



Método de Monte Carlo: um estudo de caso aplicado ao Gerenciamento de Projetos

(Tecnologia da Informação - Artigo Completo)

Rômulo Petronilio Pereira Brandão (UFMS/CPPP) romulo.sesi@gmail.com
Patricia Barbosa Inojosa da Silva (UFMS/CPPP) patricia_barbosa@hotmail.com
Leonardo Souza Silva (UFMS/CPPP) leonardo.silva@ufms.br

Resumo:

Na presença de uma nova perspectiva no cenário empresarial na busca por práticas que evitem gastos desnecessários e alavanque o sucesso do empreendimento, as organizações reconheceram o contexto do gerenciamento de projetos como uma metodologia eficaz e essencial para assegurar sua permanência no mercado de trabalho. Em vista disso, para garantir que todas as premissas existentes em todo projeto, como prazo, custo e qualidade sejam atingidas, existe uma importante área que se responsabiliza em zelar estes requisitos, conhecido por gerência de riscos, área na qual necessita de maior notoriedade pelos gestores de projetos. Dessa forma, este artigo tem por objetivo, colaborar pela discussão sobre a importância acerca desta área, a fim de evidenciar uma importante técnica de análise de riscos conhecido por Monte Carlo, que por meio de um estudo de caso, pretende-se obter uma melhor compreensão sobre este método, além de possibilitar o reconhecimento sobre como administrar o imprevisível para promover o sucesso do projeto.

Palavras-chave: Gerenciamento de Riscos, Monte Carlo, Gerenciamento de Projetos.

1 Introdução

Diante a nova realidade que se estabeleceu nas empresas nos últimos anos com a preocupação por buscas em práticas de melhorarias no contexto de projetos, adotar um modelo de gerenciamento tornou-se extremamente necessário, para que promovessem a minimização de prazos e custo, e conseqüentemente contribuir para atingir a qualidade esperada. Dessa forma, lançamos um olhar atento a essa questão, quando deparamos a uma pesquisa destacada por Vargas (2005) mencionando que cerca de 12 trilhões de dólares são de hoje empregados em projetos, compreendendo-se a importância em relação ao gerenciamento de projetos.

Em vista disso, segundo pesquisa realizada pelo *Standish Group* relatam dados preocupantes que, apenas 28% dos projetos elaborados são abortados, 46% extrapolam prazos/recursos e, apenas 26% são bem-sucedidos. As falhas de projetos podem ocorrer por diversos fatores, por exemplo, pela má gestão e falta de planejamento, mas em particular, o fator risco, pois em todo e qualquer projeto de software está sujeito a problemas de qualidade, cronograma, e de custo que são afetados por riscos que são inesperados, não planejados ou ignorados simplesmente pela falta de conhecimento.

Risco pode ser definido como um evento ou condição incerta que, se ocorrer, tem um efeito positivo ou negativo sobre ao menos um dos objetivos do projeto (PMI, 2013), portanto tratar os riscos é de extrema importância para garantir o sucesso do projeto, pois se forem corretamente analisados antes de acontecerem, a possibilidade de mitigar a situação é maior. Logo, dentre as áreas de conhecimentos presentes no guia *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) existe uma área específica responsável por tratar essas incertezas,



descrita por gerência de riscos que oferece um conjunto de práticas e métodos com o objetivo de identificar, analisar e responder aos riscos de um projeto.

Na Gerência de Risco vale ressaltar que apesar do conhecimento acerca desta área, muitas pessoas não sabem exatamente como realizar essa tarefa e por isso, por desconhecimento ou por não dominarem alguma técnica acabam não realizando adequadamente todo o processo. Por essa razão, este trabalho se propõe a contribuir com o melhor aproveitamento da Gerência de Risco, apresentando uma metodologia utilizada no processo da análise quantitativa, chamada de Monte Carlo, uma técnica de simulação, que por meio do seu resultado final, oferece probabilidades de custo e/ou prazo sobre o projeto, tornando-se uma ferramenta fundamental para tomar decisões em relação ao desenvolvimento do planejamento do empreendimento. Por isso, valendo-se da sua aplicação em um estudo de caso o trabalho pretende mostrar sua aplicação visando contribuir para a melhor compreensão da técnica e estimular sua adoção nas empresas.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: enquanto a primeira seção apresentou a motivação para seu desenvolvimento, a seção 2 destaca os principais conceitos envolvidos ao Gerenciamento de Projetos, para em seguida na seção 3 evidenciar uma área importante no contexto de gerência de projeto, o Gerenciamento de Risco. As seções 3 e 4 apresentam respectivamente o Método Monte Carlo (MMC) e os Materiais e Métodos utilizados no desenvolvimento do Projeto. Por fim, após a apresentação do estudo de caso desenvolvido na seção 5, a seção 6 destaca as conclusões finais do trabalho.

2 Gerenciamento de Projetos

Para estabelecer uma competitividade diante aos seus concorrentes e a permanência perante o mercado de trabalho, é imprescindível para a organização o desenvolvimento de um modelo de gerenciamento com o objetivo de obter um melhor controle do seu empreendimento e alcançar o nível esperado de qualidade, buscando sempre atingir menores custos e a não extrapolação de prazos. Vargas (2009) descreve o conceito de gerenciamento de projeto como:

Na realidade, o gerenciamento de projetos não propõe nada revolucionário e novo. Sua proposta é estabelecer um processo estruturado e lógico para lidar com eventos que se caracterizam pela novidade, complexidade e dinâmica ambiental. Hoje, por mais que tenhamos evoluído tecnicamente, deparamo-nos com um ambiente que evoluiu muitas vezes mais, ou seja, hoje somos muito mais capazes que no passado, porém esse nosso aumento de capacidade é cada vez menor se comparado com o aumento na dinâmica do ambiente (2009, p 4).

Dessa forma, gerenciamento de projetos envolve em adotar maneiras que compreendem ao seguimento de ações, como pode visto pelo guia PMBOK, um guia reconhecido mundialmente pelos profissionais de gerência de projetos e utilizado como padrão em diversas organizações que estabelece um conjunto de práticas e métodos, apresentando conceitos característicos do gerenciamento de projetos.

Todo projeto pode ser subdivido em diversas fases de desenvolvimento, visando um melhor controle gerencial (VARGAS, 2009). A somatória de todas as fases presentes é chamada de ciclo de vida do projeto. Essas fases, por sua vez são uma coleção de atividades e tarefas do projeto que estão relativamente relacionados e que geram uma ou mais entregas. Assim, o encerramento de cada fase é dado como marco, produzido como entrega para dar continuidade à fase seguinte.

Ao planejar-se um projeto é necessário pensar em todos aqueles que estarão envolvidos no desenvolvimento do projeto, chamados de *stakeholders* ou partes interessadas,

isto é, é todo aquele que influencia a sua empresa ou é influenciado, voluntariamente ou não, cujos interesses podem ser afetados, de forma positiva ou negativa, são exemplos, o patrocinador, gerente de projeto, cliente, fornecedores e entre outros.

Dentro de cada fase do empreendimento, existem diversos processos inclusos. Desse modo, um processo é um conjunto de ações e atividades inter-relacionadas que são executadas para criar um produto, serviço ou resultado pré-especificado (PMI, 2013). Logo, todo processo pode ser caracterizado por:

- São executados pela equipe do projeto.
- Cada processo é caracterizado por suas entradas, ferramenta, técnica e saídas.
- Interação entre si de forma complexa.
- Podem se sobrepuser.

Desta forma, segundo o PMBOK os processos são classificados em cinco categorias, conhecidos como grupo de processos de iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento.

O grupo de processo de iniciação engloba todos aqueles processos que são executados para definir um novo projeto ou uma nova fase, já de um projeto existente obtendo autorização para iniciar o projeto ou uma fase. O grupo de processo de planejamento engloba os processos necessários para estabelecer o escopo do projeto, refinar os objetivos e definir as ações necessárias para atingir os objetivos do projeto; de execução é constituído aqueles processos que são executados para completar o trabalho definido no plano de gestão de projetos para satisfazer as especificações do projeto; de monitoramento e controle é composto pelos os processos necessários para rastrear, acompanhar, revisar e controlar o progresso e desempenho do projeto, também visa identificar as áreas nas quais as alterações no plano são necessárias e iniciar essas alterações correspondentes. E finalmente o grupo de processo de encerramento, os processos são executados para finalizar todas as atividades em todos os grupos e processos para formalmente finalizar o projeto ou a fase (PMI, 2013).

Em visto disso, a integração no gerenciamento de projetos requer que o grupo de processos de monitoramento e controle interaja com os outros grupos de processos, isto é, o monitoramento e controle ocorrerão sempre acompanhados dos outros grupos. Esta visão pode ser observada na Figura 1.

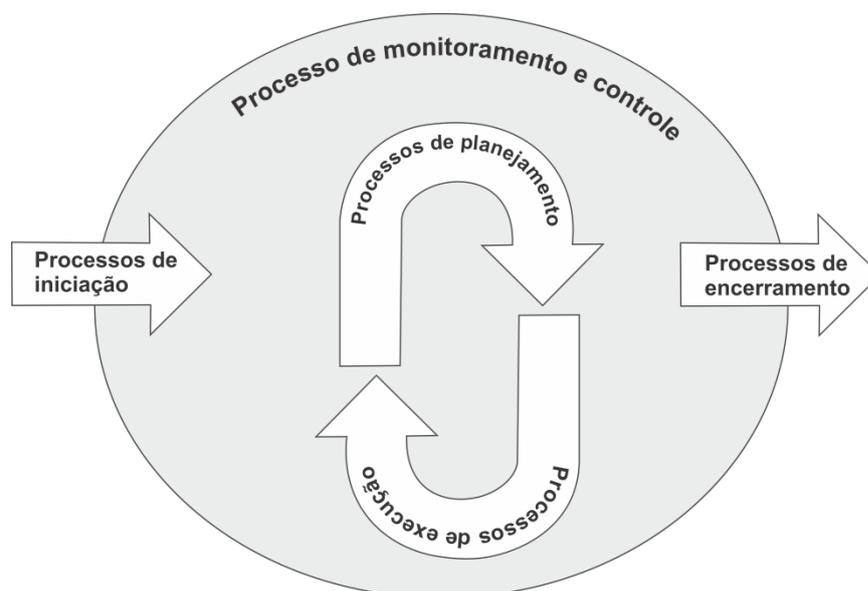




Figura 1 - Grupos de processos de gerenciamento de projetos. Fonte: (PMI, 2013).

Embora os processos sejam descritos de forma isolada, eles se sobrepõem e interagem de forma complexa, em que a aplicação dos processos pode ocorrer repetidas vezes durante o projeto (PMI, 2013).

Outra forma de categorizar os quarenta e sete processos previstos pelo PMBOK é o que chamamos de áreas de conhecimento. Uma área de conhecimento representa um conjunto completo de conceitos, termos e atividades que constituem um campo profissional ou área de especialização (PMI, 2013).

As áreas de conhecimento de gerenciamento são: integração, escopo, tempo, custo, qualidade, recursos humanos, comunicação, risco, aquisições e *stakeholders* e suas definições podem ser vistas na Quadro 1.

Quadro 1 – Grupo de processos de gerenciamento de projetos e mapeamento das áreas de conhecimento. Fonte: (PMI, 2013).

Áreas de conhecimento	Definição
Gerenciamento de integração do projeto	Consiste na coordenação de todos os aspectos do plano do projeto, incluindo tarefas que contribuem para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os vários processos de todos os grupos de gerenciamento e suas atividades (HELDMAN, 2006).
Gerenciamento de escopo	Refere-se à definição de todas as atividades do projeto necessárias ao cumprimento das metas, ou seja, controla o que está e o que não está incluído no projeto (HELDMAN, 2006).
Gerenciamento do tempo	Envolve a estimativa da duração das atividades do plano do projeto, área principal destinada a controlar o cronograma do projeto, bem como os esforços necessários para realizar os trabalhos do projeto, desde o início ao fim das atividades (CRUZ, 2013).
Gerenciamento de custos	Envolve atividades para controlar estimativas, orçamentos e custos do projeto, de modo que todos os trabalhos possam ser realizados e terminados dentro do orçamento inicialmente aprovado (CRUZ, 2013).
Gerenciamento da qualidade	Descreve processos para determinar as políticas de qualidade, os objetivos e as responsabilidades, de modo que projeto satisfaça às necessidades para as quais ele foi originado e realizado (CRUZ, 2013).
Gerenciamento dos recursos humanos	Consiste em processos que organizam e gerencia a equipe do projeto, responsável por definir, mobilizar, desenvolver e gerenciar toda equipe do projeto (CRUZ, 2013).
Gerenciamento das	Equivale a processos necessários para garantir que as

comunicações	informações do projeto sejam geradas, coletadas, distribuídas, armazenadas, recuperadas e organizadas no momento oportuno para as partes interessadas (CRUZ, 2013).
Gerenciamento dos riscos	Relaciona processos que se referem á identificação, análise e planejamento de riscos potenciais que podem afetar o projeto, principal área e maior responsável por aumentar a probabilidade e impacto dos eventos positivos e reduzir impactos dos eventos negativos do projeto (HELDMAN, 2006).
Gerenciamento das aquisições	Envolvem processos relacionados á compra de bens ou serviços de fornecedores externos, contratados e fornecedores, responsável por gerenciar e monitorar contratos (HELDMAN, 2006).
Gerenciamento das partes interessadas	Consiste em processos exigidos para identificar todas as pessoas, grupos ou organizações que podem impactar ou serem impactados pelo projeto, analisar as expectativas e seu impacto no projeto, e desenvolver estratégias de gerenciamento eficaz (PMI, 2013).

Dentre as áreas de conhecimentos citadas anteriormente, vale enaltecer a importância do gerenciamento de riscos que necessita que todas as etapas do processo sejam efetuadas para garantir que nenhum imprevisto possa ocasionar no insucesso do projeto.

3 Gerenciamento de Riscos

Uma das maiores preocupações em relação ao que os gerentes de projetos podem enfrentar é como administrar o inesperado, em como se sobressair diante ao imprevisível, pois diante a impossibilidade de prever o futuro, expõem as organizações a acontecimentos não esperados, conseqüentemente medidas de precaução são tomadas para os possíveis acontecimentos futuros (FARIA; REIS; RAMOS, 2015).

O gerenciamento de riscos aplicado a projetos envolvem os processo de planejamento, identificação, análise, resposta e monitoramento de riscos com o objetivo de minimizar impactos e maximizar oportunidades (PMI, 2013) que pode ser observado na figura 3.

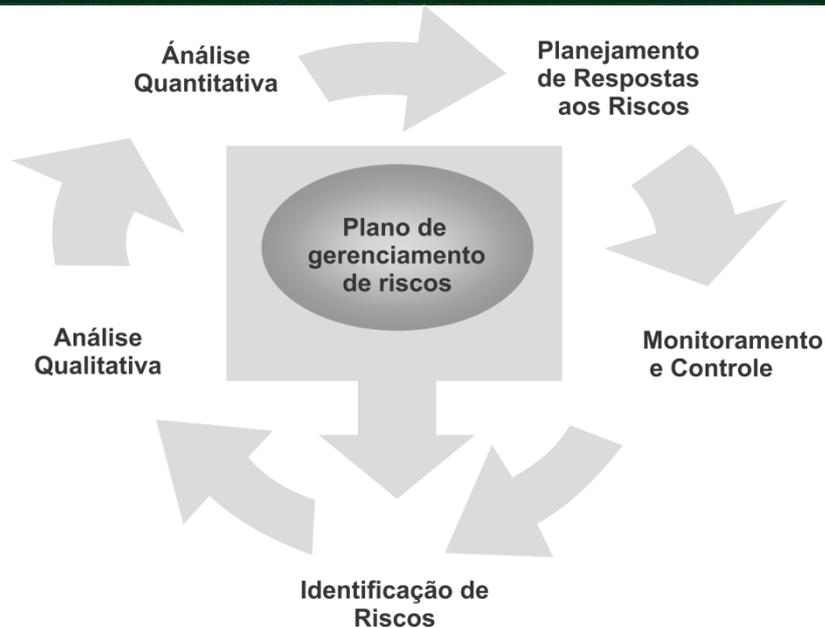


Figura 3 - Processo de Gerenciamento de Riscos de Projetos. Fonte: (COUTINHO, 2010).

O planejamento do gerenciamento dos riscos consiste no processo de definição de como conduzir as atividades de gerenciamento dos riscos de um projeto (PMI, 2013). De acordo com PMBOK, o plano de gerenciamento dos riscos pode incluir: metodologia que define como será realizada a gerência dos riscos para o projeto, papéis e responsabilidades que consistem em quem fica responsável por tais atividades, o acompanhamento documenta como as atividades serão registradas, categoria dos riscos que consiste nas formas de agrupar as possíveis causas de riscos e entre outros (PMI, 2013).

O processo de identificação de riscos do projeto tem por benefício à documentação dos riscos existentes e o conhecimento e a capacidade que ele fornece à equipe do projeto de antecipar os eventos. A identificação pode ser obtida por meio de diversas técnicas, algumas delas são: *Brainstorming*, técnica Delphi, entrevistas, análise da causa principal e entre outros (PMI, 2013).

Depois de identificados os riscos, o processo de análise quantitativa se responsabiliza pela priorização dos riscos, estes riscos são analisados pela avaliação e combinação de sua probabilidade de ocorrência e impacto, pois podem habilitar os gerentes de projetos a reduzir o nível de incerteza e focar os riscos de alta prioridade. Na análise quantitativa dos riscos, é analisado numericamente o efeito dos riscos identificados, visando priorizar e representa-los numericamente (PMI, 2013).

Realizados a análise, ações e opções são adotadas a estes riscos existentes no projeto, com o principal benefício de abordar os riscos por prioridades, injetando recursos e atividades no orçamento, no cronograma e no plano de gerenciamento do projeto, conforme necessário. Ao final do planejamento de respostas, o próximo processo é controlar os riscos realizando um constante acompanhamento dos riscos identificados, além do monitoramento dos riscos residuais, aqueles riscos que foram identificados após a realização de alguma estratégia e avaliação durante todo o projeto.

Desse modo, em relação a métodos que estimam a duração de um projeto visando os possíveis riscos, sendo um dos grandes desafios de gestores de projeto e sua equipe, devido a sua alta complexidade que podem acarretar em falhas que custará o sucesso do projeto,



podemos evidenciar uma técnica bastante eficaz, a técnica PERT (*Program Evaluation and Review Technique*), que utiliza três estimativas para definir uma faixa aproximada para a duração de uma atividade, ponderando as incertezas e riscos envolvidos na atividade, em mais provável estimativa baseada na duração da atividade, dados os recursos prováveis de ser designada, opinião especializada e entre outros, na otimista a duração da atividade é baseada na análise do melhor cenário para a atividade e na pessimista baseada na análise do pior cenário. Logo após definidas essas estimativas elas são atribuídas por fórmulas pertencentes à técnica, além de conceitos estatísticos como desvio padrão indicando o quanto a duração calculada na fórmula PERT ainda poderá variar e variância, e conseqüentemente encontrar a estimativa PERT das atividades, estabelecendo a sequência e dependências entre elas, à duração do projeto poderá ser estimativa (PMI, 2013).

No entanto, em buscar um melhor aproveitamento da Gerência de Risco, em particular a análise de riscos, destaca-se a técnica de Monte Carlo que consiste em realizar um processo de geração de todas as possibilidades possíveis que um projeto possa enfrentar durante sua execução podendo ocasionar em um melhor planejamento do projeto.

4 Método de Monte Carlo

A origem do Método de Monte Carlo (MMC) se desenvolveu por volta de 1946, pelo matemático polonês Stanislaw Ulam que durante o jogo paciência decidiu analisar as possíveis probabilidades de uma determinada jogada acontecer, no entanto, percebeu-se o grande tempo gasto realizando estes cálculos. Dessa forma, diante a esta situação, uma alternativa mais prática surgiu, no qual seria simplesmente realizar inúmeras jogadas, por exemplo, cem ou mil, e então contar quantas vezes cada resultado ocorria, para que assim, a partir dos resultados obtidos verificarem as diversas variações que determinada jogada seria capaz de apresentar (BREITMAN, 2012).

A usabilidade do MMC envolve cálculos demorados que o ser humano não conseguiria realizar com eficácia, e felizmente nesta mesma época foi desenvolvido o primeiro computador eletrônico, o ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*), criado com o objetivo de colaborar com a Segunda Guerra Mundial com o potencial de acelerar os cálculos da artilharia. Por consequência, a rapidez do computador, impressionou Ulam, que sugeriu aplicar no uso de métodos de amostragem estatística para solucionar o problema da difusão de nêutrons, permitindo a estimativa da taxa de multiplicação de nêutrons nas armas nucleares que estavam sendo desenvolvidas na época (SOBOL, 1994).

Em vista disso, conforme o MMC foi se aperfeiçoando em consequência dos avanços da tecnologia e com potencial para a resolução de diversos problemas, o método foi expandido em diversas aplicações nas áreas como a física, matemática, biologia, gestão de riscos em projetos e diversas áreas onde exista incerteza e se precise simular comportamentos (JR, 2006).

O Método Monte Carlo relaciona conceitos estatísticos, em particular, como variável aleatória, função densidade de probabilidade, gerador de números aleatórios e distribuição de probabilidade que estão estreitamente relacionadas. Dessa forma, as relações desses conceitos com o MMC são que para toda simulação é efetuada por meio de amostragens das funções densidade de probabilidade que representa a curva de todas as probabilidades da variável aleatória dada pelo uso da função de distribuição. Essas amostragens são realizadas por meio de números aleatórios que nortearão os valores assumidos pelas variáveis aleatórias do modelo simulado que satisfaçam a distribuição correta desejada, por exemplo, discreta ou normal e ao final da simulação com os valores gerados, o usuário decide qual será a devida finalidade dos resultados apresentados pelo método (PORTNOI, 2005).

A ideia genérica do método torna a capacidade de gerar números aleatórios uniformemente distribuídos. Consequentemente, ao término da simulação os resultados desta amostragem aleatória são acumulados e manipulados para produzir o resultado desejado, isto é, ao final da simulação com os valores gerados, o usuário decide qual será a devida finalidade dos resultados apresentados pelo método. Na figura 8 podemos visualizar melhor esta ideia.

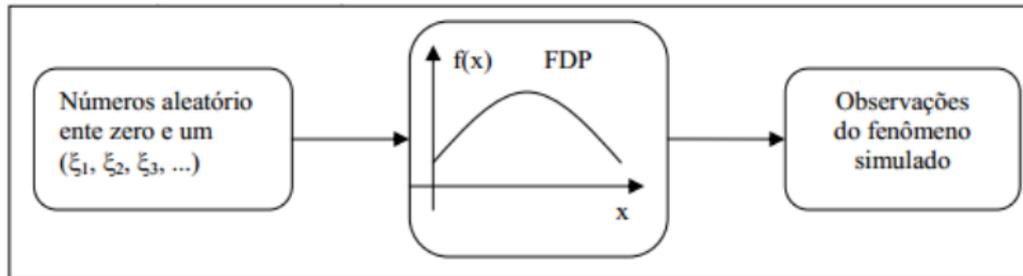


Figura 3 - Ideia genérica do Método de Monte Carlo. Fonte: (BREITMAN, 2012).

Em vista disso, o pseudo-algoritmo do MMC pode ser descrito por:

1. Estabelecer as populações de interesse, modelando o problema definindo uma FDP para representar o comportamento de cada uma das suas incertezas.
2. Executar a simulação e obter amostras aleatórias dessas populações e calcular as estatísticas de interesse.
3. Calcular o resultado determinístico substituindo as incertezas pelos valores gerados obtendo, assim, uma observação do problema.
4. Agregar e manipular os resultados da amostra de forma a obter uma estimativa da solução dos problemas resultados.

5 Materiais e métodos

A modalidade de pesquisa desenvolvida neste trabalho consiste em um estudo de caso de um determinado projeto a fim de realizar análises sobre o empreendimento pesquisado. Desse modo, o estudo de caso pode ser definido como:

Uma investigação empírica que compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados que pode incluir tanto estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa (YIN, 2001).

O processo de estudo é realizado baseado no cronograma desenvolvido pela equipe do projeto, que são necessários para a realização da aplicação do Método de Monte Carlo. O programa utilizado para a simulação, foi o “*Primavera Risk Analysis*”, *software* que fornece ferramentas capazes de modelar os riscos e analisar os impactos de custo e cronograma. A dinâmica desta etapa é alimentar o software com modelando os dados presentes no cronograma do projeto em três pontos fortes: valores otimista, pessimista e mais provável, além disso, é colocado o valor de iterações que deseja simular, estipulada neste caso em mil iterações. Dessa forma, ao final da simulação o software oferece um gráfico que possibilita uma melhor compreensão e visibilidade do que pode ser observado, e finalmente manipular os resultados e tomar decisões sobre o projeto.

Para a realização da simulação do Método de Monte Carlo, é necessário caracterizar o modelo proposto de acordo com a distribuição de probabilidade escolhida, com o objetivo de poder simular todas as possibilidades possíveis mediante a este intervalo de probabilidades.

No contexto de gerência de projetos o recomendado é a distribuição triangular, pois devido à estimação do projeto ser baseada na maioria das vezes em três pontos fortes, otimista, pessimista e mais provável que caracteriza a distribuição selecionada, fornecendo segundo sua definição a descrição de valores mínimos, máximos, e de modo.

6 Estudo de caso

A empresa multinacional JB que por motivo de confiabilidade, foi adotada por um nome fictício, vem nos últimos anos assumindo uma posição de liderança no ramo alimentício, e também considerada entre as marcas mais confiáveis em muitos países. Nesta específica empresa, foi empregado um sistema de gestão, conhecido por R3, um sistema integrado, de alta complexidade, que permite um melhor planejamento e controle do negócio, com o objetivo de colaborar na gestão e administração dos processos, bem como um sistema que interliga todos os possíveis setores da empresa, como RH, produção e entre outros (JÚNIOR; FERREIRA, 2006).

Dessa forma, o Projeto X, consiste na atualização do software, com o objetivo de realizar a migração da versão atualmente em uso para a versão 6.0. Em virtude disso, a duração e estimativas das atividades deste projeto foram baseadas em conceitos de pontos de função, uma técnica utilizada para estimar a duração das atividades propostas no projeto e com auxílio de opiniões especializadas. Em consequência o cronograma de atividades são apresentas no Quadro 3.

Quadro 3 – Cronograma de atividades do Projeto X

Atividades	Duração
Mapeamento Dados Mestre	1 dia
Envio de solicitação a SERASA para a obtenção de dados cadastrais dos Clientes	15 dias
Recebimento e revisão das informações vindas da SERASA	4 dias
Programa para Upload na ECC 6.0	4 dias
Gerar informações para Upload no ECC 6.0	5 dias
Check do Upload no ECC 6.0	1 dia
Mapeamento Dados Mestre Material (Produtivo e Não Produtivo)	1 dia
Ajustar Mestre de Materiais por Tipo de Material	10 dias
Coletar tabela de CFOP's	1 dia
Identificação de códigos NCM e cadastro de fornecedores de materiais não produtivos/não cadastrados	13 dias
Identificação do código NCM de material não produtivo, criação do material e do código SAP e cadastro no sistema.	22 dias

Programa para Upload na ECC 6.0	4 dias
Gerar informações para Upload no ECC 6.0	1 dia
Check do Upload no ECC 6.0	1 dia

Após a elaboração do cronograma com as atividades e suas respectivas estimativas, a equipe do projeto calculou uma margem de risco de 20% que corresponde a uma margem para manter a data de entrega sem impactar no custo final, ou seja, caso esta margem for ultrapassada ocorrerá à extrapolação do prazo e custo do projeto, no entanto caso o projeto seja desenvolvido dentro dessa margem de risco, o custo do projeto final sofrerá custos adicionais, mas não extrapolará o prazo. Dessa forma, a visão desta ideia pode ser vista na Figura 4.

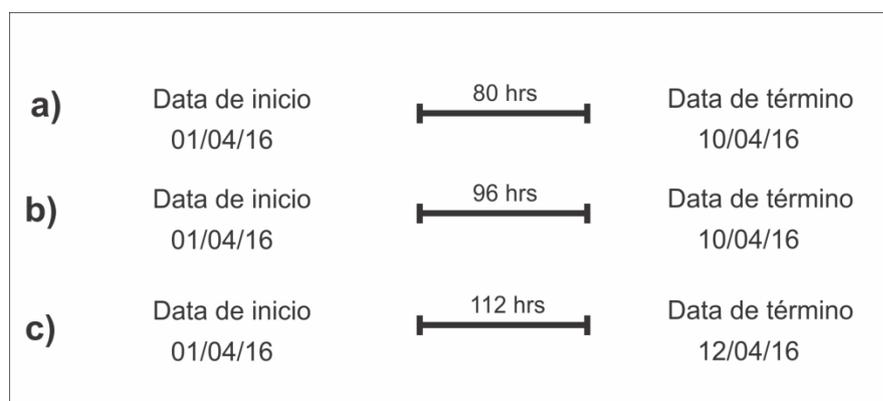


Figura 4 – (a) Visão de Projeto sem extrapolação de custo (b) Visão de Projeto com extrapolação de custo (c) Visão de Projeto com extrapolação de custo e prazo. Fonte: Elaborada pelo autor

Nesse sentido, para realizar uma estimativa mais precisa ao invés de se basear apenas em conceitos estatísticos e opiniões especializadas, é utilizado o método de Monte Carlo ao Projeto X, a fim de promover uma estimativa mais eficaz. Assim, é preciso modelar os dados do cronograma do projeto para uma função de distribuição, no caso, a triangular, baseada nos três pontos fortes, em que os cálculos desses valores são atribuídos em: o mais provável, de acordo com as estimativas realizadas pela equipe do projeto, já na otimista e pessimista de acordo com os valores gerados pelo *software* utilizado. Logo, a organização desses dados podem ser vista no Quadro 4.

Quadro 4 – Cronograma de atividades do Projeto X modelado ao MMC

Atividades	Duração		
	Otimista	Mais Provável	Pessimista
Mapeamento Dados Mestre	1 dia	1 dia	1 dia
Envio de solicitação a SERASA para a obtenção de dados cadastrais dos Clientes	11 dias	15 dias	19 dias
Recebimento e revisão das informações vindas da SERASA	3 dias	4 dias	5 dias



Programa para Upload na ECC 6.0	3 dias	4 dias	5 dias
Gerar informações para Upload no ECC 6.0	4 dias	5 dias	6 dias
Check do Upload no ECC 6.0	1 dia	1 dia	1 dia
Mapeamento Dados Mestre Material (Produtivo e Não Produtivo)	1 dia	1 dia	1 dia
Ajustar Mestre de Materiais por Tipo de Material	13 dias	10 dias	16 dias
Coletar tabela de CFOP's	1 dia	1 dia	1 dia
Identificação de códigos NCM e cadastro de fornecedores de materiais não produtivos/não cadastrados	11 dias	13 dias	16 dias
Identificação do código NCM de material não produtivo, criação do material e do código SAP e cadastro no sistema.	17 dias	22 dias	28 dias
Programa para Upload na ECC 6.0	3 dias	4 dias	5 dias
Gerar informações para Upload no ECC 6.0	1 dia	1 dia	1 dia
Check do Upload no ECC 6.0	1 dia	1 dia	1 dia

Desse modo, a alimentação das atividades no software *Primavera Risk Analysis* e os respectivos valores otimistas, mais prováveis e pessimistas no *software* podem ser visto na Figura 5.

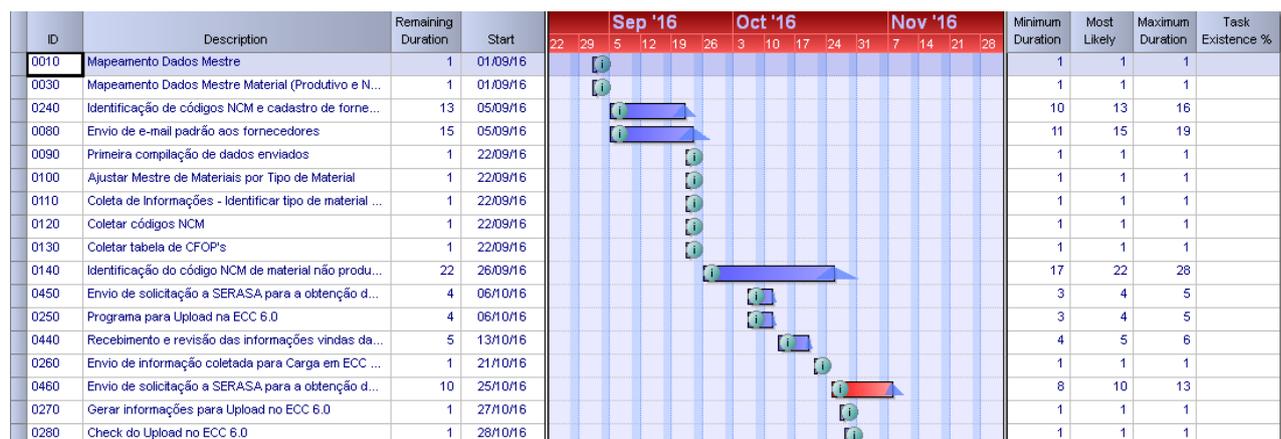


Figura 5 – Cronograma das atividades alimentados no *software*. Fonte: *Primavera Risk Analysis*

A partir dessas informações alimentadas no software, a próximo passo é a realização da simulação do Método de Monte Carlo em que para uma das atividades propostas e os respectivos valores nos três pontos fortes, serão simuladas a cada iteração esses valores alternadamente, ou seja, em cada momento as atividades serão simuladas diferentemente, pois o

MMC visa simular todas as possíveis situações em que cada atividade no projeto possa ocorrer, simulando para cada atividade os valores na duração otimista, mais provável e pessimista.

Nesse sentido, com a utilização do software para a simulação ele poderá fornecer em seu resultado final um gráfico contendo informações importantes sobre prazos em que o projeto possa ser finalizado e suas respectivas probabilidades de sucesso. Dessa forma, vejamos na Figura 6 o gráfico final da simulação.

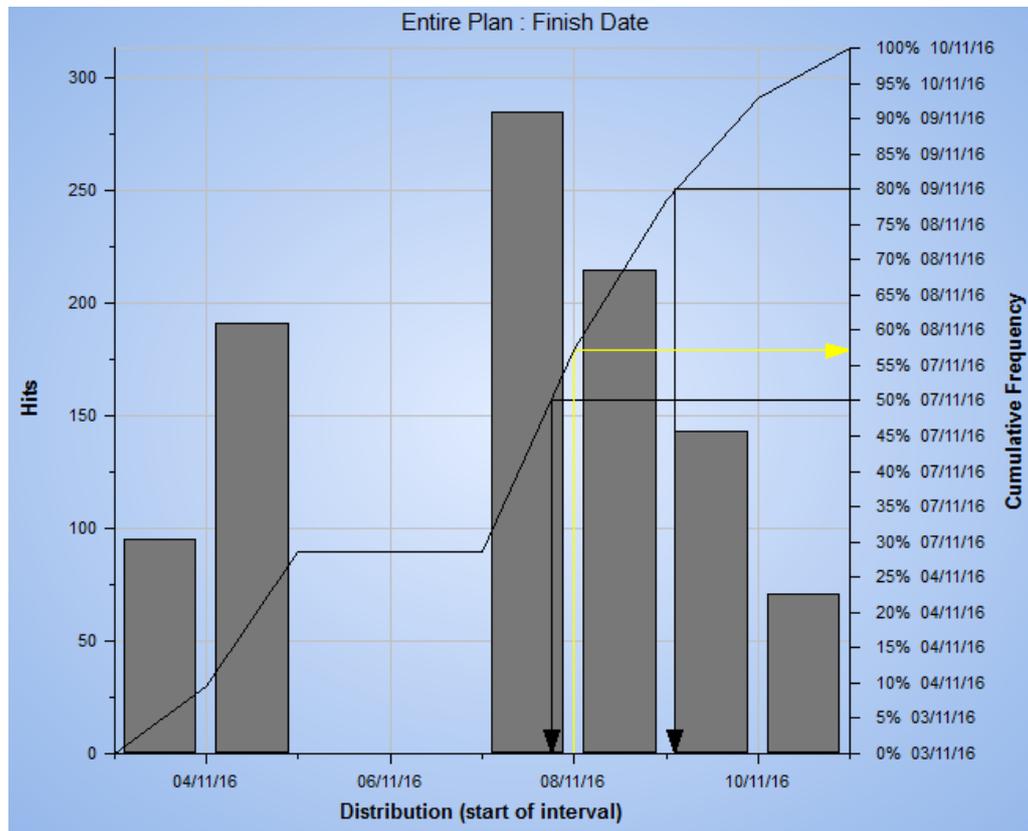


Figura 6 – Resultado final da simulação. Fonte: *Primavera Risk Analysis*.

Com base nesse gráfico, podemos realizar análises interessantes e pertinentes para o sucesso do projeto, como, o Projeto X que foi estimado para finalizar até a data de 07/11, percebemos as mínimas chances de finalizar nesta data estipulada entre as margens de probabilidades de 57%, pois segundo os cálculos realizados pelo software e o intervalo determinado pela função de distribuição triangular a data para a finalização do Projeto X seria em 09/11 com probabilidade de 80% de sucesso.

Em virtude disso, podemos perceber que pelas margens de 20% definidas na contratação do projeto, o Projeto X, foi finalizado dentro dessa margem e sendo entregue dentro do prazo, contudo, podendo ressaltar que ocorreram imprevistos no decorrer de seu desenvolvimento, acarretando em custos adicionais ao projeto.

Dessa forma, a contribuição da utilização do MMC e a posse dessas informações no planejamento do projeto, pode atentar o(s) gestor(es) para que passam a ter condições de traçar estratégias para minimizar os riscos ou mesmo maximizar as chances de cumprir a tarefa de acordo com a situação da empresa e que sem a aplicação do método seria mais difícil para os gestores atentarem para esse panorama que é apresentado.

7 Considerações finais



Para todo e qualquer projeto, o fator risco estará presente, tornando-se necessário adotar práticas para mitigar os possíveis imprevistos que possam ocorrer, ou seja, o comprimento total do processo da gerência de risco. Em vista disso, ressaltamos metodologias que toda organização deseja desenvolver para promover a economia da empresa, sendo eles, por exemplo, a realização da gestão de projetos, de riscos evidenciando a utilização da técnica de Monte Carlo.

O Método de Monte Carlo pode ser visto como método eficiente para colaborar na gestão de riscos, visto que sua ideia pode ser descrita em gerar todos os possíveis eventos que cada atividade presente no cronograma do projeto possa ocorrer mediante ao intervalo dado pela distribuição triangular, isto é, para cada atividade ele simulará uma variação diferente, com a probabilidade de cada atividade ser desenvolvida em casos otimistas, pessimistas e mais provável. Logo, o método pode ser encarado com uma ferramenta que objetiva minimizar gastos, pois ao pensarmos em adotar este método como uma técnica para a análise de riscos do projeto, ele possa oferecer as empresas uma possível minimização de prazos e/ou custo.

Referências

BREITMAN, K. K. Arcabouço para desenvolvimento de serviços baseados na Simulação de Monte Carlo na Cloud. PUC-Rio, 2012.

COUTINHO, M. R. Gerenciamento Integrado de Riscos de Projetos. PUC-Rio, 2010.

CRUZ, Fabio. **Scrum e PMBOK unidos no Gerenciamento de Projetos**. [S.l.]: Brasport, 2013

FARIA, A. F. P. de; REIS, D. B.; RAMOS, M. M. da S. A importância do gerenciamento de riscos nos projetos sob a ótica de custos. PMKB, 2015.

FARIAS, A. M. L. de. Métodos estatísticos aplicados a economia ii. Departamento de Estatística, 2009.

HELDMAN, K. **Gerência de projetos: guia para o exame oficial do PMI**. [S.l.]: Gulf Professional Publishing, 2006.

JR, R. M. Análise quantitativa de risco baseada no método de monte carlo: abordagem pmbok. In: *I Congresso Brasileiro de Gerenciamento de Projetos–Florianópolis*. [S.l.: s.n.], 2006. v. 29.

JÚNIOR, R.; FERREIRA, L. Avaliação de um sistema ERP-SAP R/3 como Instrumento para gestão financeira na área de contas a pagar em uma empresa de Telecomunicações. Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2006.

PMBOK, G. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. [S.l.]: Newton Square (USA): Project Management Institute-PMI, 2013.

PORTNOI, M. Probabilidade, variáveis aleatórias, distribuição de probabilidades e geração aleatória. Salvador: Unifacs, 2005.



SAMARTINI, A. Statmeup. 2011. Disponível em: <<http://www.statmeup.com.br/>>. Acesso em: Agosto de 2016.

SOBOL, I. M. A primer for the Monte Carlo method. [S.l.]: CRC press, 1994.

THE STANDISH GROUP REPORT; CHAOS, The Standish Group 1995. Disponível em: <http://www.projectsmart.co.uk/docs/chaos-report.pdf>. Acesso em: Agosto de 2016.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de Projetos (6a edição)**. [S.l.]: Brasport, 2005.

YIN, R.K. Estudo de caso: Planejamento e método. 2.ed. São Paulo, Bookman, 2001. 205p.