

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

ELMIRO PIGNATEL JUNIOR

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROCESSO UTILIZANDO O MÉTODO MONTE
CARLO COMO APOIO AO GERENCIAMENTO DE RISCOS EM PROJETOS DE
SOFTWARE**

CRICIÚMA

2015

ELMIRO PIGNATEL JUNIOR

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROCESSO UTILIZANDO O MÉTODO
MONTE CARLO COMO APOIO AO GERENCIAMENTO DE RISCOS EM
PROJETOS DE SOFTWARE**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado para obtenção do grau de
Bacharel em Ciência da Computação, da
Universidade do Extremo Sul Catarinense,
UNESC.

Orientador: Prof. MSc. Gustavo Bisognin

CRICIÚMA

2015

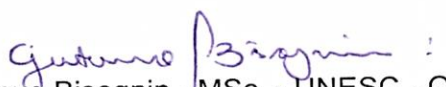
ELMIRO PIGNATEL JUNIOR

DESENVOLVIMENTO DE UM PROCESSO UTILIZANDO O MÉTODO MONTE CARLO COMO APOIO AO GERENCIAMENTO DE RISCOS EM PROJETOS DE SOFTWARE

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel, no Curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Engenharia de Software

Criciúma, 27 de Novembro de 2015

BANCA EXAMINADORA


Prof. Gustavo Bisognin - MSc. - UNESC - Orientador


Profa. Ana Claudia Garcia Barbosa - MSc. - UNESC


Prof. Paracelso de Oliveira Caldas - MSc. - UNESC

**Dedico esse trabalho aos meus pais
que sempre me ensinaram a ser um
homem de caráter.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a deus que, sempre me guiou e não me deixou desvirtuar do caminho traçado.

Aos meus pais por serem um porto seguro em minha vida e nunca desistirem de mim.

Agradeço a minha mãe e meu maior amor Marli Lembeck Pignatel por sempre me dar o carinho e o amor necessário para que eu obtivesse força para derrubar os obstáculos da vida.

Ao meu pai e minha maior inspiração Elmiro Luiz Filipi Pignatel por sempre me ensinar a ser um homem de força e honra, sempre me incentivando a não desistir dos meus sonhos.

A minha madrinha Marluce Lembeck por todo o apoio que ela me deu nessa caminhada.

Também ao meu professor e orientador Gustavo Bisognin por proporcionar essa experiência incrível e apostar em mim, assim como agradeço o auxílio da banca examinadora e de todos os professores que tive em minha vida, pela educação e carinho que me trataram.

Agradeço também meu professor de inglês, Jean Geremias, pelo auxílio que me prestou quando eu precisei.

Meu agradecimento aos meus amigos e colegas de faculdade que me auxiliaram em toda minha vida acadêmica.

Também agradeço meus amigos do Cuzidos Futebol Clube, por serem uma família e por sempre apoiarem as minhas decisões e serem amigos de verdade.

Agradeço aos meus amigos do ônibus, por serem amigos que podia contar e por muitos momentos felizes que compartilhamos juntos.

Agradeço meu primo Robson, por ser meu melhor amigo e sempre me apoiar e dar lições quando precisasse, assim como agradeço meu tio Edelamar, por ser as vezes uma pessoa difícil de lidar, mas que sempre me apoiou no que precisasse.

**“Todos os voos começam
com uma queda”**

George R.R. Martin

RESUMO

Diante das grandes mudanças e erros que o desenvolvimento de softwares esta passando no mundo atual, grande parte desses erros se deve ao fato de que não há uma forma de monitoramento e controle dos riscos que possam atingir esse projeto de software, em projetos de softwares existe a área de gerenciamento de riscos, essa área consiste em tentar utilizar técnicas e ferramentas para que se possa amenizar os impactos que os riscos podem causar em um projeto de software. Para isso, foi então pensado em utilizar o método de Monte Carlo para simular os riscos identificados em um projeto de software chamado JUSTUS, esses riscos foram então identificados com uma técnica chamada brainstorming, feito essa técnica então, foi utilizado um processo desenvolvido no Microsoft Excel com o apoio do suplemento NtRand para a geração dessa simulação com o Monte Carlo, essa simulação consiste em encontrar a probabilidade do risco ocorrer no projeto e então, mostraria qual a melhor resposta que a equipe do projeto de desenvolvimento do software deveria utilizar. Analisando os resultados alcançados após ser feito essa simulação, observou-se que o método de Monte Carlo obtém uma grande aprovação para simulação dos riscos identificados no projeto em questão, com uma boa simulação pode-se ter um bom gerenciamento de riscos em projetos.

Palavras-chave: Gerenciamento de riscos. Método de Monte Carlo. Teste de software.

ABSTRACT

In the face of the major changes and errors that software development is going through in today's world most of these errors are due to the fact that there is no way of monitoring and controlling the risks that could affect the software project, in software design there is a field called risk management, this field consists in trying to use techniques and tools to reduce the impact that the risks might have on a software project. To do so the Monte Carlo method was used to simulate the risks identified in a software project called Justus, these risks were then identified through a technique called brainstorming, afterwards a process developed on Microsoft Excel was applied with the support of NtRand supplement to generate this simulation with the Monte Carlo, this simulation is done to identify the probability of errors which are likely to affect the project and then show the best answer the software development team should use. Analyzing the results reached through this simulation, it was observed that the Monte Carlo method gets a general approval when it comes to the simulation of the risks identified in the project, with a good simulation a good risk management on projects can be achieved.

Keywords: Risk Management. Monte Carlo method. Software testing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Pasta ADDINS do Microsoft Office.....	39
Figura 2 - Selecionando o suplemento NtRand.....	40
Figura 3 - Caixa com o suplemento NtRand3 habilitada	40
Figura 4 - Componente análise de dado habilitado no Excel	41
Figura 5 - Caixa de seleção na ferramenta de Análise de dados.....	41
Figura 6 - Tela do Simulador.....	42
Figura 7 - Histograma do risco de apenas um desenvolvedor	47
Figura 8 - Histograma do risco de apenas um servidor.....	48
Figura 9 - Histograma do risco de não possui testador para o sistema.....	48
Figura 10 - Histograma do risco de poucos recursos financeiros.....	49
Figura 11 - Histograma do risco de não possuir analista de requisitos	50
Figura 12 - Histograma do risco de apenas um suporte.....	50
Figura 13 - Histograma de possuir apenas um comercial	51
Figura 14 - Histograma do risco de não possuir sistema de acompanhamento	52
Figura 15 - Histograma do risco de não possuir analista de negócios	52
Figura 16 - Histograma de não possuir registro de riscos	53
Figura 17 - Histograma de não possui Front e desenvolvedor externo	54
Figura 18 - Gráfico representando as respostas aos riscos	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Riscos Identificados na data 07/09/2015.....	43
Tabela 2 - Riscos identificados na data 15/09/2015.....	44
Tabela 3 - Riscos identificados na data 01/10/2015.....	45
Tabela 4 - Escala e Valor dos impactos.	45
Tabela 5 - Valores da simulação dos riscos.....	54
Tabela 6 - Escala de impacto de cada Risco	55
Tabela 7 - Tabela do índice de exposição.....	57
Tabela 8 - Tabela de reposta ao riscos identificados	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPF	Funções probabilísticas cumulativas
FDP	Função de densidade e probabilidade
MMC	Método de Monte Carlo
NtRand	Numerical Technologies Random Generator for Excel
PMBOK	Project Management Institute
SWEBOK	Software Engineering Body of Knowledge

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO GERAL	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.3 JUSTIFICATIVA	12
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 METODO DE MONTE CARLO	15
2.1 HISTÓRICO DO MÉTODO	17
2.2 EMPREGANDO O MÉTODO DE MONTE CARLO	18
2.2.1 Gerador de números aleatórios	19
2.2.2 Independência de variáveis aleatórias	19
2.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO MONTE CARLO NO EXCEL	20
3 ENGENHARIA DE SOFTWARE	21
3.1 GERENCIAMENTOS DE RISCOS DO PROJETO	21
3.2 GERENCIAMENTO DE RISCOS – PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS	25
3.2.1 Avaliação de Risco	25
3.2.2 Identificação dos Riscos	26
3.2.2.1 Identificação de Riscos: Entradas	27
3.2.2.2 Identificação de Riscos: Ferramentas e Técnicas	27
3.2.2.3 Identificação de Riscos: Saídas	28
3.2.3 Análise qualitativa de riscos	28
3.2.3.1 Análise qualitativa de riscos: Entradas	29
3.2.3.2 Análise qualitativa de riscos: ferramentas e técnicas	29
3.2.3.3 Análise qualitativa de riscos: Saídas	29
3.2.4 Análise quantitativa de riscos	30
3.2.4.1 Análise quantitativa de riscos: Entrada	30
3.2.4.1 Análise quantitativa de riscos: Ferramentas e técnicas	30
3.2.4.2 Análise quantitativa de riscos: Saídas	31
3.2.5 Planejamento de Resposta ao Risco	31
3.2.5.1 Planejamento de Resposta ao Risco - Entradas	31
3.2.5.2 Planejamento de Resposta ao Risco - Ferramentas e Técnicas	32
3.2.5.3 Planejamento de Resposta ao Risco - Saídas	32
3.2.6 Monitoramento e controle de riscos	33

3.2.6.1	Monitoramento e controle de riscos - Entradas	33
3.2.6.2	Monitoramento e controle de riscos - Técnicas e Ferramentas.....	33
3.2.6.3	Monitoramento e controle de riscos - Saídas	33
4	TRABALHOS CORRELATOS.....	34
4.1	MÉTODO DE MONTE CARLO: PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES EM FÍSICA MÉDICA	34
4.2	ANÁLISE DOS RISCOS DE UMA DISTRIBUIDORA ASSOCIADOS À COMPRA E VENDA DE ENERGIA NO NOVO MODELO DO SETOR ELÉTRICO	34
4.3	UM PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS PARA PROJETOS DE SOFTWARE	35
4.4	AVALIAÇÃO DE RISCOS EM DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE	35
5	MÉTODO DE MONTE CARLO COMO APOIO AO GERENCIAMENTO DE RISCOS.....	37
5.1	METODOLOGIA.....	38
5.1.1	Habilitando o processo para simular no Excel	38
5.1.2	Identificando os riscos para simulação	42
5.2	GERANDO O ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO	46
5.2.1	Simulando os riscos identificados	46
5.2.2	Obtendo o impacto de cada risco simulado	55
5.2.3	Encontrando o índice de exposição dos riscos identificados	56
5.3	RESULTADOS E RESPOSTA AOS RISCOS DO SOFTWARE	57
6	CONCLUSÃO	60

1 INTRODUÇÃO

Os conceitos de gerenciamento de projetos de software, na disciplina de Engenharia de Software, sempre estiveram na base de estudo da maioria dos pesquisadores de tecnologia. Isso ocorre porque, a partir de um bom gerenciamento do software, é possível diminuir a quantidade de problemas e riscos que o mesmo possuirá no seu desenvolvimento. Baseando-se no estudo dos riscos de projeto na área com o *Project Management Institute* (PMBOK), surgiu a ideia de realizar uma simulação para que sejam previstos os riscos do software durante sua construção. Com isso, poderá diminuir o acontecimento indesejado; prever um risco futuro ou aceitar o risco previsto e continuar o projeto do mesmo jeito.

O nome da simulação utilizada é Método de Monte Carlo (MMC). Segundo Fernandes (2005), o MMC simula qualquer processo que dependa de fatores aleatórios, em problemas matemáticos que não tem qualquer relação com questões aleatórias, onde se cria um modelo probabilístico que permite resolver os mesmos. Por isso, é possível afirmar que o MMC é um método que resolve vários problemas matemáticos.

Com essa ideia do MMC, será desenvolvido um processo no Microsoft Excel, que a partir de simulações, poderá ser possível descobrir o que deve ser feito no gerenciamento dos riscos do projeto, utilizando de variáveis aleatórias ou variáveis randômicas para proporcionar os resultados desejados.

Com o apoio dos conhecimentos obtidos na área de gerenciamento de riscos na parte de engenharia de software com junto ao PMBOK, podemos então fazer um mapeamento sobre as áreas de processos como: identificação de riscos, avaliação de riscos, análise qualitativa de riscos, análise quantitativa de riscos, planejamento de repostas aos riscos, assim como o controle dos riscos.

Essas seis áreas de gerenciamento de riscos foram utilizadas juntamente com a equipe de desenvolvimento do projeto de software JUSTUS, onde foi identificado os riscos que poderiam acontecer no mesmo e atribuído a eles a utilização do MMC.

Nesse sentido, foram estabelecidos os objetivos (geral e específicos) desta pesquisa, conforme destacado a seguir.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste estudo foi desenvolver um processo para o gerenciamento de riscos em projetos de software baseado no Método de Monte Carlo (MMC).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir tal objetivo, foram determinados os seguintes objetivos específicos:

- a) conceituar o modelo de Monte Carlo,
- b) aprofundar-se na área de gerenciamento de riscos,
- c) utilizar a área de gerenciamento de riscos no PMBOK,
- d) criar um processo de gerenciamento de riscos,
- e) criar um simulador para validação do processo proposto;

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo Sommerville (2011), é necessário o gerenciamento de projetos de software devido ao fato de que a engenharia de software profissional estar sujeita à restrições de orçamentos e de prazos. Baseando-se nessa afirmação, é válido estabelecer que os riscos de um projeto são variados e dependem de diversas variáveis que, por muitas vezes, não se tem controle. Ou seja, não é apenas algo que possa ocorrer na programação do software, visto que podem ocorrer eventos externos que poderão impactar significativamente na construção do projeto. Desta forma, a aplicabilidade de técnicas para identificação e gerenciamento de riscos se justifica, uma vez que sendo identificados, os riscos podem ser acompanhados e gerenciados.

Quando falamos de incertezas, como é o caso em questão, se está trabalhando com uma probabilidade estatística de ocorrência e esta probabilidade geralmente é estabelecida de forma empírica pelo time do projeto. A alta relatividade no estabelecimento da probabilidade de um risco realmente ocorrer acaba, por

muitas vezes, impactando em um custo de gerenciamento grande. Isso ocorre porque esta medida influencia diretamente no índice de exposição, que deverá ser levado em consideração na decisão de mitigar, aceitar ou evitar que o risco aconteça.

Olhando a literatura, verifica-se que alguns autores abordam este tema, como é o caso de Sommerville (2011), que afirma que o gerenciamento de riscos é particularmente importante para projetos de software devido às incertezas inerentes que a maioria dos projetos enfrenta.

Já Pressman (1995) afirma que a gerência e análise dos riscos é crucial para um bom gerenciamento de projeto de software. Contudo, muitos projetos são levados a efeito sem nenhuma consideração específica dos riscos.

Nesse sentido, segundo Fernandes (2005) o Método de Monte Carlo permite simular qualquer processo cujo andamento dependa de fatores aleatórios. Esse método consiste em gerar aleatoriamente N sucessivas amostras em termos de custo e tempo (variável aleatória) que serão, então, “testadas” contra um modelo estatístico.

Baseando-se no MMC e o estudo de gerenciamento de riscos, o objetivo desse estudo é desenvolver um simulador aplicado ao gerenciamento de riscos utilizando esse método. Assim, tal simulador, através de processos estatísticos, tentará encontrar a probabilidade dos riscos ocorrerem no projeto e descobrir qual é a melhor resposta que se deve utilizar, ou seja, facilitar a decisão sobre mitigar, aceitar ou negar o risco no desenvolvimento do software.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O referente trabalho é composto por cinco capítulos, sendo que o primeiro faz uma apresentação do tema proposto, seguido do objetivo geral, objetivos específicos, justificativa e estrutura do mesmo.

No segundo capítulo são apresentadas as definições do Método de Monte Carlo, estudando-se sobre suas estruturas matemáticas, bem como também o desenvolvimento do processo. Ainda, enfatiza-se que o MMC é um método

probabilístico estocástico que emprega um gerador de números aleatórios para resolver seus problemas.

O terceiro capítulo aborda a Engenharia de Software, que evidencia como se pode gerenciar um projeto de forma adequada e do que se utilizar para conseguir diminuir os riscos em um projeto de software específico.

O quarto capítulo se trata dos trabalhos correlatos em que foi utilizado o método de monte carlo para fazer alguma espécie de simulação.

O quinto capítulo apresenta como foi desenvolvido o simulador, desde como habilitar para poder utilizar o monte carlo no Excel até a parte dos histogramas dos riscos que foram identificados, simulando o mesmo e encontrando seu índice de exposição, para que então possamos dar uma resposta a esse riscos.

Estabelecendo uma boa estrutura podemos então abordar sobre o MMC ou Método de Monte Carlo.

2 METODO DE MONTE CARLO

O Método de Monte Carlo (MMC), também conhecido como Simulação de Monte Carlo, é um método numérico estocástico universal empregado para solucionar problemas matemáticos. Sua utilização em Gerenciamento de Riscos de Projetos se baseia praticamente na modelagem de predição de riscos. O MMC utiliza-se do conceito onde as variáveis aleatórias são independentes e também do famoso Teorema do Limite Central, onde o conhecimento disto é imprescindível para que o método seja bem utilizado. Porém, quase sempre esses conceitos são deixados de lado em alguns artigos correlatos sobre a Simulação Monte Carlo em Gerenciamento de Riscos de Projetos, ou até mesmo os profissionais da área desconhecem sobre isso. Por fim, a utilização do Método de Monte Carlo em Gerenciamento de Riscos de Projeto propicia muito mais segurança na mensuração das incertezas que estão envolvidas no projeto. Isso ocorre porque não basta a Simulação Monte Carlo ser bem executada: é necessário que a identificação e a análise qualitativa de riscos sejam bem consistentes (FERNANDES, 2005).

Atualmente, o Método de Monte Carlo é uma ferramenta matemática que é usada nas áreas da Ciência e da Engenharia para que sejam simulados problemas que no futuro poderão ser representados em processos estocásticos. O método já é conhecido há muito tempo, mas mais recentemente começou a ser utilizado. Isso se deve ao fato de que a simulação do método se baseia em eventos aleatórios e, ainda por cima, parece bastante com um jogo de azar (YORIYAZ, 2009).

Geralmente o Método de Monte Carlo fornece resultados numéricos que podem ser representados na forma gráfica ou por intermédio de tabelas. Para ser eficaz esse método precisa de uma grande quantidade de números aleatórios gerados em um pequeno espaço de tempo e foi por esse motivo que o método se tornou popular somente depois da vinda dos computadores eletrônicos. Contudo, na verdade são os computadores que criam os números pseudoaleatórios obtidos de algoritmos matemáticos, mas esses números obedecem a alguns requisitos de modo que quando for gerado pelo algoritmo serão praticamente semelhantes do ponto de vista de testes (GOTO; AQUINO, 1993).

O Método de Monte Carlo, atualmente, está sendo utilizado em vários campos, como a simulação de complexos fenômenos físicos e a simulação de processos sub nucleares esotéricos de alta energia, além de algumas situações bem mais triviais, como um jogo de Bingo (SOUZA, 2004).

Essa simulação estatística é diferenciada dos métodos numéricos convencionais: nos convencionais quase sempre aplicam-se equações parciais diferenciais, definindo assim um sistema físico ou matemático subjacente. Já no Método de Monte Carlo o processo físico é simulado de forma direta e não haverá a necessidade de escrever as equações diferenciais que explicam o comportamento do sistema. Contudo, o mesmo exige que o sistema seja descrito por Funções Densidade de Probabilidade (FDP). uma vez definida a FDP, a simulação poderá proceder a amostras aleatórias para as FDP(SOUZA, 2004).

No MMC geralmente as máquinas são programadas para gerar os números pseudoaleatórios dentro do intervalo de 0 e 1 em uma distribuição uniforme, tornando assim necessária a conversão e a distribuição específica do sistema considerado. Para isso, se recorre à relação integral (GOTO;AQUINO,1993), conforme descrito na fórmula a seguir $F(x) = \int_a^x f(t)dt$.

Segundo Fishman (1995), o MMC propõe soluções aproximadas a vários problemas matemáticos através de experimentos de amostragens estatísticas no computador. O método se aplica a problemas absolutamente não probabilísticos como também a problemas com estruturas inerentemente probabilística. Entretanto, apenas isso não daria ao MMC uma certa vantagem sobre os outros métodos de aproximação; mas dentre todos os métodos numéricos que contam com n-pontos de avaliação num espaço m-dimensional para produzir soluções aproximadas, o MMC tem o erro absoluto de suas estimativas diminuído a $N^{-1/2}$, enquanto todas as outras soluções tem erro absoluto decrescendo a $N^{-1/m}$ no máximo.

O próximo item discorre acerca da história desse método e de seus precessores.

2.1 HISTÓRICO DO MÉTODO

O Método de Monte Carlo teve três desenvolvimentos distintos na história, mas o principal estava relacionado à matemática: “jogos de azar”. Isso foi o que motivou os matemáticos dos séculos XVII e XVIII a observarem com mais atenção que os resultados dos eventos sucessivos apresentavam uma sequência randômica. Os mesmos observaram que a média da função de variáveis aleatórias contínuas possuía a forma de uma integral. Com essa observação, os estatísticos da época da década de 19 e início da década de 20 reconheceram que números apresentados aleatoriamente poderiam ser transformados com regras já existentes, derivando assim uma integral de um problema que não possui nenhum conteúdo probabilístico (FISHMAN,1995).

No final do século XIX foi que se deu a segunda linha de questionamentos sobre o MMC, pois nessa época Lord Rayleigh divulgou que o caminho aleatório em uma dimensão sem barreiras absorventes poderia dar uma explicação aproximada para uma equação diferencial parabólica. A terceira linha de pensamento sobre o MMC surgiu durante a Segunda Guerra Mundial, quando alguns cientistas precisavam do método para resolver questões relacionadas à difusão de nêutrons (SOUZA, 2004).

Nicholas Metrópolis foi o primeiro a pensar nesse método em 1947, porém foi apenas em 1949 que ele e Ulam tiveram a ideia de colocar o nome em um artigo chamado “The Monte Carlo Method” (METROPOLIS; ULAM, 1949). Assim, o nome Método de Monte Carlo (MMC) apareceu em 1949 com o artigo *The Monte Carlo Method* escrito pelos matemáticos John Von Neumann e Stanislaw Ulam. Conforme Ulam, o nome desse método se deve em homenagem a seu tio, que era um assíduo frequentador do cassino de Monte Carlo. Isso contradiz os pensamentos de que tal denominação seria em função da associação direta à natureza repetitiva e aleatória da roleta de um cassino. Embora o método já fosse conhecido, o seu emprego verdadeiro começou a ser maior a partir do aparecimento das calculadoras e computadores (FERNANDES, 2005).

Desde quando Ulam e Metropolis publicaram o primeiro artigo sobre o MMC, foram desenvolvidos mais de 22 mil artigos sobre o tema e esse número

tende a aumentar. Esse aumento se deve em parte ao crescimento das máquinas computacionais e o avanço da tecnologia, pois o avanço na velocidade de processamento dos dados e no armazenamento de informações ajuda o MMC (YORIYAZ, 2009).

2.2 EMPREGANDO O MÉTODO DE MONTE CARLO

Segundo Fernandes (2005) o MMC consiste basicamente em três componentes primários de qualquer tipo de simulação, sendo que esses componentes são:

- a) função de Densidade e Probabilidade (FDP),
- b) gerador de números aleatórios e Técnicas de Amostragem;

A FDP é dada por $P(x)$, sendo utilizada na probabilidade de forma a observar x , quando:

- a) $p(x) \geq 0$, quando as probabilidades negativas não fazem sentido algum,
- b) $p(x)$ é normalizado no domínio de X , ou seja, $\int_{x_{min}}^{x_{max}} p(x) dx = 1$;

Junto com isso, existem também as funções probabilísticas cumulativas ou CPF, definidas igualmente na equação anterior, que é: $\int_{x_{min}}^x p(x') dx' = c(x)$. As propriedades que são derivadas dessa função são as seguintes:

- a) $C(X_{min}) = 0$ no início do domínio de X ,
- b) $C(X_{max}) = 1$ no final do domínio de X ;

A CPF também é relacionada com números aleatórios uniformemente distribuídos, com isso há a possibilidade de uma forma de amostragem dessas funções ou distribuições (YORIYAZ, 2009).

Constituindo o emprego do MMC percebemos que precisa de um gerador de números aleatórios.

2.2.1 Gerador de números aleatórios

O MMC é entendido como uma técnica de simulação estocástica. Portanto, esse método é resolvido por um processo que procura utilizar números aleatórios. Para simular os números em uma grande quantidade, o MMC faz o uso de um gerador de números aleatórios que consiste em sortear aleatoriamente valores pertencentes à distribuição no intervalo de 0 e 1. Feito isso, a variável aleatória é transformada uniformemente para a distribuição desejada por meio da inversa da função de distribuição de probabilidade cumulativa. Para obter a certeza de que uma sequência de números constitui uma amostra de números aleatórios, um aspecto que é observado e é básico, é que cada número sucessivo na sequência tenha que ter uma probabilidade igual de assumir qualquer tipo de valor possível, o mesmo também tem que ser estatisticamente independente de outros números na sequência (CASTRO, 2014).

Yoriyaz(2009) define que qualquer quantidade que não pode ser especificada sem uso das leis da probabilidade é chamada de variável aleatória. O mesmo autor define que variável aleatória é um número real associado ao evento. As mesmas são boas opções, pois facilitam a manipulação numérica, tal como a média e o desvio-padrão; sendo assim, as variáveis aleatórias são basicamente um jogo de azar, pois à medida que vários eventos ocorrem, elas assumem valores definidos, com isso precisamos entender a independência das Variáveis aleatórias e o Teorema do limite central.

2.2.2 Independência de variáveis aleatórias

No MMC as variáveis aleatórias são múltiplas, pois são vários os riscos que podemos identificar nos projetos software. Então a melhor maneira de contabilizar os resultados é fazendo um somatório, ou seja, a cada simulação ter a soma dessas variáveis. Porém, para que isso funcione é necessário que se satisfaça uma condição importante que é o fato de que as variáveis aleatórias devem ser independentes. Assim, os eventos de riscos simulados devem ser independentes também. Significando assim que um evento aleatório não pode influenciar o

resultado de outro evento, ou que essa influência seja bem pequena (FERNANDES, 2005).

2.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO MONTE CARLO NO EXCEL

Fernandes (2005) defende que é possível fazer a simulação do MMC utilizando o Excel. Há várias ferramentas comerciais para fazer essa simulação, porém elas são às vezes inalcançáveis para os acadêmicos. O mesmo autor, então, mostra uma técnica sem o uso dessas ferramentas comerciais mais caras, ou seja, utilizando o Microsoft Excel. A ideia é utilizar um gerador para os números aleatórios, mas na verdade tais geradores não existem. O fato é que os mesmos são geradores de números pseudoaleatórios, que podemos considerar como números randômicos. Para se gerar os números randômicos pode ser utilizado o Mersenne Twister, que é um programa de licença gratuita, ou o *Numerical Technologies Random Generator for Excel* (NtRand).

Sabendo como se constitui o MMC no Microsoft Excel e suas formas de construção, então podemos partir para a área de Gerenciamento de riscos em Engenharia de Software e tentar entender o motivo de sua relevância nesta área.

3 ENGENHARIA DE SOFTWARE

Sommerville (2003) afirma que a Engenharia de Software é uma disciplina da área das engenharias que estuda a produção de softwares, desde os estágios iniciais de especificação desse sistema até a parte de manutenção do mesmo. A meta da Engenharia de Software é o desenvolvimento de softwares com boa relação “custo/benefício”.

A Engenharia de Software é uma ramificação das engenharias de sistemas e de hardware, que possui um conjunto com três elementos principais: métodos, ferramentas e procedimentos. Esses três elementos proporcionam ao gerente de software o controle do processo de desenvolvimento e oferecem ao mesmo uma base de conhecimento para a construção do software (PRESSMAN,1995).

Pressman (1995) menciona que os três principais métodos da Engenharia de Software proporcionam um caminho de como realizar o desenvolvimento do software. Esses métodos estão envolvidos em um grande conjunto de tarefas, dentre as quais podem ser destacadas as seguintes: planejamento e estimativa de projeto; análise de requisitos; projeto de estrutura de dados; arquitetura do programa e dos algoritmos de processamento; codificação; testes e manutenção. Esses métodos, então, proporcionam uma melhoria na qualidade do software.

De acordo com Sommerville (2003) a noção de Engenharia de Software foi apresentada pela primeira vez em 1968, isso se deu devido a chamada ‘crise do software’, essa crise ocorreu devido ao poderoso hardware de terceira geração daquela época.

Partindo do conhecimento básico de Engenharia de software, passa-se para a parte de Gerenciamento de riscos do projeto, como apresentado a seguir.

3.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS DO PROJETO

O gerenciamento de riscos é importante para o projeto de softwares, pois os mesmos possuem muitas incertezas que quase todos os projetos de softwares enfrentam. Essas incertezas ou riscos podem ocorrer devido a vários fatores que

influenciam, como os requisitos mal definidos, as dificuldades para estabelecer os prazos e os recursos que serão utilizados para o desenvolvimento. Também existe dependência das habilidades individuais dos desenvolvedores, como também a mudança dos requisitos devido aos pedidos do cliente (SOMMERVILLE, 2003).

Segundo Sommerville (2003), uma vez feitos os planos para gerenciamento de riscos, a situação continuará sendo observada. Conforme as informações dos riscos vão aparecendo no desenvolvimento, os mesmos devem ser reavaliados e novas propriedades devem ser feitas.

Pressman (1995) diz que a gerência de projetos é a primeira camada do processo de engenharia de software. É chamado camada, pois ela abrange todo o processo de desenvolvimento do começo ao fim.

Para que um projeto de software seja bem executado, tem de se compreender o escopo do trabalho a ser feito, os riscos a que estamos expostos, os recursos que são exigidos e as tarefas que têm que ser executadas, o custo que será utilizado e a programação a ser seguida. A gerência do projeto oferece esse entendimento, pois a mesma começa antes do trabalho técnico e continua seguindo à medida que o software é desenvolvido do modelo conceitual ao modelo real. A mesma se encerra apenas quando o software se torna obsoleto (PRESSMAN,1995).

De acordo com o PMBOK (2004), o objetivo do gerenciamento de riscos do projeto é aumentar a probabilidade e o impacto de eventos positivos, diminuindo os impactos de eventos adversos e a probabilidade de erros no projeto. Os processos do gerenciamento são os seguintes:

- a) planejamento dos riscos: planejamento e execução de como executar as atividades de gerenciamento do risco no projeto;
- b) identificação dos riscos: determinar os riscos que podem causar algum problema no projeto e na sua documentação,
- c) análise qualitativa de riscos: priorizar os riscos para análise e a partir de uma avaliação e combinação de sua probabilidade de ocorrência e impacto,
- d) análise quantitativa dos riscos: analisar numericamente os efeitos dos riscos identificados no projeto;

- e) planejamento de respostas aos Riscos: desenvolver ações para que as oportunidades aumentem e fazer uma redução nas ameaças ao projeto,
- f) monitoramento e controle de riscos: acompanhar os riscos identificados, acompanhar os riscos residuais, conseguir achar novos riscos, executar os planos de ações e de respostas a riscos e avaliação se é bom o uso durante o ciclo do projeto;

Estes seis processos se comunicam entre si e com outras áreas de conhecimento. Cada processo deste pode envolver uma pessoa ou até um grupo de pessoas e tudo se baseia na necessidade do projeto. Todos esses processos acontecem pelo menos uma vez nos projetos de software e também poderão aparecer nas fases do projeto, se o mesmo tiver fases (PMBOK, 2004).

Pereira (2005) afirma que os riscos podem ser conhecidos ou desconhecidos: os conhecidos são aqueles que já foram analisados e identificados; já os desconhecidos são aqueles que não podem ser gerenciados proativamente. O que o grupo do projeto deve fazer quando se encontra com um risco desse tipo é alocar uma contingência genérica para os riscos desconhecidos. Também deve ser feito essa alocação para os riscos conhecidos que não são viáveis desenvolver uma resposta proativa. A cada projeto deve haver uma abordagem consistente que atenda aos requisitos do grupo do projeto.

É necessário que se incluam os processos referentes ao planejamento do gerenciamento de riscos. Isso é, incluir a identificação, a análise, o planejamento das respostas e a monitoração e controle dos riscos. Isso tem que ser feito porque os processos interagem entre si e com os processos de outras áreas de conhecimento (PEREIRA, 2005).

Sommerville (2003) afirma que os gerentes de software são os responsáveis por comandar a programação e o desenvolvimento do projeto. O trabalho deles é supervisionar o projeto para ver se o mesmo está atendendo aos requisitos e monitorar o projeto para ver se o mesmo está no prazo e dentro do orçamento. Com isso, afirma-se que o bom gerenciamento não garante o sucesso do projeto, porém um mal gerenciamento deixa o software findado ao fracasso. As

modalidades de fracassos podem variar, como atraso na entrega, estouro de orçamento, falha nos requisitos etc.

Os gerentes de software possuem o mesmo trabalho que outros chefes de engenharia, porém a engenharia de software é diferente das outras engenharias. Nesse sentido, podem ser citadas as seguintes diferenças:

- a) o produto é intangível: o gerente de engenharia civil pode ver o prédio ser construído, o que diz que se a construção está atrasada isso será visível para ele. O software é intangível, isso quer dizer que o mesmo não é visível, ou seja, os gerentes de software não podem perceber o progresso do software. Com isso, eles dependem de outras pessoas para produzir a documentação para sua análise,
- b) não há processo de software padrão: não há uma compreensão certa das relações entre o processo de software e os tipos de produto. Na engenharia civil a construção de uma ponte é bem fácil de se compreender. Já na parte de gerenciamento de software ainda não podemos prever que o software poderá ter problemas de desenvolvimento,
- c) grandes projetos de software são geralmente projetos únicos: os grandes projetos geralmente são diferentes de projetos anteriores. Os gerentes, então, possuem a experiência anterior para utilizar para reduzir as incertezas; somado a isso existe também os grandes desenvolvimentos tecnológicos que desatualizam as experiências anteriores, com isso as lições aprendidas anteriormente podem não ter grande impacto no projeto;

Por culpa desses três problemas, não é nenhuma surpresa que alguns projetos sofram atrasos e estourem os orçamentos. Mas, com toda essa dificuldade é até algo a ser notado que vários projetos conseguem ser entregues dentro do prazo e do orçamento (SOMMERVILLE, 2003).

Assim para que possa ter um bom gerenciamento de riscos devemos aprender sobre procedimentos e técnicas, como exposto na sequência.

3.2 GERENCIAMENTO DE RISCOS – PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS

A gerência de riscos consiste em identificar os riscos, analisar os riscos, avaliar os riscos mais críticos, mitigar os riscos e fazer um planejamento contingencial (SWEBOK, 2004).

Leopoldino (2004) diz que as técnicas de gerenciamento de riscos podem ser aplicadas em várias áreas, pois apresentam um grande grau de generalidade. Isso se deve porque é raro existir uma técnica de gerência de projetos que seja exclusiva.

Segundo Boehm (1991), o gerenciamento de riscos pode ser dividido em dois blocos:

- a) avaliação: nesta etapa são identificados os riscos e os mesmos são listados, analisados sua gravidade e relacionamento com outras variáveis e, no fim, serão colocados em ordem de prioridade para tratamento,
- b) controle: é a parte planejada do gerenciamento de risco. Nessa parte são implementadas ações que resolvem o risco, podendo eliminar o mesmo ou sua minoração, isso tudo com um grande monitoramento das variáveis identificadas;

Com aprendizado sobre os procedimentos e técnicas para o gerenciamento, constata-se que é necessária uma avaliação de risco, conforme comentado a seguir.

3.2.1 Avaliação de Risco

Avaliar os riscos é identificar os mais críticos e isso se faz analisando cada variável de risco crítica (SWEBOK,2004).

Leopoldino (2004) cita que o processo de avaliação é cíclico, pois em um ambiente dinâmico podem surgir e desaparecer fatores novos e indesejados quanto aos graus de gravidade e ocorrência dos mesmos.

Um exemplo clássico disso é o risco de gerenciamento da agenda de desenvolvimento, pois na medida que o projeto está na parte final, menor será o

tempo disponível da equipe, sendo assim os prazos irão receber mais cuidados (LEOPOLDINO, 2004).

Boehm (1991) afirma que as variáveis de riscos podem ser identificadas de várias maneiras e técnicas, como *checklists* disponíveis, o exame de tomadores de decisão, decomposição, comparação com a experiência. Cada risco é avaliado e classificado individualmente, conforme a chance que o mesmo tenha de ocorrer no projeto, para essa análise não existe um jeito fácil de fazer; ou seja, tudo dependerá da qualidade do gerente. Na maioria das vezes não é necessária uma análise numérica exata, mas essa avaliação deve se basear em alguns intervalos que são:

- a) a chance do risco pode ser considerada baixa ou quase nula (menor que 10%), pode ser considerada baixa (entre 10% e 25%), considerada normal ou moderada (entre 25% e 50%), alta (entre 50% e 75%) ou muito alta, que é acima de 75%,
- b) com essas chances avaliadas numericamente podem ser considerados os efeitos dos riscos como: insignificante ou nulo, tolerável, sério e muito sério;

Para avaliar corretamente um risco é necessário identificá-lo, conforme exposto na próxima seção.

3.2.2 Identificação dos Riscos

Para Sommerville (2003) a identificação dos riscos é o primeiro passo a ser feito, pois é ela que se preocupa em descobrir os riscos existentes no projeto. A identificação pode ser feita com uma abordagem chamada *brainstorming*, ou também pode ser identificada com a experiência do gerente. Para isso, podemos utilizar uma lista de possíveis riscos, que são os seguintes:

- a) riscos quanto a tecnologia: riscos relacionados aos softwares e hardwares relacionados ao desenvolvimento,
- b) risco quanto ao pessoal: riscos relacionados ao grupo de desenvolvimento,
- c) risco organizacional: riscos que podem acontecer na organização onde o software está sendo projetado,

- d) risco quanto às ferramentas: riscos que derivam dos softwares de apoio ao desenvolvimento do projeto,
- e) risco quanto aos requisitos: riscos que vêm dos requisitos pedidos pelo cliente e pelo processo de modificação dos mesmos requisitos,
- f) risco quanto à estimativa: são os riscos que vêm da estimativa feita pelo gerenciamento sobre as características do projeto em desenvolvimento;

Sabendo quais os riscos, deve-se tentar conhecer suas entradas, como mencionado no próximo item.

3.2.2.1 Identificação de Riscos: Entradas

O PMBOK (2004) define as seguintes entradas na identificação de riscos:

- a) fatores ambientais da empresa,
- b) ativos de processos organizacionais,
- c) declaração de escopo do projeto,
- d) plano de gerenciamento de riscos,
- e) plano de Gerenciamento de projetos;

Com as entradas já conhecidas, utiliza-se suas técnicas e ferramentas para tentar mitigar ou mesmo minimizar o risco, como apresentado no próximo tópico.

3.2.2.2 Identificação de Riscos: Ferramentas e Técnicas

O PMBOK (2004) define alguns tipos de ferramentas e técnicas para identificar os riscos:

- a) revisão da documentação,
- b) técnicas de Coleta de informações:
 - a - brainstorming,
 - b - técnica Delphi,
 - c - entrevistas,

- d - identificação de causa-raiz,
- e - análise dos pontos fortes e fracos;
- c) Análise da lista de verificação,
- d) Análise das premissas,
- e) Técnicas com Diagramas:
 - a - Diagrama de causa e efeito,
 - b - Diagrama dos sistemas ou fluxogramas,
 - c - Diagrama de influência;

Conhecidas as técnicas, cabe compreender as Saídas de identificação de riscos, como apresentado na sequência.

3.2.2.3 Identificação de Riscos: Saídas

As saídas são identificadas e são geralmente contidas em um documento chamado registro de riscos, conforme citado no (PMBOK (2004), que pode abranger:

- a) lista de riscos identificados,
- b) lista de respostas possíveis,
- c) causas-raiz do risco,
- d) categorias de riscos atualizadas;

Com os riscos já devidamente identificados, cabe passar à análise qualitativa dos mesmos, como exposto a seguir.

3.2.3 Análise qualitativa de riscos

Análise qualitativa é uma maneira rápida e econômica de obter prioridades para o planejamento das respostas ao risco e também estabelece a base para a análise quantitativa. Essa análise sempre tem que ser consultada e revisada durante o processo de desenvolvimento (PEREIRA, 2005).

3.2.3.1 Análise qualitativa de riscos: Entradas

O PMBOK (2004) menciona as seguintes entradas para a análise qualitativa de riscos:

- a) ativos de processos organizacionais,
- b) declaração de escopo do projeto,
- c) plano de gerenciamento de riscos,
- d) registro de riscos;

3.2.3.2 Análise qualitativa de riscos: ferramentas e técnicas

O PMBOK (2004) destaca várias técnicas para a análise qualitativa de riscos, que são:

- a) avaliação de probabilidade e impacto de riscos;
- b) matriz de probabilidade e impacto,
- c) avaliação da qualidade dos dados sobre os riscos,
- d) categorização de riscos,
- e) avaliação da urgência de riscos;

3.2.3.3 Análise qualitativa de riscos: Saídas

Podemos definir que as saídas dessa área no gerenciamento de riscos, possui seis maneiras de respostas, abaixo segue as seis maneiras que podemos fazer:

- a) classificação relativa ou a lista de prioridades dos riscos do projeto,
- b) riscos agrupados por categoria,
- c) lista de riscos que exigem resposta a curto prazo,
- d) lista de riscos para análises e respostas adicionais,
- e) listas de observações de riscos de baixa probabilidade,
- f) tendência dos resultados da análise qualitativa de riscos;

Partindo da análise qualitativa é possível aprofundar-se também na análise quantitativa, como delineado a seguir.

3.2.4 Análise quantitativa de riscos

Essa análise segue o processo da análise qualitativa de riscos. Contudo, alguns gerentes realizam essa análise após as identificações dos riscos, pois ela analisa o efeito desses eventos de riscos e distribui aos mesmos riscos uma classificação numérica (PMBOK, 2004).

Nesse sentido, as próximas seções detalham a respeito disso.

3.2.4.1 Análise quantitativa de riscos: Entrada

O PMBOK (2004) define como entrada na análise quantitativa de risco as seguintes funções:

- a) ativos de processo organizacionais,
- b) declaração de escopo do projeto,
- c) plano de gerenciamento de risco,
- d) registro de riscos,
- e) plano de gerenciamento de projetos:
 - a - plano de gerenciamento do cronograma do projeto,
 - b - plano de gerenciamento do custo do projeto;

3.2.4.1 Análise quantitativa de riscos: Ferramentas e técnicas

Conforme registrado no PMBOK (2004), algumas técnicas e ferramentas da análise quantitativa de riscos são:

Técnicas de representação e coletas de dados:

- a) entrevistas,
- b) distribuições de probabilidades,
- c) opinião especializada;

Análises quantitativas de riscos e técnicas de modelagem:

- a) análise de sensibilidade,
- b) análise do valor monetário esperado,

- c) análise da árvore de decisão,
- d) modelagem e Simulação;

3.2.4.2 Análise quantitativa de riscos: Saídas

Pereira (2005) define as saídas da análise quantitativa dos riscos como uma atualização dos registros de riscos, onde o mesmo faz duas análises que podemos definir como:

- a) análise probabilística do Projeto,
- b) probabilidade de realização do projeto em tempo;

Com o conhecimento dos dois tipos de análises, podemos planejar a resposta ao risco do projeto.

3.2.5 Planejamento de Resposta ao Risco

É o processo de decisão que busca como abordar e conduzir o gerenciamento dos riscos do projeto. É um processo que deve ser finalizado antes no começo do planejamento do projeto, pois o mesmo é fundamental para o funcionamento dos outros processos. Nesse processo é que se encontram as ferramentas de prevenir, mitigar ou aceitar o risco do projeto (PEREIRA, 2005).

3.2.5.1 Planejamento de Resposta ao Risco - Entradas

É definido pelo PMBOK (2004) em dois tópicos principais que podemos chamar de:

- a) plano de gerenciamento de riscos,
- b) registro de riscos;

3.2.5.2 Planejamento de Resposta ao Risco - Ferramentas e Técnicas

O PMBOK (2004) recomenda algumas ferramentas e técnicas a utilizar, como as seguintes:

Estratégia para riscos negativos, que são tres, são chamadas de:

- a) prevenir: essa técnica envolve mudanças no planejamento do projeto,
- b) transferir: essa técnica consiste em passar o risco para um terceiro,
- c) mitigar: essa técnica consiste em reduzir o impacto do risco no software, sendo que essa técnica pode exigir uma elaboração de protótipos para diminuir os riscos;

Já a estratégia para riscos positivos podemos definir em três, como as seguintes:

- a) explorar,
- b) compartilhar,
- c) melhorar;

E a estratégia para ameaças e oportunidades em tal maneira chamada aceitar, essa estratégia é utilizada quando a equipe do software não quer mudar o projeto por causa do risco apresentado.

Isso tudo, ainda nos lembra que não podemos deixar de falar também sobre a estratégia para respostas contingenciadas.

3.2.5.3 Planejamento de Resposta ao Risco - Saídas

Leopoldino(2004) define que as saídas do planejamento são apenas atualizações no registro de riscos, assim como atualizações no plano de gerenciamento. Contudo, também se fala sobre os acordos contratuais dos riscos apresentados.

3.2.6 Monitoramento e controle de riscos

Esse processo consiste na identificação e análise dos riscos recém surgidos e também consiste no acompanhamento dos riscos identificados e dos que estão na lista de observação, dentre outras ações. Esse processo está envolvido na escolha de estratégias alternativas e também se envolve na execução de um plano de contingência ou um plano alternativo (PMBOK, 2004).

3.2.6.1 Monitoramento e controle de riscos - Entradas

Pereira (2005) explica que o PMBOK (2004) define as entradas do monitoramento de riscos em 5 tipos: Plano de gerenciamento de riscos, registro de riscos, solicitações de mudanças aprovadas, informações sobre o desempenho do trabalho e relatório de desempenho.

3.2.6.2 Monitoramento e controle de riscos - Técnicas e Ferramentas

O PMBOK (2004) menciona sobre algumas ferramentas e técnicas para o monitoramento e controle de riscos como: Reavaliação de riscos, auditoria de riscos, análise das tendências e da variação, medição do desempenho técnico, análise das reservas e reuniões de andamento.

3.2.6.3 Monitoramento e controle de riscos - Saídas

Na obra do PMBOK(2004) são mencionadas exemplos de saídas como: atualizações nos registros de riscos, mudanças solicitadas e ações corretivas recomendadas

Abordadas quase todas as técnicas de análise e gerenciamento dos riscos de um projeto de software, o foco do trabalho é deslocado para trabalhos correlatos ao uso do MMC.

4 TRABALHOS CORRELATOS

Nos dias atuais é cada vez mais comum o aumento do número de projetos de pesquisas referentes à Simulação de Monte Carlo, já que essa simulação está em constante crescimento. Este capítulo apresenta alguns projetos de pesquisas relacionados ao tema do trabalho que está sendo proposto.

4.1 MÉTODO DE MONTE CARLO: PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES EM FÍSICA MÉDICA

Em 2009, o pesquisador Hélio Yoriyaz publicou um artigo sobre a utilização do método de Monte Carlo em Física. O MMC é descrito como um método estocástico, que se utiliza uma sequência de números aleatórios para a realização de uma simulação. Usando isso em transporte de radiação, o processo estocástico pode ser visto como uma família de partículas cujas coordenadas individuais mudam randomicamente em cada colisão. Então, o comportamento dessas partículas é descrito como fluxo. O valor dessa grandeza corresponde à solução determinística da equação de Boltzman (YORIYAZ, 2009).

Em muitas aplicações em MMC o processo físico é simulado diretamente, ou seja, não é necessário descrever a equação matemática que representará o comportamento do sistema. O único requisito necessário é que o processo físico tenha que ser descrito pelas FDP, onde a mesma irá delinear o processo físico do fenômeno (YORIYAZ, 2009).

4.2 ANÁLISE DOS RISCOS DE UMA DISTRIBUIDORA ASSOCIADOS À COMPRA E VENDA DE ENERGIA NO NOVO MODELO DO SETOR ELÉTRICO

Nesse caso, trata-se da elaboração de uma dissertação com o intuito de estudar os riscos que uma distribuidora está exposta ao prever o risco de mercado com certa antecedência, vendo a variações das classes de consumo e também as incertezas dos leilões no preço da energia.

Segundo Castro (2004), utiliza-se o MMC para mensurar tais riscos, pois o mesmo consiste no uso de procedimentos estocásticos que geram vários cenários possíveis para uma variável.

Faz-se um estudo sobre os preços da energia em certos leilões e, utilizando da Simulação de Monte Carlo, são gerados vários cenários para que se reduza o risco na compra da energia, diminuindo assim o preço do mesmo (CASTRO, 2004).

O objetivo disso tudo era estimar o risco que uma distribuidora estaria exposta ao prever como será o mercado daqui 5 anos, assim irá ser contratado a soma de energia nos leilões que a CCEE promove sob a tutela da ANEEL (CASTRO, 2004).

4.3 UM PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS PARA PROJETOS DE SOFTWARE

Em 2005, o acadêmico Pascale Correira Rocha Pereira, da Universidade de Fortaleza (CE), do mestrado de informática aplicada, produziu uma dissertação observando os problemas de gerenciamento de riscos de Software.

Essa dissertação faz uma breve análise do PMBOK e apresenta várias abordagens do desenvolvimento de software, pois os mesmos são imprevisíveis e de difícil controle. A dissertação cita que, na maioria das vezes, o projeto ultrapassa o prazo previsto para entrega e o orçamento da empresa que está desenvolvendo.

É um trabalho fundamentado no PMBOK, na AS/NZS 4360, no padrão IEEE STD 540, dentre outras fontes.

4.4 AVALIAÇÃO DE RISCOS EM DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

É um artigo que busca avaliar os riscos em projetos de software, com base no conhecimento que os gerentes de softwares e desenvolvedores de software possuem. O levantamento foi feito a partir de entrevistas com os mesmos e esse estudo, além da avaliação dos riscos, compara a percepção dos gerentes com a percepção dos desenvolvedores de software (LEOPOLDINO, 2004). Contém uma

análise crítica do gerenciamento de softwares nos dias atuais, além de uma definição atualizada dos riscos de software de hoje em dia.

Segundo Leopoldino (2004), baseando-se no conhecimento do PMBOK pode-se obter uma padronização dos softwares da atualidade, além de poder padronizar os projetos dos mesmos; outra contribuição deste trabalho foi o levantamento de críticas às limitações da gerência de riscos atualmente.

Com base nos trabalhos correlatos acima citados podemos entrar no desenvolvimento do projeto, bem como sua metodologia.

5 MÉTODO DE MONTE CARLO COMO APOIO AO GERENCIAMENTO DE RISCOS

Primeiramente o propósito deste é desenvolver um processo de simulação no Microsoft Excel, baseando-se no método do Método de Monte Carlo, para gerenciar riscos em projetos de software.

Tendo em vista que o MMC permite simular qualquer processo cujo andamento dependa de fatores aleatórios, foi identificada a possibilidade de aplicação do modelo para gerenciamento de riscos em projetos de software.

O processo é direcionado à área de Engenharia de Software e contará com as técnicas estocásticas e probabilísticas do MMC para que se descubra se irá valer a pena, ou não, começar e/ou continuar um projeto de software, sabendo a porcentagem que esse risco tem de ocorrer no mesmo projeto.

De acordo com a definição encontrada na literatura, podemos afirmar que riscos são eventos que podem ocorrer no futuro e se concretizados, afetam o projeto do software. Sendo assim temos alguns fatores que estão diretamente relacionados aos riscos. São eles: O evento ou fato que caracteriza o risco, a probabilidade de que ele irá ocorrer (possibilidade) e a perda resultante de sua ocorrência (consequência). Prever a possibilidade de ocorrência de situações inesperadas pode garantir o sucesso do projeto de software uma vez que, minimizando os impactos causados pelas exceções geradas por estes eventos, podemos ter um ganho em várias áreas do desenvolvimento desse projeto.

O gerenciamento de riscos em projetos de software, de acordo com PMBOK, sugere o mapeamento de algumas atividades de processo nas quais são: Planejamento do gerenciamento de riscos, identificação dos riscos, análise qualitativa de riscos, análise quantitativa de riscos, planejamento de respostas a riscos bem como a monitoração e controle dos riscos.

Sabendo-se disso, faz-se a identificação dos riscos em um projeto que está em andamento. Em seguida, utilizando-se o simulador construído com o MMC, tentar-se-á descobrir qual a chance e o impacto que esse risco identificado poderá acarretar a esse projeto e qual a melhor resposta que pode ser dada.

5.1 METODOLOGIA

Durante o processo de desenvolvimento foram aplicadas as seguintes etapas metodológicas:

- a) levantamento bibliográfico;
- b) habilitação e desenvolvimento do ambiente de simulação no Microsoft Excel;
- c) utilização da técnica de Brainstorming para identificação dos riscos no projeto;
- d) simulação dos riscos identificados;
- e) análise dos resultados e respostas possíveis aos mesmos.

No primeiro momento, quando foi realizado o levantamento bibliográfico, se teve como principal intuito o desenvolvimento do simulador no Excel e o entendimento de como funciona o gerenciamento de riscos em um projeto de software, como evidenciado a seguir.

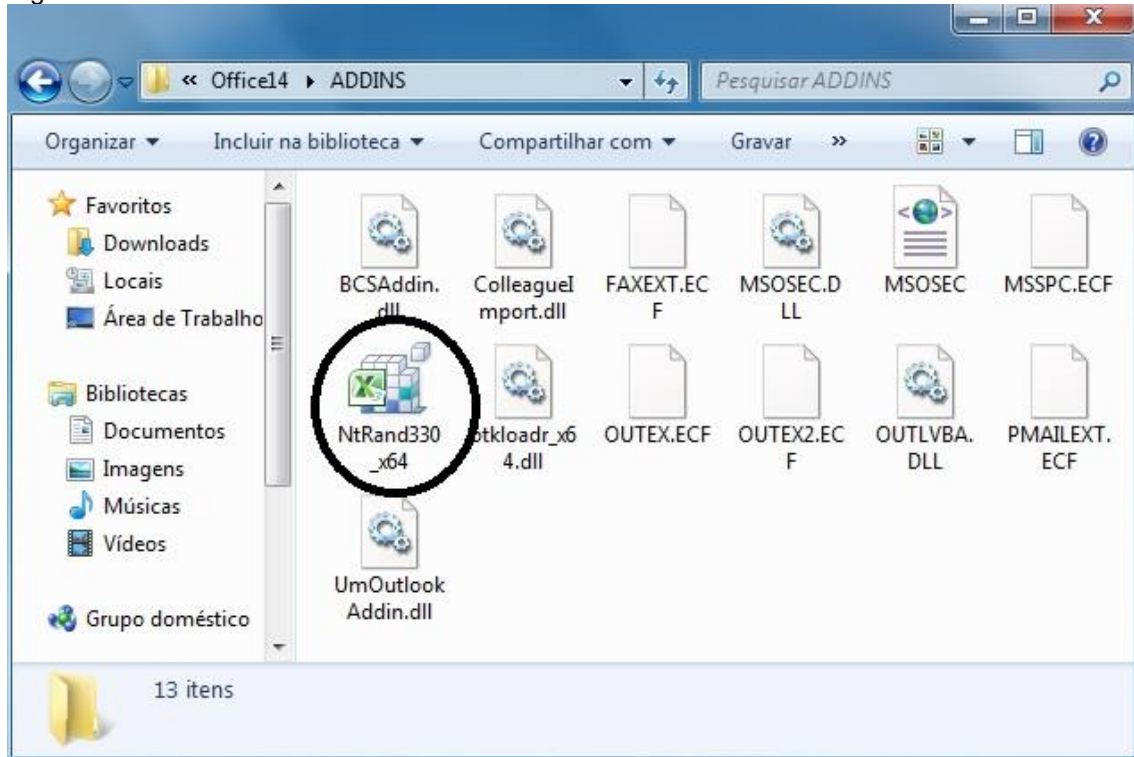
5.1.1 Habilitando o processo para simular no Excel

Após fazer um levantamento bibliográfico que auxiliou para ter um entendimento sobre o MMC, foi realizado o desenvolvimento de um simulador no Microsoft Excel, onde posteriormente foi empregado para a descoberta da porcentagem dos riscos ocorrerem no projeto de software.

Tendo em vista que existem vários softwares que realizam a simulação com o MMC, mas não são gratuitos e de fácil acesso, foi adotada uma forma que permitiu fazer esse processo de simulação gratuitamente, por intermédio do Microsoft Excel.

O primeiro passo foi ter na máquina o pacote do Microsoft Office 2010 com Excel instalado. Depois foi feito o download do NtRand versão 3.3.0 para versão de 64 bits do Windows, sendo que esse download pode ser encontrado no seguinte endereço <http://www.ntrand.com/download/>. Terminado o download, então foi necessário fazer a extração do arquivo NtRand330_x64 para a pasta ADDINS do Microsoft Office, como mostra a figura 1, a seguir.

Figura 1 - Pasta ADDINS do Microsoft Office

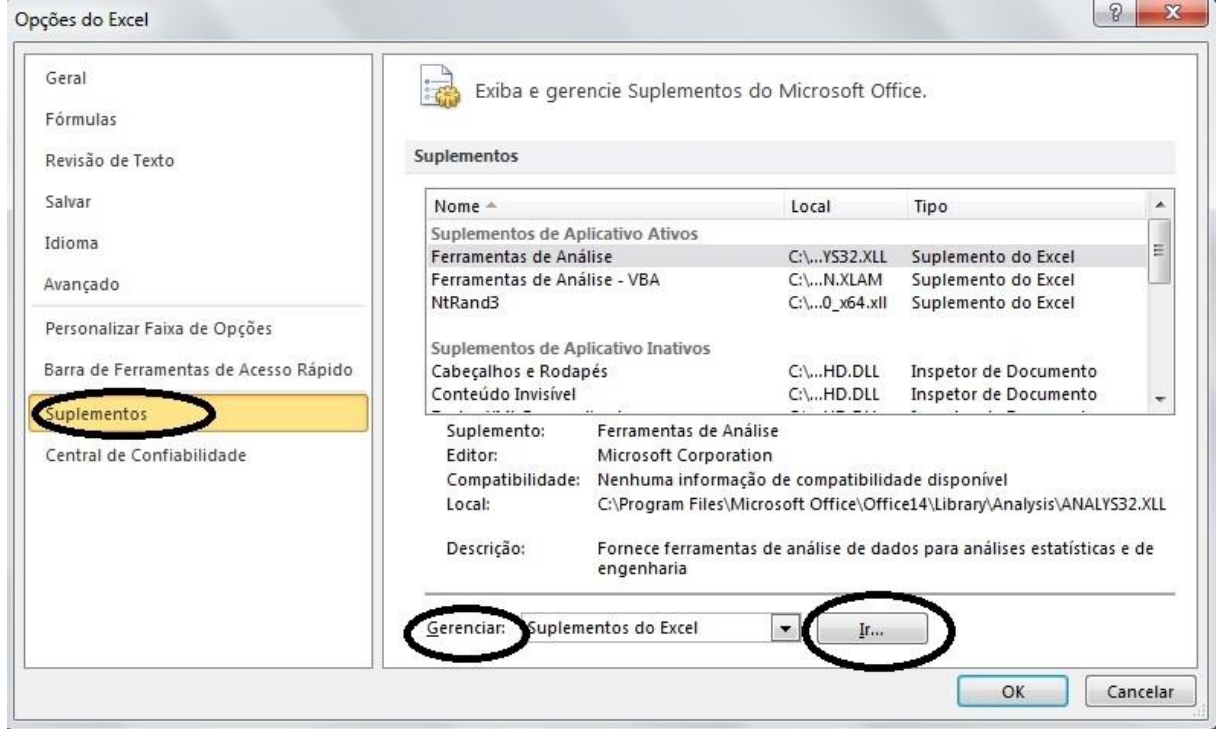


Fonte: Do autor

O próximo passo, depois da extração, foi habilitar o suplemento NtRand no Excel. Com essa habilitação é possível utilizar todos os recursos desse suplemento (como histograma, geração de números aleatórios, dentre outros).

Para a habilitação desse suplemento no Microsoft Excel 2010 o usuário tem que ir na aba Arquivo do Excel e, após isso, ir no menu opções, onde terá a opção suplementos. Ao clicar na opção suplementos, irá abrir uma janela e na mesma irá aparecer a opção 'Gerenciar:'. Nessa opção tem que ser selecionado 'Suplementos do Excel' e então clicar em 'Ir...'. Isso fica um pouco mais claro na imagem da figura 2, a seguir, onde é mostrado passo a passo o que se deve fazer.

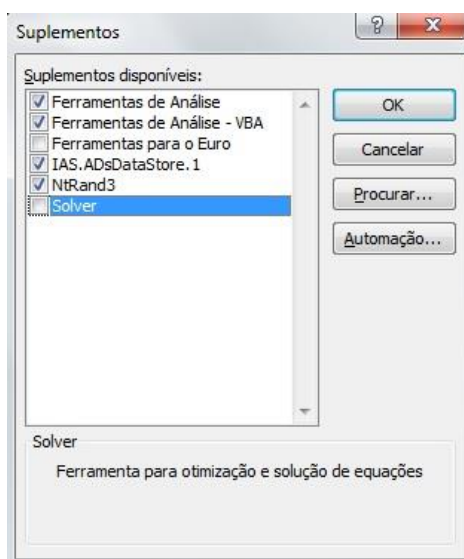
Figura 2 - Selecionando o suplemento NtRand



Fonte: Do autor.

Feitos todos os passos acima listados, deve-se habilitar o suplemento e a opção de análise de dados, como descrito na figura 3, a seguir.

Figura 3 - Caixa com o suplemento NtRand3 habilitada

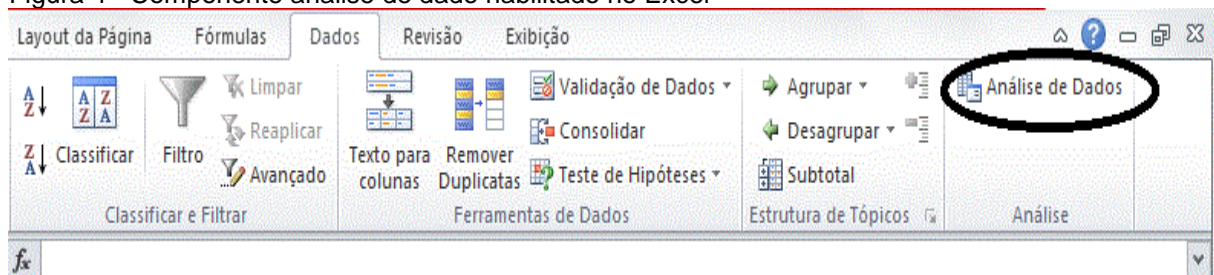


Fonte: Do autor.

Caso não apareça a opção para seleção do suplemento NtRand3, então se deve clicar no botão 'Procurar...' e procurar o arquivo na pasta ADDINS onde foi extraído anteriormente. Com isso, irá aparecer uma opção como mostrado na imagem acima. Partindo desse ponto, então podemos estabelecer que o suplemento do NtRand está habilitado no Microsoft Excel da máquina.

Para que se possa fazer a geração de números aleatórios existe uma ferramenta, que foi habilitada, chamada Análise de dados. Essa ferramenta é o que possibilita fazer o Histograma e a geração dos números aleatórios. Ela está localizada na aba Dados e no canto superior direito, como mostra a imagem apresentada na figura 4, abaixo.

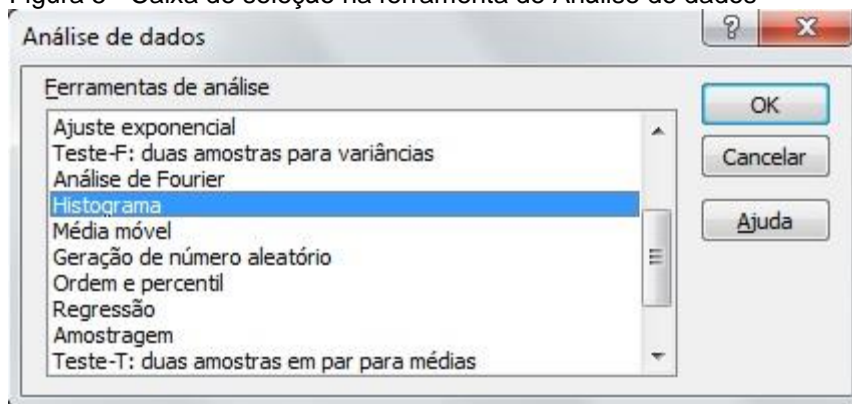
Figura 4 - Componente análise de dado habilitado no Excel



Fonte: Do autor.

Ao clicar, então, na ferramenta de Análise de dados, irão aparecer as opções visualizadas na figura 5.

Figura 5 - Caixa de seleção na ferramenta de Análise de dados



Fonte: Do autor.

Na sequência é possível começar a desenvolver o pretendido simulador com o apoio do MMC. Como sabemos, um risco não pode assumir valores abaixo de 15% e acima de 75%, isso se deve ao fato de que um risco abaixo de 15% é quase nulo e não causaria preocupação, e um risco acima de 75% o que resta é apenas aceitar o mesmo, sem qualquer condição de mitigar ou negar.

Para isso, então, no simulador usar-se-á os seguintes valores:

- a. melhor caso: assume-se o valor abaixo de 15%,
- b. pior caso: assume-se o valor acima de 75%,
- c. caso mais provável: assume-se o valor de 50%;

No simulador, então, são colocados os nomes dos riscos identificados, sendo isso feito a cada novo risco simulado, o nome da distribuição, o melhor caso (que seria 15%), o caso mais provável (que seria 50%) e o pior caso (que seria 75%). Destarte, ficaria como expresso na figura 6, a seguir.

Figura 6 - Tela do Simulador

	A	B	D	E
2	Distribucao	Normal	Nome do risco:	
3			Melhor Caso em %:	15
4			Caso esperado em %:	50
5			Pior Caso em %:	75
6			Numero Iteracao:	
7			1	

Fonte: Do autor.

Considerando-se que o simulador esteja rodando perfeitamente, adentra-se na área de metodologia, onde foram identificados os riscos, como exposto na próxima seção.

5.1.2 Identificando os riscos para simulação

Nessa parte da metodologia será dito qual a técnica utilizada para a identificação dos riscos, o software em que os mesmos foram identificados e o impacto que os riscos identificados podem causar no software.

Para começo, o projeto de software utilizado é chamado JUSTUS e é desenvolvido pela empresa Ag3 Tecnologia. Este é um software para gerenciamento e gestão de igrejas com todos os recursos para as mesmas, que pode ser encontrado no seguinte endereço <http://app.sistemajustus.com.br/> (JUSTUS,2015).

Para que possamos identificar os riscos do mesmo foi utilizada a técnica de Brainstorming. Segundo o PMBOK (2004) a técnica Brainstorming é uma técnica de coleta para dados e criatividade muito utilizada para identificar riscos. Consiste em utilizar um grupo de pessoas que participam do projeto ou especialistas no assunto de projetos de software. Geralmente é estruturada na forma de que cada ideia será registrada para uma análise posterior. Os responsáveis pela técnica de brainstorming no software JUSTUS, além do acadêmico em questão, foram o gerente de projetos Gustavo e a técnica Jéssica.

Foi definido que a identificação e o monitoramento dos riscos seriam feitos no período entre a segunda semana de Setembro de 2015 até a primeira semana de Outubro de 2015. Na primeira reunião, no dia 07/09/2015, foi aplicada a técnica de brainstorming para a identificação dos riscos onde foram identificados os riscos listados na tabela 1.

Tabela 1 - Riscos Identificados na data 07/09/2015

NOME DO RISCO	DATA DE IDENTIFICACAO
Apenas um Desenvolvedor	07/09/2015
Apenas um servidor para aplicação	07/09/2015
Não possui testador	07/09/2015
Pouco recurso para contratação	07/09/2015
Não possui analista de requisitos	07/09/2015

Fonte: Do Autor.

Passada uma semana, foi retornado no dia 15/09/2015 para o local onde o software estava sendo desenvolvido e foi feito um monitoramento dos riscos. Mais uma vez, junto com a equipe do projeto, a técnica Jéssica e o gerente Gustavo, foi utilizada a técnica de Brainstorming para identificação dos riscos do projeto JUTUS, ficando assim definidos novos riscos, além dos já listados anteriormente, conforme

exposto na tabela 2, a seguir, partindo disso foi agendado o retorno para uma nova reunião e identificação de riscos no dia 23/09/2015.

Tabela 2 - Riscos identificados na data 15/09/2015

NOME DO RISCO	DATA IDENTIFICACAO	DE
Apenas um Desenvolvedor;	07/09/2015	
Apenas um servidor para aplicação;	07/09/2015	
Não possui testador;	07/09/2015	
Pouco recurso para contratação;	07/09/2015	
Não possui analista de requisitos;	07/09/2015	
Apenas um suporte para 40 clientes;	15/09/2015	
Apenas um comercial;	15/09/2015	
Não possui sistema de acompanhamento de melhorias;	15/09/2015	

Fonte: Do Autor.

Identificados e monitorados os riscos, foi novamente agendado o retorno para o dia 23/09/2015, neste dia foram apenas monitorados os riscos já identificados e não foram aplicadas técnicas de brainstorming para identificação de novos riscos.

Com a última reunião agendada para o dia 01/10/2015, foi realizada neste dia novamente a técnica de Brainstorming com o gerente de projetos e a técnica citados anteriormente. Assim, foi executada o último monitoramento dos riscos, tendo sido identificados apenas mais dois novos riscos, conforme enumerado na tabela 3.

Ficando definido os riscos em quase mais de um mês, bem como respectivamente suas identificações e suas monitorações, então juntamente com o Método Monte Carlo iremos procurar qual a probabilidade e o impacto que o risco identificado juntamente com a equipe do projeto, poderá afetar o projeto do software JUSTUS.

Tabela 3 - Riscos identificados na data 01/10/2015

NOME DO RISCO	DATA IDENTIFICACAO	DE
Apenas um Desenvolvedor;	07/09/2015	
Apenas um servidor para aplicação;	07/09/2015	
Não possui testador;	07/09/2015	
Pouco recurso para contratação;	07/09/2015	
Não possui analista de requisitos;	07/09/2015	
Apenas um suporte para 40 clientes;	15/09/2015	
Apenas um comercial;	15/09/2015	
Não possui sistema de acompanhamento de melhorias;	15/09/2015	
Não possui analista de negócios;	01/10/2015	
Não possui sistema de registro de riscos;	01/10/2015	
Não possui front e desenvolvedor externo	01/10/2015	

Fonte: Do Autor.

Após terem sido identificados os riscos e monitorados os mesmos, foram categorizados os impactos que os mesmos podem acarretar no projeto e no software em questão. Segundo o PMBOK (2004), a análise de impacto de riscos identifica o efeito do risco sobre o projeto. Geralmente os riscos são priorizados conforme podem impactar no projeto. Então, a combinação da probabilidade gerada pelo MMC e a escala de impacto poderão dizer o tamanho do 'problema' que o risco pode apresentar no projeto e qual ação tomar. Como a tabela 4 nos apresenta.

Tabela 4 - Escala e Valor dos impactos.

ESCALA	VALOR
Muito Baixo;	0,50
Baixo;	1
Moderada;	2
Alta;	3
Muito Alta;	4
Catastrófica	5
Muito Catastrófica	6

Fonte: Do Autor.

Estes valores das escalas de impacto, multiplicados pela probabilidade dos riscos encontrados pela simulação do MMC, irão definir qual solução que deve ser aplicada para os riscos apresentados na tabela 3.

5.2 GERANDO O ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO

Sabe-se que o resultado final procurado é o índice de exposição do risco. Para encontrar esse índice é necessário multiplicar o impacto de cada risco com a probabilidade encontrada nas simulações feitas. Então, após isso, será possível dar a resposta que cada risco deverá representar ao projeto.

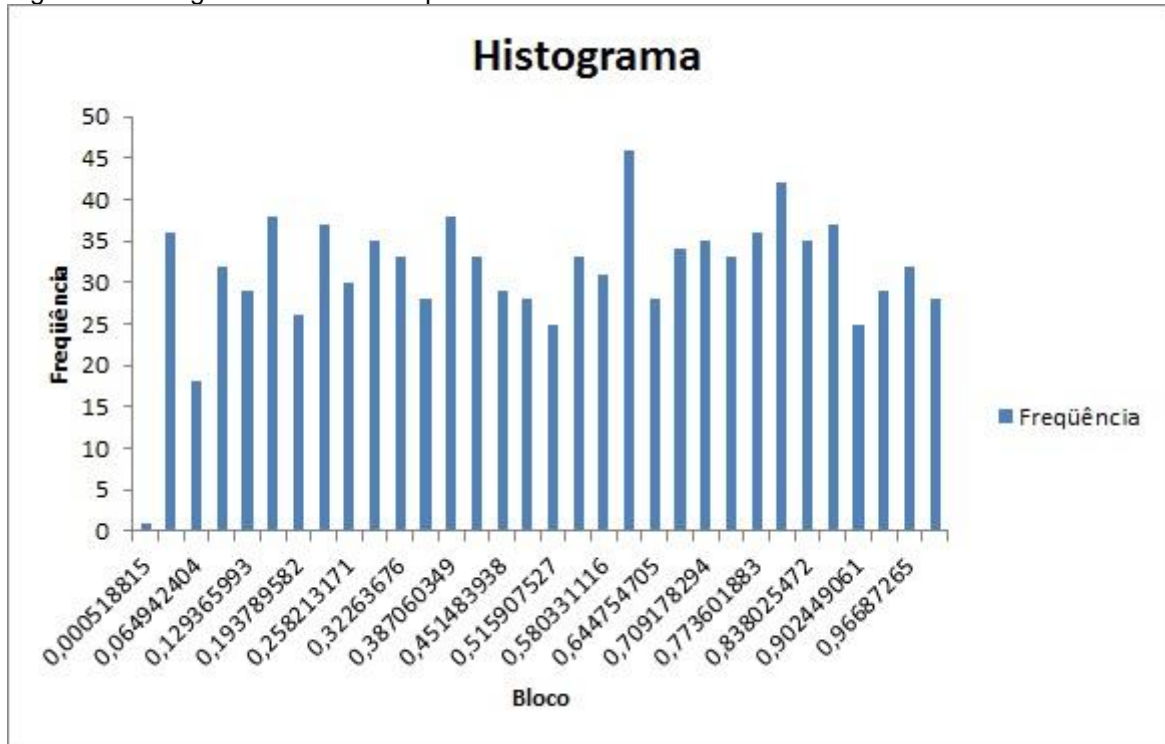
Com os riscos já identificados do software JUSTUS e listados na tabela 3, foi feita a simulação com distribuição uniforme no processo desenvolvido no Microsoft Excel, onde foi encontrada a probabilidade de cada risco e seu histograma. Convém salientar que essa geração foi feita com mil números aleatórios ou pseudoaleatórios.

5.2.1 Simulando os riscos identificados

Para cada simulação irá ser exibido seu histograma e o valor mais provável que este poderá assumir e, no fim de todas as simulações, irá ser apresentado uma tabela com cada valor. Fica também o registro que, para se gerar o histograma, é preciso utilizar o intervalo entre blocos começando de 0 e indo até o valor de 1. Isso se deve ao motivo de que os intervalos dos números aleatórios estão entre 0 e 1 na distribuição utilizada para simular. Ainda, será utilizada apenas uma interação para cada risco.

Para o risco de apenas um desenvolvedor, foi utilizada apenas uma interação para achar a probabilidade do mesmo. Essa interação foi realizada e a distribuição utilizada foi a distribuição uniforme. O valor mais provável que pode acontecer ficou entre o bloco de 0,60 e 0,65 e apareceu com uma frequência de 46 vezes. Com isso, o percentual ficou precisamente em 61,25%, como mostra o histograma apresentado na figura 7.

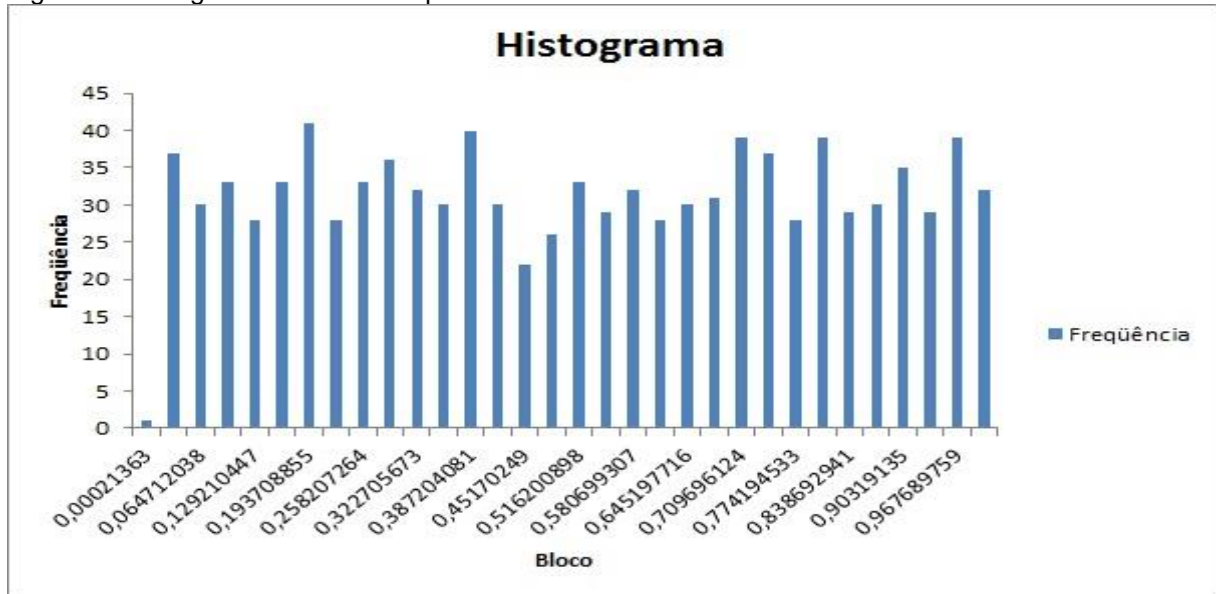
Figura 7 - Histograma do risco de apenas um desenvolvedor



Fonte: Do autor

O risco de apenas um servidor de aplicação, foi o segundo a ser simulado, a técnica foi a mesma utilizada na simulação do risco com apenas um desenvolvedor, os valores mais frequência gerados com essa simulação ficaram no intervalo do bloco entre 0,12 e 0,25, apareceu com uma frequência de 41 vezes, o percentual cumulativo ficou 19,37% como mostra a figura 8 abaixo.

Figura 8 - Histograma do risco de apenas um servidor

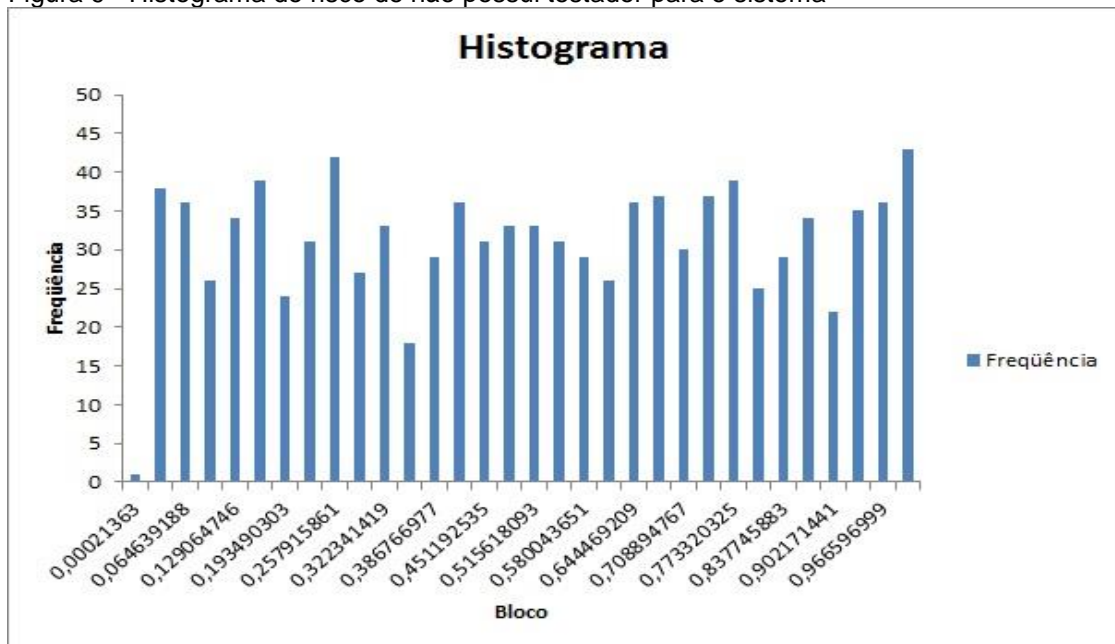


Fonte: Do autor.

No caso do risco de não possuir testador para o sistema, a técnica foi a mesma utilizada nas duas primeiras simulações e será empregada a distribuição uniforme como ocorreu nas outras simulações feitas até o momento.

Nesta simulação, a maior frequência ficou entre os blocos 0,19 e 0,32. A maior frequência foi de 42 aparições entre esses blocos, ficando assim o valor cumulativo de 25,79%, como mostra o histograma da figura 9, a seguir

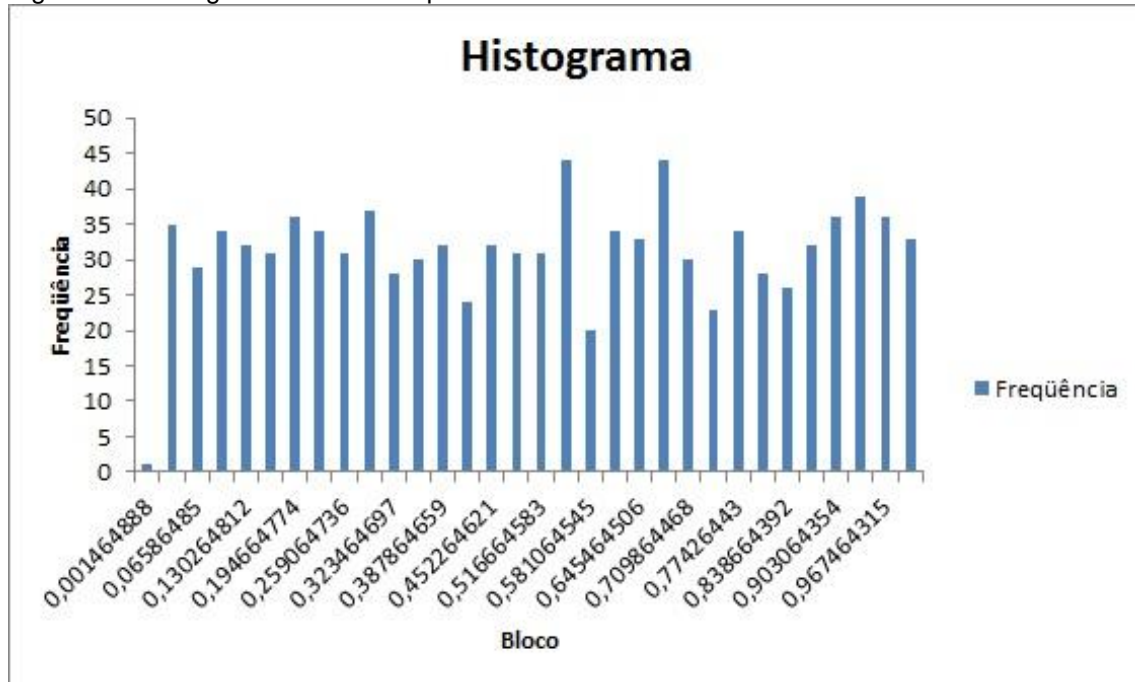
Figura 9 - Histograma do risco de não possui testador para o sistema



Fonte: Do Autor.

O risco de pouco recurso financeiro foi simulado no mesmo estilo dos outros riscos já simulados e a distribuição utilizada no mesmo foi a uniforme. Os valores de frequência ficaram entre o bloco de 0,51 e 0,58 e apareceram 44 vezes na frequência dos 1.000 números. Os valores cumulativos ficaram em 54,88% e estão representados no histograma evidenciado na figura 10

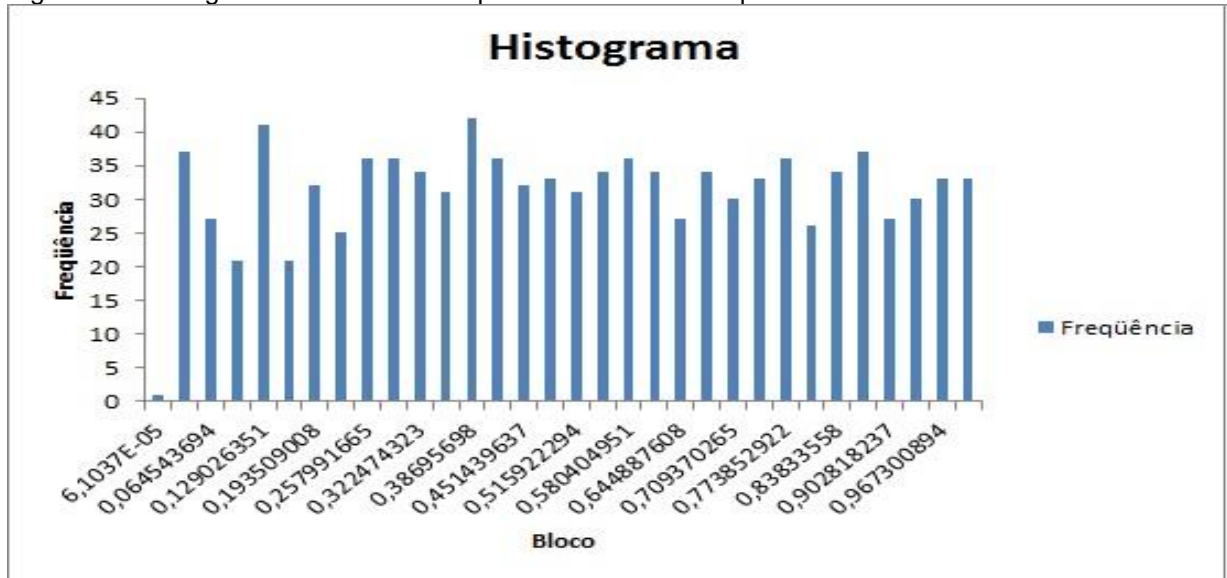
Figura 10 - Histograma do risco de poucos recursos financeiros



Fonte: Do autor.

Partindo-se para a outra simulação de risco, o risco a ser simulado é o risco da empresa não possuir um analista de requisitos. Nesse caso, a maior frequência de aparecimentos ficou entre os blocos 0,38 e 0,45 (com 42 aparições). Assim, verificou-se um percentual de 38,69%, como exposto na figura 11.

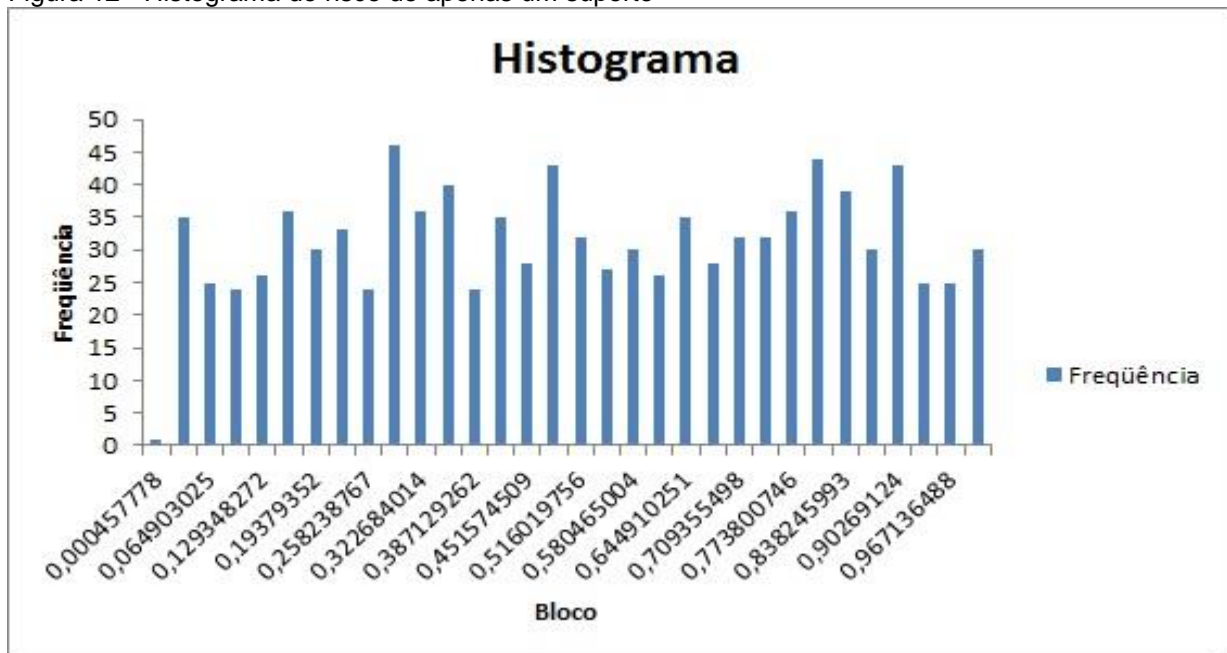
Figura 11 - Histograma do risco de não possuir analista de requisitos



Fonte: do Autor.

Em seguida, foi simulado o risco de a empresa possuir apenas um suporte para 40 clientes. Utilizando a mesma técnica aplicada aos outros riscos, neste caso a aparição de maior frequência dos números ficou entre os blocos 0,25 e 0,32 com 46 aparições. O percentual cumulativo ficou em 29,04%, conforme expresso na figura 12.

Figura 12 - Histograma do risco de apenas um suporte

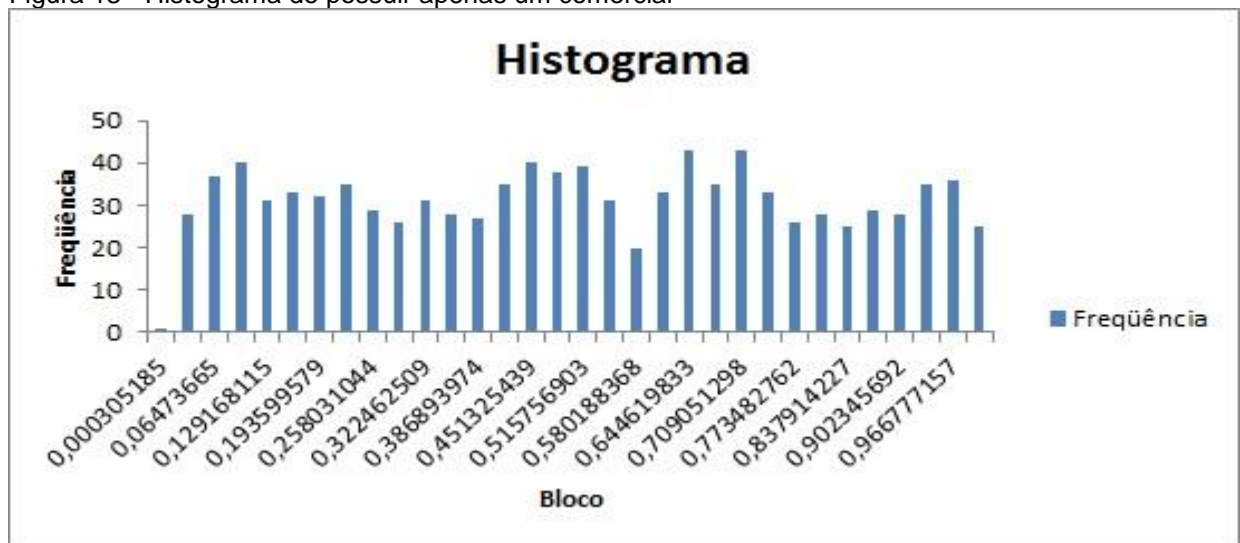


Fonte: Do autor.

Quanto ao sexto risco, que a empresa tem por possuir apenas um comercial para o projeto, o valor com maior frequência ficou entre os blocos 0,58 e 0,70 e foi gerado entre esses blocos em 43 ocasiões.

Com isso, o percentual ficou em 64,46%, como apresentado de forma detalhada na figura 13.

Figura 13 - Histograma de possuir apenas um comercial

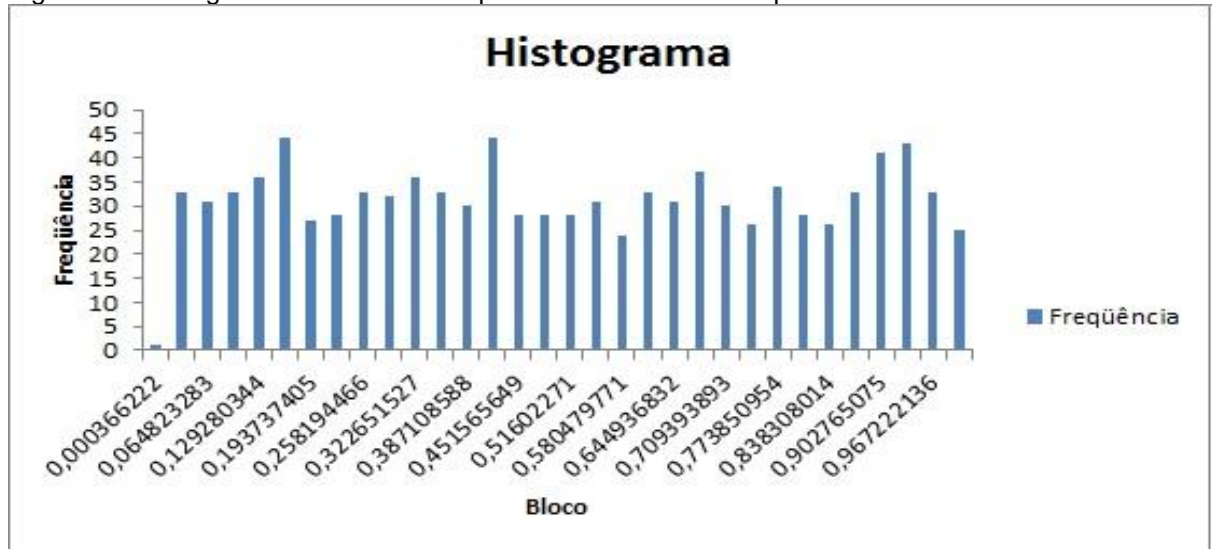


Fonte: Do autor

O próximo risco abrangido é aquele em que a empresa não possui um sistema de acompanhamento de melhorias.

Esse é um risco simples se for analisar superficialmente. Porém, o MMC trabalha com incertezas e, neste caso, o bloco com mais frequência ficou entre 0,12 e 0,19 (com 44 números gerados entre eles). Então, o cumulativo ficou em 16,15% como o histograma abaixo mostra

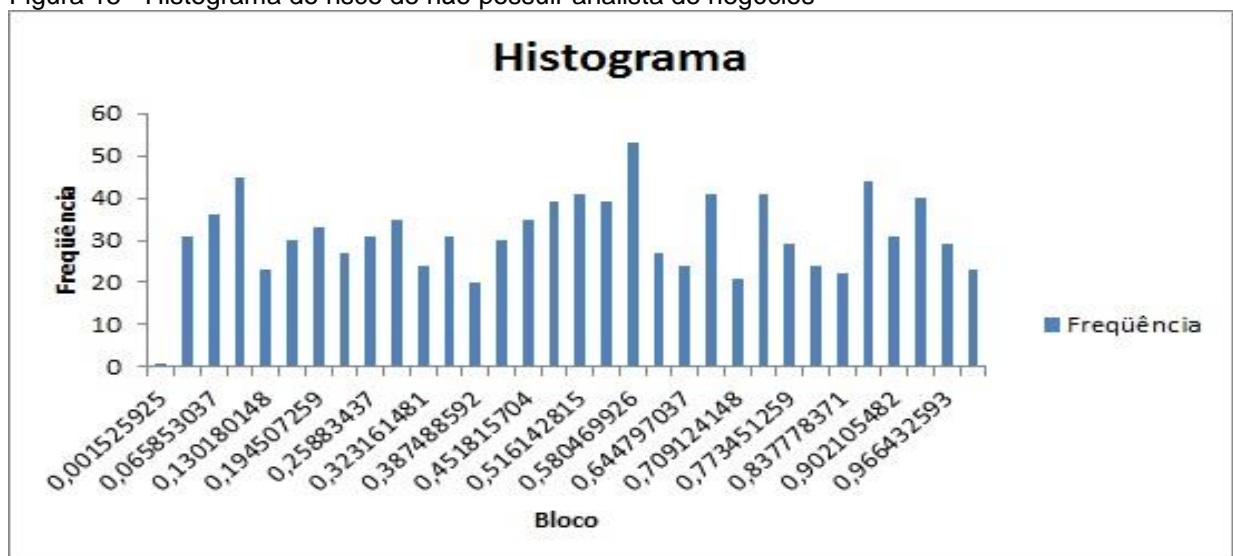
Figura 14 - Histograma do risco de não possuir sistema de acompanhamento



Fonte: Do autor.

Quanto ao risco de não possuir analista de negócios, a priori é possível definir que esse risco não seria algo muito impactante no projeto. Contudo, na simulação não foi bem assim o resultado: a maior frequência gerada ficou entre os blocos 0,51 e 0,64, com uma frequência de 53 números gerados entre os mesmos. Em virtude disso, o percentual ficou entre 58,04%, como ilustrado pela figura 15, a seguir.

Figura 15 - Histograma do risco de não possuir analista de negócios

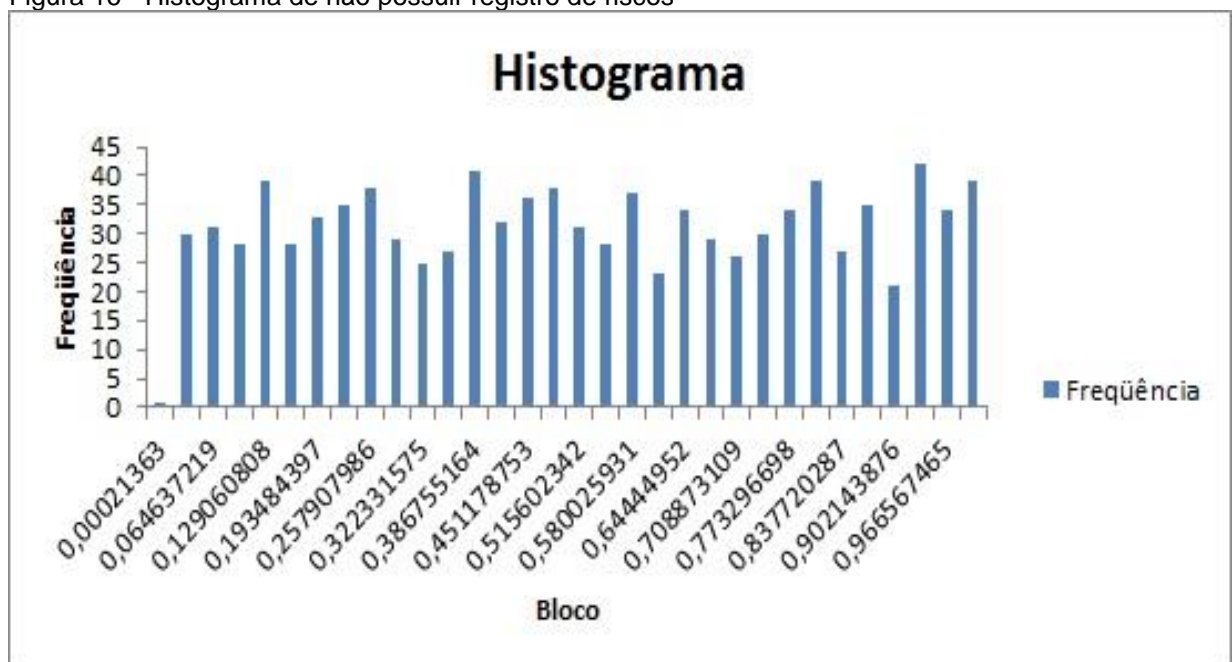


Fonte: Do autor.

Na sequência, simulou-se o risco de a empresa não possuir um registro adequado para registrar os riscos abordados.

Nesse caso, com a utilização da maior frequência gerada ficando entre os blocos 0,32 e 0,45, verificou-se o número de 41 aparições, o que acarretou uma porcentagem cumulativa de 38,67%. A figura 16 apresenta essa realidade, conforme exposto a seguir.

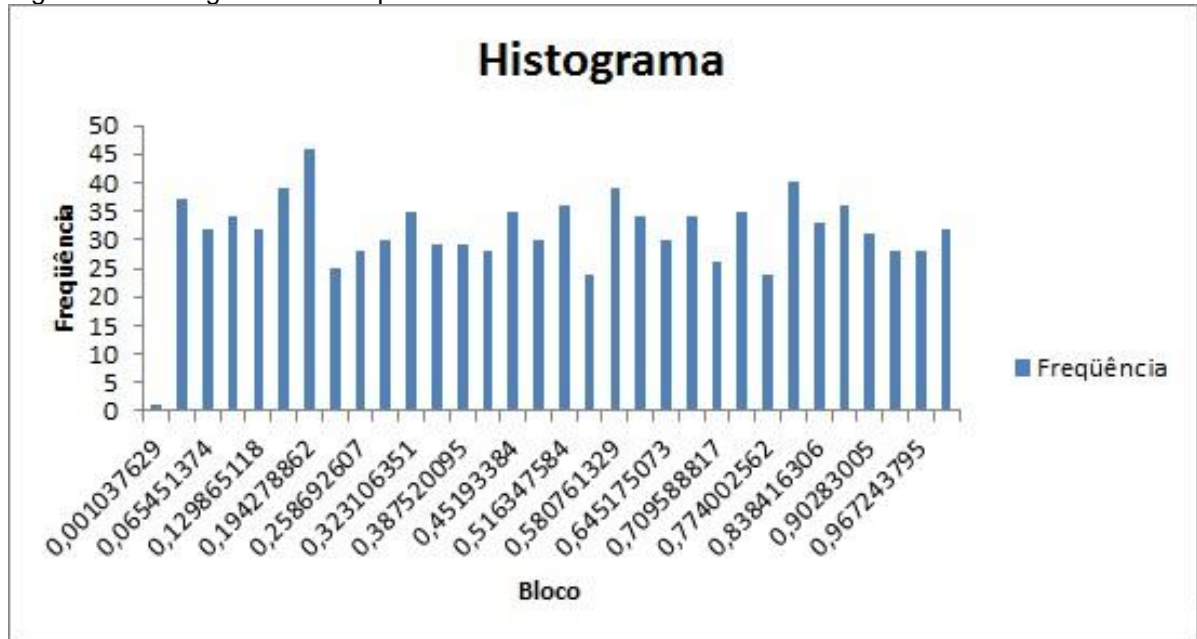
Figura 16 - Histograma de não possuir registro de riscos



Fonte: Do autor.

Finalizando as simulações dos riscos listados, abordou-se o risco da empresa não possuir front e desenvolvedor externo. Para esse aspecto, a frequência que mais apareceu ficou entre os blocos 0,12 e 0,25, com 46 aparições. Em razão disso, o valor cumulativo ficou em 19,42%, como mostra o histograma da figura 17, a seguir.

Figura 17 - Histograma de não possui Front e desenvolvedor externo



Fonte: Do autor.

Terminadas as simulações, foi elaborada a tabela 5 para que seja possível fazer o comparativo entre os riscos e seus respectivos percentuais cumulativos.

Tabela 5 - Valores da simulação dos riscos

NOME DO RISCO	VALORES
Apenas um Desenvolvedor;	61,25%
Apenas um servidor para aplicação;	19,37%
Não possui testador;	25,79%
Pouco recurso para contratação;	54,88%
Não possui analista de requisitos;	38,69%
Apenas um suporte para 40 clientes;	29,04%
Apenas um comercial;	64,46%
Não possui sistema de acompanhamento de melhorias;	16,15%
Não possui analista de negócios;	58,04%
Não possui sistema de registro de riscos;	38,67%
Não possui front e desenvolvedor externo	19,42%

Fonte: Do autor.

A próxima seção discorre acerca do impacto estimado para cada risco,

5.2.2 Obtendo o impacto de cada risco simulado

Realizada a simulação dos riscos identificados e obtidos os valores cumulativos dos mesmos, foi possível estimar qual seria o impacto de cada um desses riscos no projeto JUSTUS.

Nessa direção, o gerente de projeto Gustavo e a técnica Jéssica auxiliaram o acadêmico na reunião do dia 01/10/2015 a atribuir os valores do impacto de cada risco, conforme o cenário destacado na tabela 6.

Tabela 6 - Escala de impacto de cada Risco

NOME DO RISCO	ESCALA
Apenas um Desenvolvedor;	MUITO ALTO
Apenas um servidor para aplicação;	ALTO
Não possui testador;	MODERADO
Pouco recurso para contratação;	ALTO
Não possui analista de requisitos;	BAIXO
Apenas um suporte para 40 clientes;	MUITO ALTO
Apenas um comercial;	MUITO BAIXO
Não possui sistema de acompanhamento de melhorias;	BAIXO
Não possui analista de negócios;	MUITO BAIXO
Não possui sistema de registro de riscos;	MODERADO
Não possui front e desenvolvedor externo	BAIXO

Fonte: Do autor.

Com a estimativa da probabilidade dos riscos identificados com o MMC e o impacto definido de cada um deles, cabe que seja feita a multiplicação do impacto com a probabilidade encontrada nas simulações. Com isso, obtém-se o índice de exposição dos riscos identificados no projeto JUSTUS. A partir do resultado do índice de exposição se torna mais facilitada a ação de definir qual a resposta que deve ser dada para cada risco do projeto

5.2.3 Encontrando o índice de exposição dos riscos identificados

O índice de exposição do risco é dado pela multiplicação da probabilidade simulada com o MMC no Microsoft Excel e o impacto de cada risco. Ao fazer isso, foram encontrados os índices mencionados na tabela 6.

Já na tabela 6 foram definidos, junto ao gerente do projeto em uma reunião específica, os valores da escala que cada risco assumiu. Esses valores foram definidos em algumas categorias (conforme tabela 4) e estão listados abaixo:

- a. Muito Baixo – 0,5
- b. Baixo – 1
- c. Moderado – 2
- d. Alto – 3
- e. Muito Alto – 4
- f. Catastrófico – 5
- g. Muito Catastrófico - 6

Com esses valores definidos, faz-se a multiplicação de cada risco simulado pelo valor na escala de impacto para, assim, encontrar o índice de exposição procurado. Destarte, na tabela 7 são evidenciados os valores de cada índice dos riscos identificados no projeto JUSTUS

Tabela 7 - Tabela do índice de exposição

NOME DO RISCO	ÍNDICE
Apenas um Desenvolvedor;	99,99%
Apenas um servidor para aplicação;	58,11%
Não possui testador;	51,58%
Pouco recurso para contratação;	99,99%
Não possui analista de requisitos;	38,69%
Apenas um suporte para 40 clientes;	96,16%
Apenas um comercial;	32,23%
Não possui sistema de acompanhamento de melhorias;	16,15%
Não possui analista de negócios;	29,02%
Não possui sistema de registro de riscos;	77,34%
Não possui front e desenvolvedor externo	19,42%

Fonte: Do Autor.

A partir desses índices é possível reduzir as incertezas quanto às respostas que a empresa poderia dar a cada risco identificado no projeto abrangido neste estudo, ou priorizar aqueles que requeiram maior atenção segundo o disposto na tabela acima.

5.3 RESULTADOS E REPOSTA AOS RISCOS DO SOFTWARE

Após ter identificado os riscos, simulados os mesmos e encontrados os índices de exposição destes, cabe analisar o que a empresa que produz o software JUSTUS poderia responder a cada risco abrangido.

Sabe-se que existem três tipos de respostas: negar, mitigar e aceitar. A resposta negar é utilizada quando o risco assume um valor abaixo de 15%, quando o risco assume esses valores então seria mais fácil negar o mesmo, ou seja, deixar que o mesmo ocorra, pois existe uma pequena chance do mesmo acontecer no projeto do software (PMBOK,2004).

O ato de mitigar consiste em diminuir o impacto do risco no software. Com esse procedimento é possível diminuir a probabilidade do risco ocorrer no projeto do software (SOMMERVILLE,2011). É uma das principais técnicas na

Engenharia de Software e é muito utilizada na área de gerenciamento de riscos, sendo sempre utilizada quando o índice de exposição fica entre 15% e 75%.

Aceitar, diferentemente de negar e mitigar, é quando não se pode fazer nada para que o risco aconteça. Então, a única coisa que a equipe do projeto em questão pode fazer é apenas esperar para que o risco aconteça. Geralmente é escolhida essa ação quando o risco apresenta índice maior que 75%.

Conforme o raciocínio apresentado nos parágrafos acima, na tabela 8 são listadas as respostas que a equipe do projeto JUSTUS deve aplicar a cada risco identificado e devidamente simulado.

Tabela 8 - Tabela de reposta ao riscos identificados

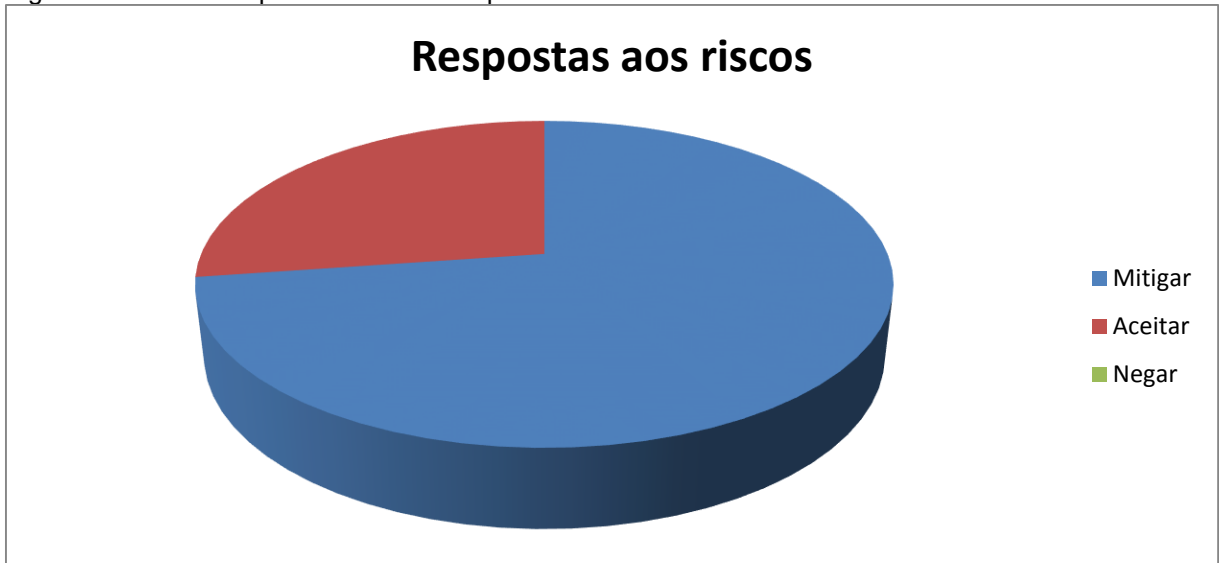
NOME DO RISCO	RESPOSTA
Apenas um Desenvolvedor;	ACEITAR
Apenas um servidor para aplicação;	MITIGAR
Não possui testador;	MITIGAR
Pouco recurso para contratação;	ACEITAR
Não possui analista de requisitos;	MITIGAR
Apenas um suporte para 40 clientes;	ACEITAR
Apenas um comercial;	MITIGAR
Não possui sistema de acompanhamento de melhorias;	MITIGAR
Não possui analista de negócios;	MITIGAR
Não possui sistema de registro de riscos;	ACEITAR
Não possui front e desenvolvedor externo	MITIGAR

Fonte: Do autor

Pode se observar que os riscos identificados e simulados com o MMC, nenhum risco identificado a melhor resposta que poderia se dar seria negar, verificamos que houve sete riscos em que a resposta mais adequada e aconselhável seria mitigar e quatro riscos que a melhor ação é aceitar que o mesmo vai ocorrer no projeto de software em questão.

Na figura 18, apresentamos o gráfico de que representou os resultados das respostas da simulação, podemos verificar que mitigar ficou entre a maioria das ações que a equipe do projeto deve fazer.

Figura 18 - Gráfico representando as respostas aos riscos



Fonte: Do autor.

Podendo assim analisar que o processo de simulação utilizando o MMC funciona de forma eficaz para a utilização na área de gerenciamento de riscos, essa área e esse método se forem bem trabalhados em conjunto pela equipe do projeto, irá ser de grande auxílio no processo de desenvolvimento do software JUSTUS.

6 CONCLUSÃO

A sociedade de modo geral está sempre em processo de transformação e evolução, o responsável por essas mudanças é a tecnologia, bem como suas aplicações em diversas áreas do mundo todo.

Há um tempo surgiu uma grande necessidade na área de desenvolvimento de software, em que não se tinha algo estabelecido para o desenvolvimento dos softwares, com muitos problemas estavam acontecendo, então foi criada a disciplina de engenharia de software.

Essa disciplina proporciona técnicas para uma boa execução de um projeto de software, o presente trabalho usa a parte de gerenciamento de riscos dessa disciplina. A área de gerenciamento de riscos possui seis estados que são:

- a) avaliação dos riscos,
- b) identificação dos riscos,
- c) análise quantitativa dos riscos,
- d) análise qualitativa dos riscos,
- e) resposta aos riscos,
- f) controle e monitoramento dos riscos;

Para isso, esta pesquisa se fundamentou na área de gerenciamento de riscos e com a ajuda do método estocástico de Monte Carlo desenvolveu um processo para simular os riscos que foram identificados em um projeto de software real chamado JUSTUS.

Nesse projeto JUSTUS foram identificados e definido os impactos de 11 riscos e com o apoio do MMC foi simulado um processo utilizando o Microsoft Excel, com essa simulação feita, foram encontradas as probabilidades desses riscos ocorrerem no projeto, com essa probabilidade encontrada e tabelada foi multiplicado com o impacto de cada risco para encontrar o índice de exposição.

Com o índice de exposição encontrado então ficaria mais fácil para a equipe do projeto em dar uma resposta a esses riscos. Para o gerente do projeto do software JUSTUS a simulação com o Monte Carlo proporcionou uma melhor visão na identificação dos riscos e no plano de resposta e monitoramento aos riscos.

Necessita-se e espera-se que, no futuro, mais pesquisas e estudos sejam desenvolvido sobre o MMC e a área de gerenciamento de riscos, a fim de que despertem alguns interesses em desenvolver novas ferramentas ou métodos para simulação de riscos em projetos de software.

Com o conhecimento conquistado por essa pesquisa, alguma sugestões de projetos futuros, com a finalidade de dar continuidade ao presente projeto são descritas a seguir:

- a) desenvolver um software que possa simular com o MMC riscos identificados em projetos de softwares,
- b) identificar e monitorar os riscos de um projeto desde o seu começo ao seu final com o apoio desse processo do MMC;

REFERÊNCIAS

BOEHM, B. W. Software Risk Management: Principles and Practices. **IEEE Software**. V. 8. N. 1. p. 32-41, Jan. 1991.

CASTRO, Marco Aurelio Lenzi. **Análise dos riscos de uma distribuidora associados à compra e venda de energia no novo modelo do setor elétrico**. 2014. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

FERNANDES.C.A. **Gerenciamento de riscos de projeto, como usar o Microsoft Excel para realizar a simulação de Monte Carlo**. Dezembro.2005.

FISHMAN, George S. Monte Carlo – **Concepts, Algorithms and applications**. – USA: Springer, 1995.

GOTO, M.; AQUINO, V.M. de. **Uma aplicação ingênua do método de Monte Carlo: visualização de orbitais atômicos**. Seminário: Ci. Exatas/Tecnol., Londrina, v. 13, n. 4, p. 255-261, dez. 1993.

JUSTUS. Software JUSTUS. **O Software**. 2015. Disponível em: <<http://app.sistemajustus.com.br/>>. Acesso em 29 de outubro de 2015.

LEOPOLDINO, Claudio Bezerra. **Avaliação de Riscos em Desenvolvimento de Software**. 2004. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

METROPOLIS. N; Ulan, S. **The Monte Carlo Method**, Journal of the American Statistical Association, V. 44 pp.335-341,1949.

PEREIRA, Pascale Correia Rocha. **UM PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS PARA PROJETOS DE SOFTWARE**. 2005. 220 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Informática Aplicada (MIA), Unifor, Fortaleza, 2005.

PMBOK, PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, INC.. **Um guia do conjunto de conhecimento sem gerenciamento de projetos**. 3. ed. Newton Square, Pennsylvania: Pmi Publications,2004.

PRESSMAN, Roger S.. **Engenharia de software: Uma Abordagem Profissional**. 3. ed. São Paulo: Makron Books do Brasil Ltda, 1995.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software/ Ian Sommerville** : Tradução *Andre Mauricio de Andrade*: revisão técnica Kechi Hirama . -- . 6. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Brasil, 2011.

SOUZA, Marcelo C. Mesquita de. **Quantificação das Incertezas na Avaliação de Projetos: O Modelo Utilizado na Agência de Fomento do Estado da Bahia**. 2004.

SWEBOK, **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge**, 2004. Disponível em: <<http://www.swebok.org>>. Acesso em 21/04/2015.

YORIYAZ, Helio. **Método de Monte Carlo: Princípios e aplicação em Física médica**, São Paulo, 2009.

APÉNDICE(S)

APÊNDICE A – ARTIGO CIENTÍFICO

Desenvolvimento de um processo utilizando o método Monte Carlo como apoio ao gerenciamento de riscos em projetos de software

Elmiro P. Junior¹, Gustavo Bisognin²

¹Acadêmico do Curso de Ciência da Computação – Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias (UnaCET) – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)
Av. Universitária, 1105 – Bairro Universitário – Criciúma – Brasil

²Professor do Curso de Ciência da Computação - Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias (UnaCET) - Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)
Av. Universitaria,1105 – Bairro Universitário - Criciúma – Brasil

shake_sl@hotmail.com, gbisog@gmail.com

Abstract. *In software engineering there is an area called risk management which consists in the use of techniques and tools so that a good development of project of software can be achieved. The Monte Carlo method is a stochastic method that allows simulations of random variables making use of the knowledge of these two areas, so we thought about identifying the risks in a software project and create a process in Microsoft Excel with the support of Monte Carlo, where we will simulate the risks and give the best answer that developers and software project managers could get.*

Resumo. *Na engenharia de software existe a área de gerenciamento de riscos, essa área consiste na utilização de técnicas e ferramentas para que se possa ter um bom desenvolvimento de projetos de software. O método Monte Carlo é um método estocástico que permite a simulações de variáveis aleatórias, com o conhecimento dessas duas áreas, então pensamos em identificar riscos em um projeto de software e criar um processo no Microsoft Excel com o apoio do Monte Carlo, onde faremos a simulação desses riscos e daremos a melhor resposta que os desenvolvedores e gerentes de projeto do software em questão poderiam obter.*

1.Introdução

Os conceitos de gerenciamento de projetos de software, na disciplina de Engenharia de Software, sempre estiveram na base de estudo da maioria dos pesquisadores de tecnologia. Isso ocorre porque, a partir de um bom gerenciamento do software, é possível diminuir a quantidade de problemas e riscos que o mesmo possuirá no seu desenvolvimento. Baseando-se no estudo dos riscos de projeto na área com o *Project Management Institute* (PMBOK), surgiu a ideia de realizar uma simulação para que sejam previstos os riscos do software durante sua construção. Com isso, poderá diminuir o acontecimento indesejado; prever um risco futuro ou aceitar o risco previsto e continuar o projeto do mesmo jeito.

Segundo Sommerville(2011), é necessário o gerenciamento de projetos de software devido ao fato de que a engenharia de software profissional estar sujeita à restrições de orçamentos e de prazos. Baseando-se nessa afirmação, é válido estabelecer que os riscos de um projeto são variados e dependem de diversas variáveis que, por muitas vezes, não se tem controle. Ou seja, não é apenas algo que possa ocorrer na programação do software, visto que podem ocorrer eventos externos que poderão impactar significativamente na construção do projeto.

Com os conhecimentos obtidos então na área de gerenciamento de riscos junto ao PMBOK(2004), podemos então fazer um mapeamento sobre as seis áreas de processos de gerenciamento de riscos, que são: identificação de riscos, avaliação de riscos, análise qualitativa de riscos, análise quantitativa de riscos, planejamento de repostas aos riscos, monitoramento de riscos.

Essas seis áreas de gerenciamento de riscos foram utilizadas juntamente com a equipe de desenvolvimento do projeto de software, onde identificamos os riscos que poderiam acontecer no mesmo e atribuído a eles a utilização do MMC.

Nesse sentido, segundo Fernandes (2005) o Método de Monte Carlo permite simular qualquer processo cujo andamento dependa de fatores aleatórios. Esse método consiste em gerar aleatoriamente N sucessivas amostras em termos de custo e tempo (variável aleatória) que serão, então, “testadas” contra um modelo estatístico.

Com essa ideia do MMC, desenvolvemos um processo no Microsoft Excel, que a partir de simulações de riscos identificados em um projeto de software, podemos encontrar qual a melhor ação ou resposta a ser feita nos riscos identificados.

2. Método Monte Carlo

O Método de Monte Carlo (MMC), também conhecido como Simulação de Monte Carlo, é um método numérico estocástico universal empregado para solucionar problemas matemáticos. Sua utilização em Gerenciamento de Riscos de Projetos se baseia praticamente na modelagem de predicação de riscos, isso ocorre, pois, a utilização do Método de Monte Carlo em Gerenciamento de Riscos de Projeto propicia muito mais segurança na mensuração das incertezas que estão envolvidas no projeto.(FERNANDES,2005)

Nicholas Metrópolis foi o primeiro a pensar nesse método em 1947, porém foi apenas em 1949 que ele e Stanislaw Ulam tiveram a ideia de colocar o nome em um artigo chamado “The Monte Carlo Method” (METROPOLIS; ULAM, 1949). O nome desse método se deve em homenagem a seu tio, que era um assíduo frequentador do cassino de Monte Carlo.

Desde quando Ulam e Metropolis publicaram o primeiro artigo sobre o MMC, foram desenvolvidos mais de 22 mil artigos sobre o tema e esse número tende a aumentar. Esse aumento se deve em parte ao crescimento das máquinas computacionais e o avanço da tecnologia, pois o avanço na velocidade de processamento dos dados e no armazenamento de informações ajuda o Monte Carlo (YORIYAZ, 2009).

Segundo Fernandes (2005) o MMC consiste basicamente em três componentes primários de qualquer tipo de simulação, sendo que esses componentes são: função de densidade e probabilidade, gerador de números aleatórios, função probabilística e cumulativa.

O Monte Carlo utiliza-se de um gerador de números aleatórios, que consiste em sortear aleatoriamente valores pertencentes à uma distribuição no intervalo de 0 e 1. Feito isso, a variável aleatória é transformada uniformemente para a distribuição desejada por meio da inversa da função de distribuição de probabilidade cumulativa(CASTRO, 2014).

No Monte Carlo as variáveis aleatórias são múltiplas, pois, são vários os riscos que podemos identificar nos projetos de software. Então a melhor maneira de contabilizar os

resultados do método é fazendo um somatório, ou seja, a cada simulação ter a soma dessas variáveis. Porém, para que isso funcione é necessário que se satisfaça uma condição importante, que é o fato de que as variáveis aleatórias devem ser independentes. Assim, os eventos de riscos simulados devem ser independentes também. Ficando definido então, que um evento aleatório não pode influenciar o resultado de outro evento, ou que essa influência seja bem pequena (FERNANDES, 2005).

Fernandes (2005) defende que é possível fazer a simulação do método Monte Carlo utilizando o Microsoft Excel, como sabemos, há varias ferramentas que fazem essa simulação, contudo, essas ferramentas são caras e de difícil acesso a empresas de pequeno porte. Então a ideia é utilizar um gerador números aleatórios, para isso utilizamos o suplemento *Numerical Technologies Random Generator for Excel*. Com esse suplemento habilitado no excel, se torna mais fácil a simulação do Monte Carlo.

3. Engenharia de Software

De acordo com Sommerville(2003) a noção de Engenharia de Software foi apresentada pela primeira vez em 1968, isso se deu devido a chamada ‘crise do software’, essa crise ocorreu devido ao poderoso hardware de terceira geração daquela época.

A Engenharia de Software é uma ramificação das engenharias de sistemas e de hardware, que possui um conjunto com três elementos principais: métodos, ferramentas e procedimentos. Esses três elementos proporcionam ao gerente de software o controle do processo de desenvolvimento e oferecem ao mesmo uma boa base de conhecimento para a construção do software (PRESSMAN,1995).

Sommerville(2003) afirma que a Engenharia de Software é uma disciplina da área das engenharias que estuda a produção de softwares, desde os estágios iniciais de especificação desse sistema até a parte de manutenção do mesmo. O objetivo da Engenharia de Software é o desenvolvimento de softwares com boa relação “custo/benefício”.

3.1 Gerenciamento de Riscos em projetos de software

Um bom gerenciamento de riscos é importante para o projeto de software, pois os mesmos possuem muitas incertezas que quase todos os projetos de softwares enfrentam. Essas incertezas ou riscos podem ocorrer devido a vários fatores que influenciam, como os requisitos mal definidos, as dificuldades para estabelecer os prazos e os recursos que serão utilizados para o desenvolvimento. Também existe dependência das habilidades individuais dos desenvolvedores, como também a mudança dos requisitos devido aos pedidos do cliente (SOMMERVILLE, 2003).

Pressman (1995) diz que a gerência de projetos é a primeira camada do processo de engenharia de software. É chamado camada, pois ela abrange todo o processo de desenvolvimento do começo ao fim.

De acordo com o PMBOK (2004), o objetivo da área de gerenciamento de riscos é aumentar a probabilidade e o impacto de eventos positivos, diminuindo os impactos de eventos adversos e a probabilidade de erros no projeto. Essa área é dividida em seis processos de gerenciamento que são os seguintes: avaliação dos riscos, identificação dos riscos, análise qualitativa dos riscos, análise quantitativa dos riscos, planejamento de resposta aos riscos, monitoramento e controle dos riscos.

Estes seis processos se comunicam entre si e com outras áreas de conhecimento. Cada processo deste pode envolver uma pessoa ou até um grupo de pessoas e tudo se baseia na necessidade do projeto. Todos esses processos acontecem pelo menos uma vez nos projetos

de software e também poderão aparecer nas fases do projeto, se o mesmo tiver fases (PMBOK, 2004).

Segundo Boehm (1991), o gerenciamento de riscos pode ser dividido em dois blocos: avaliação e controle. Na primeira etapa são identificados os riscos e listados, na segunda é implementada ações apresentadas aos riscos.

4 Método de Monte Carlo como apoio ao gerenciamento de riscos

Primeiramente o propósito é desenvolver um processo de simulação no Microsoft Excel, baseando-se no método do Método de Monte Carlo, para gerenciar riscos em projetos de software.

Tendo em vista que o MMC permite simular qualquer processo cujo andamento dependa de fatores aleatórios, foi identificada a possibilidade de aplicação do modelo para gerenciamento de riscos em projetos de software.

O processo é direcionado à área de Engenharia de Software e contará com as técnicas estocásticas e probabilísticas do MMC para que se descubra se irá valer a pena, ou não, começar e/ou continuar um projeto de software, sabendo a porcentagem que esse risco tem de ocorrer no mesmo projeto.

De acordo com a definição encontrada na literatura, podemos afirmar que riscos são eventos que podem ocorrer no futuro e se concretizados, afetam o projeto do software. Sendo assim temos alguns fatores que estão diretamente relacionados aos riscos. São eles: O evento ou fato que caracteriza o risco, a probabilidade de que ele irá ocorrer (possibilidade) e a perda resultante de sua ocorrência (consequência). Prever a possibilidade de ocorrência de situações inesperadas pode garantir o sucesso do projeto de software uma vez que, minimizando os impactos causados pelas exceções geradas por estes eventos, podemos ter um ganho em várias áreas do desenvolvimento desse projeto.

O gerenciamento de riscos em projetos de software, de acordo com PMBOK, sugere o mapeamento de algumas atividades de processo nas quais são: Planejamento do gerenciamento de riscos, identificação dos riscos, análise qualitativa de riscos, análise quantitativa de riscos, planejamento de respostas a riscos bem como a monitoração e controle dos riscos.

Sabendo-se disso, faz-se a identificação dos riscos em um projeto que está em andamento. Em seguida, utilizando-se o simulador construído com o monte Carlo, tentar-se-á descobrir qual a chance e o impacto que esse risco identificado poderá acarretar a esse projeto e qual a melhor resposta que pode ser dada.

5. Identificação dos riscos

Para que possamos identificar os riscos do projeto de software foi utilizada a técnica de Brainstorming. Segundo o PMBOK (2004) a técnica Brainstorming é uma técnica de coleta para dados e criatividade muito utilizada para identificar riscos. Consiste em utilizar um grupo de pessoas que participam do projeto ou especialistas no assunto de projetos de software. Geralmente é estruturada na forma de que cada ideia será registrada para uma análise posterior.

Foi definido a identificação dos riscos com duas pessoas da empresa do software gerenciado em questão, junto a eles, foi definido que a identificação e o monitoramento dos riscos seriam feitos no período entre a segunda semana de Setembro de 2015 até a primeira semana de Outubro de 2015. Foram definidas quatro datas para identificação e monitoramento dos riscos do software, essas datas ficaram agendadas para os seguintes dias: 07/09/2015, 15/09/2015, 23/09/2015, 01/10/2015, em três dessas datas foram identificados os riscos e em

quatro delas foram monitorados os riscos juntamente o gerente de projetos da empresa. Na data do dia 07/09/2015 foram identificados cinco riscos, que listamos a seguir: Apenas um desenvolvedor, apenas um servidor para a aplicação, não possui testador, pouco recurso para contratação, não possui analista de requisitos. Esses cinco riscos foram identificados dia 07/09, após isso, foi agendado o retorno para o dia 15/09/2015, neste dia foram montadoras os riscos já identificados e feito novamente a técnica de Brainstorming para identificação de novos riscos, foram encontrados mais três riscos para esse projeto no qual podemos classificar como: apenas um suportes para 40 clientes, apenas um comercial, não possui sistema de acompanhamento de melhorias.

Conforme feito essas reuniões, foi agendado novamente o retorno para o dia 23/09/2015, nesse dia não foram feitas nenhuma identificação de novos riscos, apenas foram monitorados os oito riscos já identificados. Agendamos a assim uma nova e ultima reunião. Essa reunião aconteceu no dia 01/10/2015, foi novamente utilizado a técnica de Brainstorming e identificados mais três riscos, que são: não possui analista de negócios, não possui sistema de registro de riscos, não possui front e desenvolvedor externo.

Feito a identificação dos riscos e tabelados os mesmos, então teríamos que definir a escala de impacto que cada risco poderia acarretar ao projeto de software, as escalas de impactos geralmente são categorizadas conforme as mesmos podem acarretar ao desenvolvimento do projeto. Ficou-se então definido junto ao gerente de projetos do software as seguintes escalas de impactos para os riscos identificados: Muito baixo, baixo, moderado, alto, muito alto, catastrófico, muito catastrófico. Pra cada uma dessas escalas foram atribuídos valores, ficando os mesmos definidos: valor 0,5 ao muito baixo, valor 1,0 ao baixo, valor 2,0 ao moderado, valor 3,0 ao alto, valor 4,0 ao muito alto, valor 5,0 ao catastrófico, valor 6,0 ao muito catastrófico.

Sabemos que esses valores de impactos multiplicados ao valor obtido na cumulativo da simulação no Excel, nos daria o índice de exposição, com esse índice, então o gerente de projetos, do software que identificamos os riscos, poderia utilizar a melhor técnica ou ferramenta a esse riscos.

6. Simulação dos riscos identificados

Primeiramente para que possamos fazer a simulação com o método Monte Carlo, fizemos o download do suplemento NtRand, com esse suplemento, podemos então fazer a geração dos números aleatórios e a geração do histograma que nos daria o valor do percentual cumulativo. Feito esse download, habilitamos o suplemento no Excel e então desenvolvemos a tela do simulador, para cada risco definimos que os mesmos, apenas poderiam assumir valores entre 15% e 75%. Feito isso, geramos uma quantidade de mil números aleatórios em uma distribuição normal no intervalo entre 0 e 1, fizemos esse mesmo processo durante onze vezes, pois foram identificados onze riscos, para cada vez que simulávamos um risco gerávamos um histograma, conforme imagem abaixo.

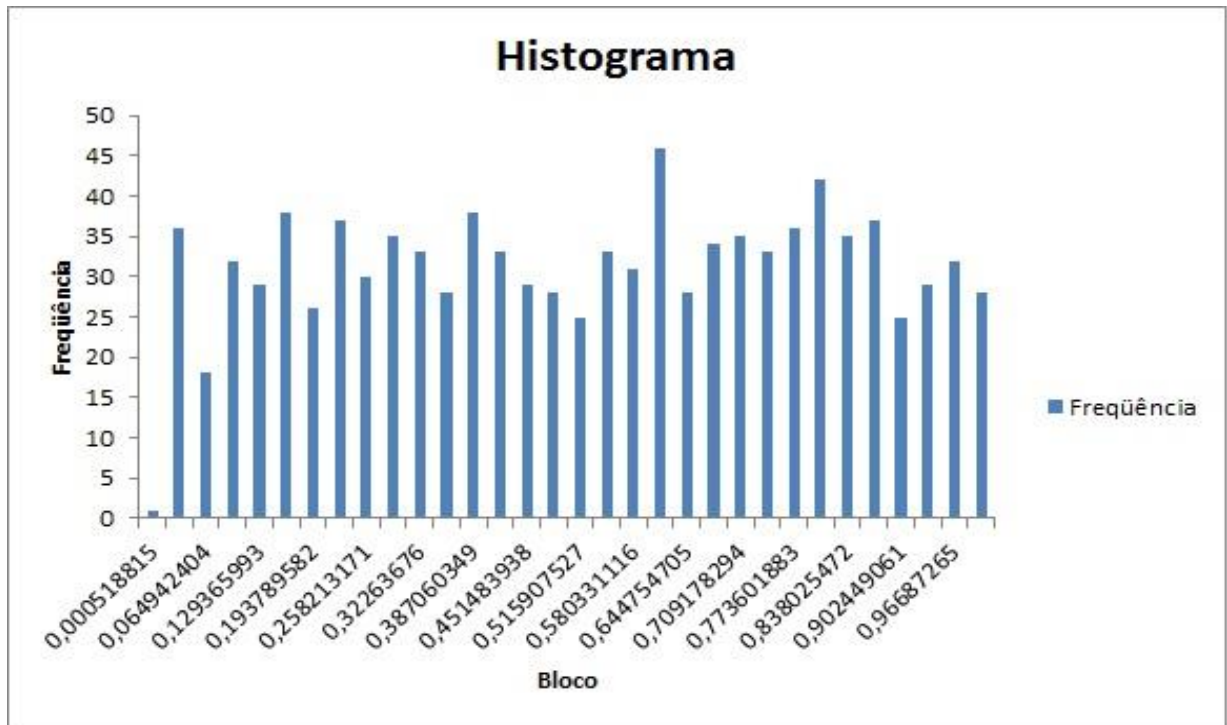


Figura 1. Histograma gerado da simulação de um risco

Após serem feitas as onze simulações e gerados os histogramas, conseguimos então encontrar o percentual cumulativo de cada risco simulado, esses percentuais foram listados conforme a tabela 1 a seguir:

Tabela 1. Valores do percentual cumulativo de cada riscos

Nome do riscos identificado	Valor do percentual cumulativo do risco em %
Apenas um desenvolvedor	61,25%
Apenas um servidor para aplicação	19,37%
Não possui testador	25,79%
Pouco recurso para contratação	54,88%
Não possui analista de requisitos	38,69%
Apenas um suportes para 40 clientes	29,04%
Apenas um Comercial	64,46%
Não possui sistema para acompanhamento de melhorias	16,15%
Não possui analista de negócios	58,04%
Não possui sistema de registro de riscos	38,67%
Não possui front e desenvolvedor externo	19,42%

7. Encontrando índice de exposição

Sabemos que que possamos dar a resposta aos riscos, temos que saber qual o valor do seu índice de exposição, para ser encontrado então o valor do índice, deve-se multiplicar o valor da escala de impacto de cada riscos por cada valor cumulativo do mesmo.

Nos onze riscos identificados então, cada um recebeu uma escala com o valor de impacto no dia 01/10/2015, conforme o gerente de projeto e o acadêmico em questão definiram. Dois riscos tiveram a escala de muito baixo, esses riscos foram, o risco de apenas um comercial e o risco de não possuir analista de negócios. Três riscos obtiveram um valor de escala baixo, que são: não possui analista de requisitos, não possui sistema de acompanhamento de melhorias, não possui front ou desenvolvedor externo. Na escala de impacto moderada entraram dois riscos, risco de não possui testador e o risco de não possuir um sistema de registro de riscos. Já na escala alta entraram novamente dois riscos, que são: apenas um servidor de aplicação e o risco de pouco recurso para contratação, por fim na escala muito alta entraram o risco de apenas um desenvolvedor e o risco de apenas um suporte.

Definimos então as escalas de impactos desse risco, fizemos a multiplicação das mesmas com o percentual cumulativo e foi encontrado os seguintes valores conforme tabela 2 abaixo.

Tabela 2. Valores do índice de exposição

Nome do riscos identificado	Valor índice de exposição em %
Apenas um desenvolvedor	99,99%
Apenas um servidor para aplicação	58,11%
Não possui testador	51,58%
Pouco recurso para contratação	99,99%
Não possui analista de requisitos	38,69%
Apenas um suportes para 40 clientes	96,16%
Apenas um Comercial	32,23%
Não possui sistema para acompanhamento de melhorias	16,15%
Não possui analista de negócios	29,02%
Não possui sistema de registro de riscos	77,34%
Não possui front e desenvolvedor externo	19,42%

Conforme então, foram encontrados os valores do índice de exposição, o gerente de projetos do software em questão, poderia junto com a equipe de desenvolvimento do projeto obter a melhor resposta para cada risco identificado.

8. Resultado de resposta aos riscos identificados

Após ter identificado os riscos, simulados os mesmos e encontrados os índices de exposição destes, cabe analisar o que a empresa que produz o software poderia responder a cada risco abrangido.

Sabe-se que existem três tipos de respostas: negar, mitigar e aceitar. A resposta negar é utilizada quando o risco assume um valor abaixo de 15%, quando o risco assume esses valores então seria mais fácil negar o mesmo, ou seja, deixar que o mesmo ocorra, pois existe uma pequena chance do mesmo acontecer no projeto do software (PMBOK,2004).

O ato de mitigar consiste em diminuir o impacto do risco no software. Com esse procedimento é possível diminuir a probabilidade do risco ocorrer no projeto do software (SOMMERVILLE,2011). É uma das principais técnicas na Engenharia de Software e é muito utilizada na área de gerenciamento de riscos, sendo sempre utilizada quando o índice de exposição fica entre 15% e 75%.

Aceitar, diferentemente de negar e mitigar, é quando não se pode fazer nada para que o risco aconteça. Então, a única coisa que a equipe do projeto em questão pode fazer é apenas esperar para que o risco aconteça. Geralmente é escolhida essa ação quando o risco apresenta índice maior que 75%.

Conforme o raciocínio apresentado nos parágrafos acima, definimos juntamente ao gerente do projeto, qual a melhor opção para cada risco identificado. Quatro riscos ficaram com a resposta de aceitar devido ao índice de exposição ter assumido um valor acima de 75%, estes riscos são: risco de apenas um desenvolvedor, risco de pouco recurso para contratação, risco de apenas um suporte para quarenta clientes, risco de não possui um sistema para registro dos riscos. Sete respostas aos riscos identificados ficaram como a melhor opção sendo mitigar, pois os mesmos ficaram entre 15% e menor que 75%, estes riscos são: risco de apenas um servidor para aplicação, não possui testador, risco não possui analista de requisitos, risco de apenas um comercial, risco de não possuir um sistema para acompanhamento de melhorias, risco de não possuir analista de negócios, risco de não possui front ou desenvolvedor externo. É de conhecimento que nenhuma resposta aos riscos identificados foi negar, pois, nenhum valor do índice de exposição ficou abaixo dos 15%

Listamos então na forma de um gráfico, como ficaram as probabilidades de respostas assumidas a esses riscos, lembramos que dos onze riscos identificados, 36,36% ficaram com a resposta aceitar e 63,64% ficaram com a melhor resposta sendo o ato de mitigar.

Podendo assim analisar que o processo de simulação utilizando o MMC funciona de forma eficaz para a utilização na área de gerenciamento de riscos, essa área e esse método se forem bem trabalhados em conjunto pela equipe do projeto, irá ser de grande auxílio no processo de desenvolvimento do software.

9. Conclusão

A sociedade de modo geral está sempre em processo de transformação e evolução, o responsável por essas mudanças é a tecnologia, bem como suas aplicações em diversas áreas do mundo todo.

Há um tempo surgiu uma grande necessidade na área de desenvolvimento de software, em que não se tinha algo estabelecido para o desenvolvimento dos softwares, com muitos problemas estavam acontecendo, então foi criada a disciplina de engenharia de software.

Essa disciplina proporciona técnicas para uma boa execução de um projeto de software, o presente artigo utiliza-se da parte de gerenciamento de riscos dessa disciplina. Sabemos que área de gerenciamento de riscos possui seis estados que são: avaliação dos riscos, identificação dos riscos, análise qualitativa dos riscos, análise quantitativa dos riscos, plano de resposta aos riscos e monitoramento dos riscos.

Para isso, o presente artigo se fundamentou na área de gerenciamento de riscos e com a ajuda do método estocástico de Monte Carlo desenvolveu um processo para simular os riscos que foram identificados em um projeto de software real.

Neste projeto de software, foram identificados e definidos os impactos de 11 riscos e com o apoio do método Monte Carlo, foi feita a simulação com um processo desenvolvido no Microsoft Excel, com essa simulação feita, foram encontradas as probabilidades desses riscos ocorrerem no projeto, com essa probabilidade encontrada e tabelada foi multiplicado com o impacto de cada risco identificado, para então encontrar o índice de exposição.

Com o índice de exposição encontrado então ficaria mais fácil para a equipe do projeto em dar uma resposta a esses riscos. Para o gerente do projeto do software utilizado a simulação com o Monte Carlo proporcionou uma melhor visão na identificação dos riscos e no plano de resposta e monitoramento aos riscos.

Necessita-se e espera-se que, no futuro, mais pesquisas e estudos sejam desenvolvido sobre o método Monte Carlo e a área de gerenciamento de riscos, a fim de que despertem alguns interesses em desenvolver novas ferramentas ou métodos para simulação de riscos em projetos de software.

Com o conhecimento conquistado por essa pesquisa, algumas sugestões de projetos futuros, com a finalidade de dar continuidade ao presente projeto são descritas a seguir: desenvolver um software que possa utilizar a simulação de Monte Carlo riscos identificados em projetos de software, utilizar esse processo de simulação afim de identificar e monitorar riscos desde o seu começo na análise de requisitos até o seu fim na área de manutenção.

References

Boehm, B. W. Software Risk Management: Principles and Practices. IEEE Software. V. 8. N. 1. p. 32-41, Jan. 1991.

Castro, Marco Aurelio Lenzi. Análise dos riscos de uma distribuidora associados à compra e venda de energia no novo modelo do setor elétrico. 2014. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

Fernandes.C.A. Gerenciamento de riscos de projeto, como usar o Microsoft Excel para realizar a simulação de Monte Carlo. Dezembro.2005.

Metropolis. N; Ulan, S. The Monte Carlo Method, Journal of the American Statistical Association, V. 44 pp.335-341,1949.

PMBOK, PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, INC.. *Um guia do conjunto de conhecimento sem gerenciamento de projetos*. 3. ed. Newton Square, Pennsylvania: Pmi Publications,2004.

Pressman, Roger S.. Engenharia de software: Uma Abordagem Profissional. 3. ed.Sao Paulo: Makron Books do Brasil Ltda, 1995.

Sommerville, Ian. *Engenharia de software/ Ian Sommerville* : Tradução *Andre Mauricio de Andrade*: revisão técnica Kechi Hiramama . -- . 6. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003.

Sommerville, Ian. *Engenharia de software*. 9. ed. São Paulo: Pearson Brasil, 2011.

Yoriyaz, Helio. Método de Monte Carlo: Princípios e aplicação em Física médica, São Paulo,2009.