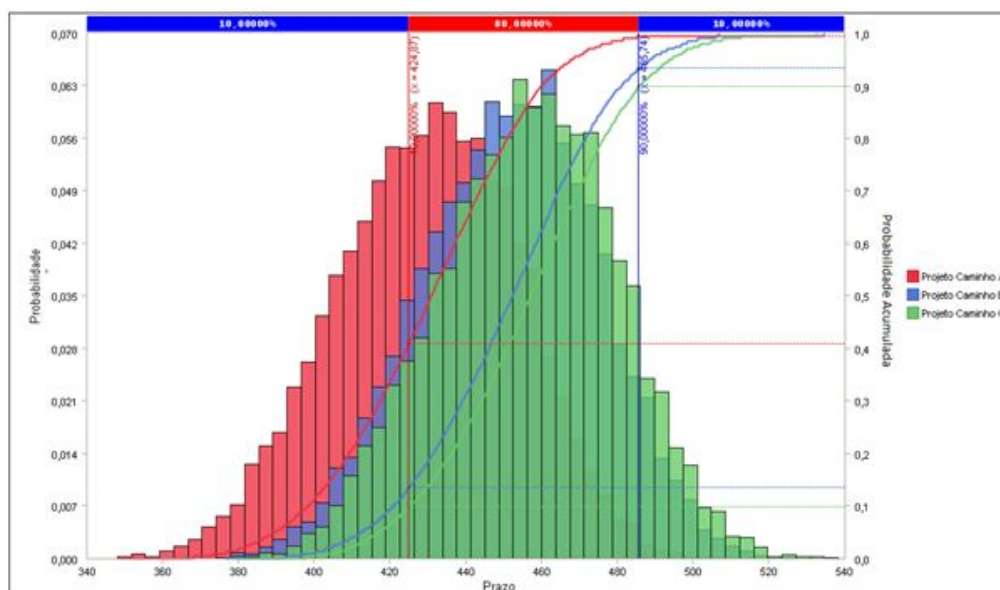


Figura 10 – Simulação do diagrama PERT de projeto de engenharia sequencial
Fonte: Software ModelRisk - Furtado (2013)

Passo 8 - A Figura 11 apresenta a ficha de risco do projeto, referente a atrasos no prazo da atividade de testes, com um fator de risco crítico, o que implica na inserção de uma atividade de contingência no projeto, prevendo recurso humano extra.

Identificação: SDSC UHE		Ficha de Controle de Risco			Criada: 2013	
Fator de Risco: FR ₁ P						
Risco: 1 – Atraso no Prazo dos Testes						
Matriz de Impacto versus Probabilidade (Matriz de Risco)						
Probabilidade						
M. A.	0,9				0,18	
Alta	0,7					
Média	0,5					
Baixa	0,3					
M.B.	0,1					
Nula	0,0					
Impacto →	0,0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
	Nulo	M.B.	Baixo	Médio	Alto	M.A.
Dimensões de Riscos						
\$ = Custo		P = Prazo		A = Aquisições		C = Comunicações
E = Escopo		C = Qualidade		RH = Recursos Humanos		
Responsável: Gerente de Projeto				Origem: Supervisor dos Testes		

Figura 11 – Ficha de risco do projeto
Fonte: Furtado (2013)

Passo 9 - A Figura 12 apresenta a simulação da atividade de contingência, visando mitigar atrasos no prazo da atividade de testes, incluída no projeto de forma sequencial, referente a inserção de recurso humano extra, durante um prazo mínimo de 25 dias, um prazo provável de 30 dias, um prazo máximo de 35 dias e um prazo de 33 dias para execução, com 90% de certeza, ou 10 % de risco.

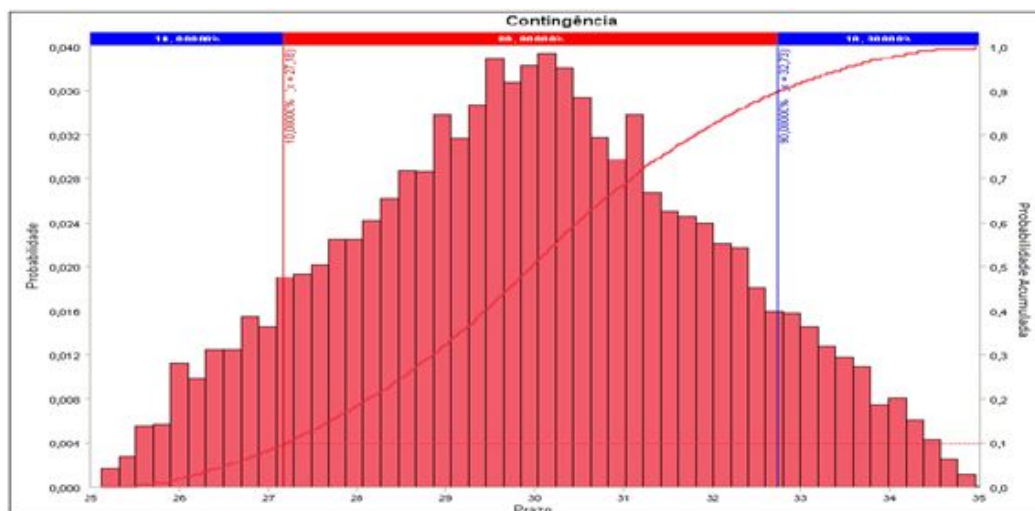


Figura 12 – Simulação do diagrama PERT de atividade de contingência
Fonte: Software ModelRisk – Furtado (2013)

Passo 10 - A Figura 13 apresenta a simulação do projeto no caminho C, que tem a maior probabilidade de se tornar crítico, já incluindo a atividade de contingência, com um prazo mínimo de 420 dias, um prazo provável de 490 dias e um prazo máximo de 570 dias, e um prazo de 520 dias para execução do projeto com 90% de certeza, ou 10 % de risco.

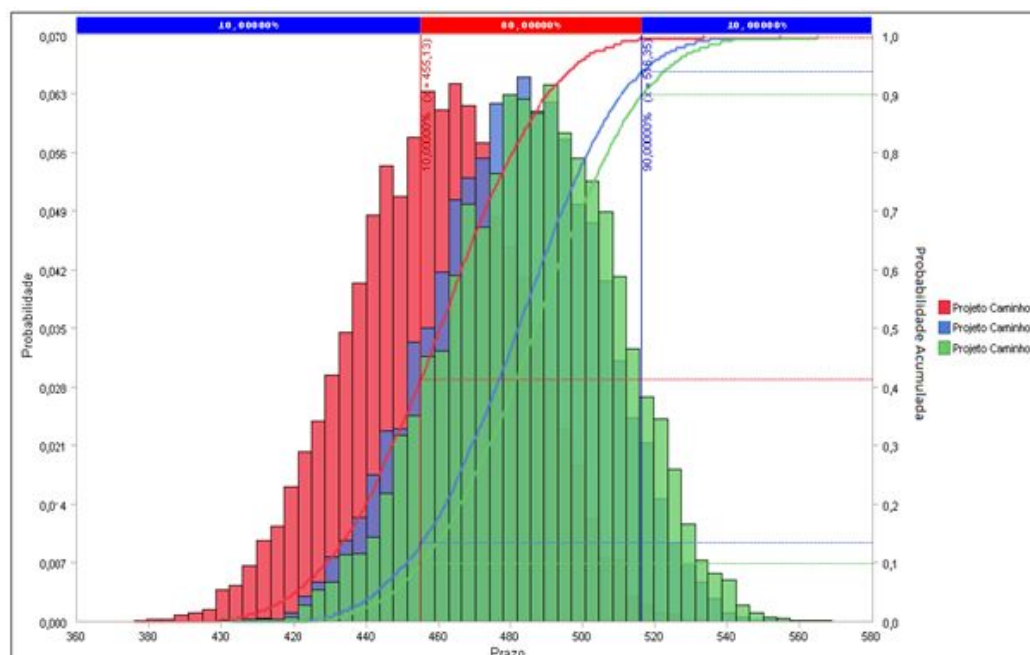


Figura 13 – Simulação do diagrama PERT de atividade de contingência
Fonte: Software ModelRisk – Furtado (2013)

5. Conclusões

A inclusão sequencial da atividade de contingência no projeto, implicou em um aumento de 485 dias para 520 dias para execução do projeto no caminho crítico C, com 90% de certeza, ou 10 % de risco, conforme mostrado na Figura 13, ou seja, aumento de prazo com a inserção de novas atividades de contingência.

No caso de se fazer uma modificação na metodologia proposta por Furtado (2013), ao inserir a atividade de contingência simultaneamente com atividade de testes (TAC) no caminho crítico C (Figura 9), fica mantido o prazo original de 485 dias para execução do projeto com 90% de certeza, ou 10% de risco, conforme pode ser mostrado na Figura 10.

Conclui-se, que ao se estabelecer outras simultaneidades entre fases e/ou atividades de projeto com atividades de contingências, naturalmente o prazo será mantido, independente da inserção de novas atividades de contingência, porém deve-se ater a condição de se identificar com antecedência as atividades de contingência, bem como a possibilidade de se estabelecer simultaneidades com demais atividades do projeto.

Referências

- CHIUSOLI, R.F.Z.; TOLEDO, J.C.** “Engenharia Simultânea: estudo de caso na indústria brasileira de autopeças”. In: *Anais do II Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos*. São Carlos, 2000.
- FANG, C.; MARLE, F.; XIE, M.; ZIO, E.** (2013). An integrated framework for risk response planning under resource constraints in large engineering projects: *IEEE Transaction on Engineering Management*, Vol. 60, N. 3.
- FURTADO, P.A.X.** Dissertação: Análise de Risco de Prazos Aplicada a Projetos de Automação de Hidrelétricas. Curitiba: LACTEC - UFPR, 2013.
- MOROTE, N.; VILA, R.F.** (2011) A fuzzy approach to construction project risk assessment: *International Journal of Project Management* 29: 220–231. JCR 2.885.
- PRASAD, B.; WANG, F.; DENG, J.** “A concurrent workflow management process for integrated product development”. *Journal of Engineering Design*. v.9, n.2, 1998, p121-135.
- Practice Standard for Work Breakdown Structures.** PMI, 2001.
- Practice Standard for Project Risk Management.** PMI, 2009.
- Project Management Body of Knowledge. (PMBOK® Guide)** 5. ed. PMI, 2013.
- Roney, C.W.**, (2003). Planning for strategic contingencies: *Business Horizons*, 46:35–42.
- Torres, A.J.R., Mahmoodi, F. Zeng, A. Z.** (2013). Supplier selection model with contingency planning for supplier failures: *Computers & Industrial Engineering*, 66:2
- VOSE, D.** *Risk Analysis a Quantitative Guide*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2008.
- YAZDANI, B.; HOLMES, C.** “Four models of design definition: sequential, design centered, concurrent and dynamic”. *Journal of Engineering Design*. v.10, n.1, 1999, p.25-37.
- ZHANG, Y.; FAN, Z.P.** (2014) . An optimization method for selecting project risk response strategies: *International Journal of Project Management* 32 412–422. JCR 2.885.