



GUILHERME GLODZIENSKI

**PROCESSOS DE GERENCIAMENTO DE RISCOS NA
AQUISIÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA**

Trabalho apresentado ao curso MBA em Gerenciamento de Projetos, Pós-Graduação *lato sensu*, Nível de Especialização, do Programa FGV Management da Fundação Getulio Vargas, como pré-requisito para a obtenção do Título de Especialista.

Edmarson Bacelar Mota
Coordenador Acadêmico Executivo

Denise Basgal
Orientadora

Curitiba – PR
2016

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
PROGRAMA FGV MANAGEMENT
MBA EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O Trabalho de Conclusão de Curso, **Processos de Gerenciamento de Riscos na Aquisição de Matéria-Prima**, elaborado por Guilherme Glodzienski e aprovado pela Coordenação Acadêmica, foi aceito como pré-requisito para a obtenção do certificado do Curso de Pós-Graduação *lato sensu* MBA em Gerenciamento de Projetos, Nível de Especialização, do Programa FGV Management.

Data da Aprovação: Curitiba, / /2016

Edmarson Bacelar Mota
Coordenador Acadêmico Executivo

Denise Basgal
Orientadora

DECLARAÇÃO

A empresa Furukawa Industrial S.A., representada neste documento pelo Sr. Paulo Massao Ito, Chefe de Departamento – Engenharia de Processos (EPC), autoriza a divulgação das informações e dados coletados em sua organização, na elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “Processos de Gerenciamento de Riscos na Aquisição de Matéria-Prima”, realizados pelo aluno Guilherme Glodzienski, do curso de MBA em Gerenciamento de Projetos, do Programa FGV Management, com o objetivo de publicação e/ ou divulgação em veículos acadêmicos.

Curitiba, / /2016

Paulo Massao Ito

Chefe de Departamento – Engenharia de Processos (EPC)

Furukawa Industrial S.A.

TERMO DE COMPROMISSO

O aluno Guilherme Glodzienski, abaixo assinado, do curso de MBA em Gerenciamento de Projetos, Turma GP37-Curitiba (6/2013) do Programa FGV Management, realizado nas dependências da instituição conveniada ISAE, no período de 29/09/2013 a 19/12/2015, declara que o conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “Processos de Gerenciamento de Riscos na Aquisição de Matéria-Prima”, é autêntico e original.

Curitiba, / /2016

Guilherme Glodzienski

A Deus...
“...que através de sua presença no próximo, nos transmite a luz da sabedoria...
...por nunca nos ter deixado nos momentos difíceis e por nos ter permitido chegar até aqui.”
Aos meus pais....
“...que além da vida, nos deram coragem para a luta, alento para o estudo e esperança para
o futuro.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, àqueles que indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho – à minha família, pelo apoio, paciência e compreensão.

Agradeço, ainda, aos professores pelos conhecimentos transmitidos e apoio ao meu desenvolvimento profissional, e aos colegas de turma.

RESUMO

O presente trabalho tem por finalidade analisar processos de gerenciamento de riscos para aquisição de matéria-prima. Para esta análise, foram abordados os conhecimentos em gerenciamento de riscos, com base em diversos autores, bem como a visão do PMBOK. O estudo foi feito com base em dados históricos de produção e aquisição de matéria – prima da empresa Furukawa Industrial S.A., localizada em Curitiba-PR, que possui um índice relativamente elevado de problemas de escassez ou excesso de matéria – prima, associados, principalmente, a erros na previsão de vendas (*forecast*) da empresa. O estudo teve como base a aplicação do Método de Monte Carlo, em especial devido à grande quantidade de dados disponíveis para a elaboração do estudo proposto.

Palavras Chave: Gerenciamento de Projetos. Riscos. Gerenciamento de Riscos. Simulação de Monte Carlo.

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze risk management processes for the acquisition of raw materials. For this analysis, knowledge in risk management was discussed, based on several authors, as well as the PMBOK vision. The study was developed based on historical data of production and acquisition of raw materials of the company Furukawa Industrial S.A., located in Curitiba-PR, which has a relatively high rate of shortages or excess of raw material, mainly associated to errors in the sales forecast of the company. The study was based on the application of Monte Carlo method, in particular due to the large amount of data available for the development of the proposed study.

Keywords: Project Management. Risks. Risk Management. Monte Carlo Simulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ferramenta “Geração de número aleatório” (Excel).....	30
Figura 2: Gráfico da distribuição normal resultante da Simulação de Monte Carlo	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Previsão de vendas mensais de cabo, em km, para o ano de 2015.....	25
Tabela 2: Valores de produção mensais de cabo, em km, durante o ano de 2015	26
Tabela 3: Variação entre <i>forecast</i> e produção mensais para o ano de 2015.....	27
Tabela 4: Previsão de vendas mensais de cabo, em km, para o ano de 2016.....	27
Tabela 5: Previsão da produção mensal de cabo (em km) para o ano de 2016, com base na variação observada em 2015.....	28
Tabela 6: Desvio dos valores mensais de previsão de vendas em relação à média anual para o ano de 2016.....	29
Tabela 7: Resultado da previsão de produção de cabos <i>low friction</i> , em km, a partir da Simulação de Monte Carlo	31
Tabela 8: <i>Forecast</i> de produção de cabo para o ano de 2016, com base no Método de Monte Carlo ...	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA	12
1.2 OBJETIVO	12
1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.4 JUSTIFICATIVA/RELEVÂNCIA	13
1.5 METODOLOGIA.....	13
2. DESENVOLVIMENTO.....	14
2.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS	14
2.2 GERENCIAMENTO DE RISCOS EM PROJETOS.....	14
2.2.1 <i>Análise de riscos no cronograma do projeto</i>	17
2.3 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO	18
2.3.1 <i>Aplicação da Simulação de Monte Carlo na análise de riscos</i>	19
3. ESTUDO DE CASO: GERENCIAMENTO DA AQUISIÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA COM BASE NOS CONHECIMENTOS DE GERENCIAMENTO DE RISCOS	22
3.1 FURUKAWA INDUSTRIAL S.A.	22
3.2 EQUIPE DE <i>FORECAST</i>	22
3.3 COMPOSIÇÃO DO <i>FORECAST</i>	23
3.4 APLICAÇÃO DE CONHECIMENTOS DE GERENCIAMENTO DE RISCOS PARA AQUISIÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA	23
3.5 ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A EMPRESA	24
4. CONCLUSÕES.....	33
5. POSSÍVEIS DESDOBRAMENTOS.....	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

Para COSTA (2015) o aumento na eficiência de gerentes de projetos está diretamente ligado aos conhecimentos adquiridos sobre o gerenciamento de risco, pois dessa forma é possível conduzir objetivos de maneira mais controlada, bem como realizar as entregas nos prazos estabelecidos, dentro do orçamento e com a mesma qualidade. Segundo HOPE (2002), o profissional que é capaz de gerenciar riscos é aquele que possui a capacidade de diminuir a frequência ou a severidade das perdas.

Um bom conhecedor do gerenciamento de riscos entende o que é, exatamente, um risco e suas naturezas, pode compreender os processos do gerenciamento de riscos, consegue implantar o gerenciamento de riscos no projeto e integrá-lo com outras áreas. Conforme COSTA (2015), o gerenciamento de riscos é um conjunto de processos, técnicas, ferramentas e boas práticas para tornar as incertezas mais gerenciáveis.

Uma das práticas e ferramentas utilizadas no gerenciamento de riscos é a simulação de Monte Carlo, que consiste em uma análise computacional que fornece uma distribuição probabilística dos resultados com base em dados disponíveis, possibilitando a análise de diversos cenários.

1.1 PROBLEMA

Como melhorar o *forecast* de compra de matéria-prima, de modo a minimizar ocorrências de escassez dos recursos?

1.2 OBJETIVO

Propor uma metodologia para melhorar a compra de matéria-prima, utilizando do método da simulação de Monte Carlo, com base nos conhecimentos em gerenciamento de riscos.

1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O constante crescimento na demanda por cabos *low friction*, tem gerado uma produção maior desse tipo de cabo na empresa.

Com o objetivo de auxiliar no crescimento da produção de forma sustentável, este projeto irá verificar como definir um *forecast* mais preciso, visto que o consumo de matéria-prima é cada vez maior, os fornecedores têm um *lead time* de entrega muito alto e os custos impactam diretamente na procura do cabo em si.

1.4 JUSTIFICATIVA/RELEVÂNCIA

Este trabalho propõe um método que pode auxiliar a empresa no seu gerenciamento de riscos. O problema com o *forecast* é muito comum de ser encontrado e impacta diretamente nos resultados da empresa, visto que é o cabo atualmente mais vendido e diversas soluções da empresa dependem desse cabo. Qualquer atraso de matéria-prima, que faça com que haja defasagem de produção ou atraso em entregas impacta no resultado divisional da companhia.

1.5 METODOLOGIA

Inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica, com a reunião de informações a respeito dos temas necessários para o desenvolvimento do trabalho, abrangendo tópicos de gerenciamento de riscos em projetos e método de simulação de Monte Carlo.

Em seguida, realizou-se um levantamento de dados históricos de produção de cabos desde janeiro de 2015, ano da implementação desse processo na empresa, junto com o histórico de compra de matéria-prima, observando como estava sendo feita a compra dos itens para a produção.

A próxima etapa consistiu na análise dos dados, obtendo-se a variação percentual da produção ao decorrer do tempo, bem como a variação em percentual do *forecast* informado pela equipe de vendas. Com esses dados foi possível obter uma média de valores que foram utilizados na simulação de Monte Carlo.

A simulação foi feita utilizando o excel, utilizando a ferramenta “criação de números aleatórios” para gerar 1000 números em cada um dos intervalos propostos, com o intuito de calcular uma produção média mensal e uma variação média de *forecast*, com uma confiabilidade de 95%.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS

Segundo BRASILIANO *apud* SOBRINHO (2013), risco pode ser definido como “a condição que aumenta ou diminui o potencial de perdas, ou seja, o risco é a condição existente”. VASCONCELOS (2008) define riscos como “o efeito cumulativo de chances de um evento incerto ocorrer e afetar negativamente ou positivamente o projeto”. VASCONCELOS (2008) também elenca os elementos que compõem o risco, sendo eles: evento; probabilidade de ocorrência; gravidade do impacto, efeito ou consequência; e criticidade ou nível de controle (probabilidade x impacto).

NAVARRO (2011) define risco como “uma chance de perda e, provavelmente, o mais importante degrau no processo de identificação e gerenciamento de perdas”. Ainda segundo NAVARRO (2011), não há um método único ou padrão de gerenciamento de riscos, sendo necessário utilizar o conhecimento das atividades e etapas em análise e considerar as possíveis ações. Para VASCONCELOS (2008), o gerenciamento de riscos envolve a maximização da probabilidade de ocorrência e efeitos de eventos positivos (oportunidades) e a minimização da probabilidade e efeitos de eventos negativos (ameaças).

2.2 GERENCIAMENTO DE RISCOS EM PROJETOS

Projetos possuem a característica de singularidade, ou seja, cada projeto em particular é único, ainda que apresentem elementos repetitivos (PMI, 2013). Portanto, projetos estão, por natureza, sujeitos a riscos. O risco do projeto decorre da incerteza presente em todos os projetos (PMI, 2013).

Riscos são mais prováveis de ocorrerem no início do projeto, em que as incertezas associadas ao mesmo são mais significativas. Quando os riscos são observados em etapas posteriores, durante a execução do projeto, em geral o custo exigido para lidar com eles é maior do que riscos que ocorrem em etapas iniciais, já que menos alternativas estão disponíveis.

O risco do projeto é uma condição ou evento incerto, cuja ocorrência gera um efeito positivo ou negativo sobre um dos objetivos do projeto (tempo, custo, escopo, etc.), podendo ter diversas causas e impactos (PMI, 2013). Conforme DAYCHOUM (2005), riscos podem

ser positivos ou negativos. Em sendo negativos, os fatores adversos devem ser identificados para que seus efeitos sejam minimizados ou eliminados. Em caso de riscos positivos, uma análise dos fatores e efeitos contribui para a maximização dos efeitos produzidos por eventos positivos.

O objetivo de todo gerente de projeto é identificar possíveis riscos antes que eles se tornem efetivamente problemas, entender as implicações e impactos de cada risco existente e formular planos para lidar com eles se de fato ocorrerem.

Segundo o PMBOK® (PMI, 2013), “os objetivos do gerenciamento de riscos do projeto são aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e diminuir a probabilidade e o impacto dos eventos adversos ao projeto.”

Conforme definição do PMI (2013), o gerenciamento de riscos envolve processos que são atualizados ao longo do projeto, ou seja, processos iterativos, que realizam a identificação, análise, resposta, monitoramento e controle e planejamento do gerenciamento de riscos em um projeto. O PMI (2013) apresenta e descreve seis processos que constituem o gerenciamento de riscos do projeto, sendo eles: planejamento do gerenciamento de riscos; identificação de riscos; análise qualitativa de riscos; análise quantitativa de riscos; planejamento de respostas a riscos; e monitoramento e controle de riscos. Estes processos serão apresentados com mais detalhes em seguida.

- Planejamento do gerenciamento de riscos

Segundo o PMI (2013), “o planejamento do gerenciamento de riscos é o processo de decidir como abordar e executar as atividades de gerenciamento de riscos de um projeto”. Tal processo é importante para que o nível, método e visibilidade do gerenciamento adotado estejam alinhados com o risco e a importância do projeto com relação à organização. O planejamento do gerenciamento de riscos consiste na análise das chances de que os objetivos e metas determinados para o projeto sejam realizados com sucesso (DAYCHOUM, 2005).

- Identificação de riscos

A identificação de riscos, segundo o PMI (2013), envolve a determinação dos riscos que podem impactar o projeto e a documentação de suas características, e consiste em um

processo iterativo, ou seja, esta etapa deve ser repetida ao longo do desenvolvimento do projeto, uma vez que novos riscos podem aparecer durante todo o ciclo de vida do projeto.

- Análise qualitativa de riscos

A análise qualitativa de riscos é responsável por avaliar a prioridade dos riscos identificados, com base no impacto e na probabilidade de ocorrência associados a cada um deles, priorizando os riscos de acordo com seu efeito potencial nos objetivos do projeto (PMI, 2013; DAYCHOUM, 2005).

Este processo define a base para a realização da análise quantitativa de riscos, pois estabelece uma classificação ou priorização dos eventos de risco levando em consideração a combinação de duas dimensões: probabilidade de ocorrência e impacto (DAYCHOUM, 2005; PMI, 2013). A análise qualitativa também deve ser revisitada ao longo do desenvolvimento do projeto de modo a acompanhar possíveis alterações nos riscos do projeto (PMI, 2013).

- Análise quantitativa de riscos

A análise quantitativa de riscos consiste na análise numérica do efeito dos riscos identificados no projeto (SOBRINHO, 2013), sendo atribuída uma classificação numérica aos efeitos dos eventos de risco (PMI, 2013). A análise é realizada nos riscos priorizados no processo anterior, ou seja, naqueles que apresentam maior possibilidade de impactar os objetivos do projeto.

O presente trabalho tem o foco neste processo, abordando a utilização da técnica de simulação de Monte Carlo para a análise quantitativa de riscos de projeto. Este processo inclui: análise probabilística dos resultados do projeto; atribuição e avaliação da probabilidade de realização de objetivos específicos do projeto; priorização de riscos quantificados; identificação de metas realistas com base nos riscos do projeto; e determinação da melhor decisão de gerenciamento de projetos frente a incertezas (SOBRINHO, 2013; PMI, 2013).

- Planejamento de respostas a riscos

O planejamento de respostas a riscos consiste no “processo de desenvolver opções e determinar ações para aumentar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do

projeto” (PMI, 2013). Este processo aborda os riscos tendo como base a sua prioridade. As respostas devem estar de acordo com a prioridade do risco associado e realistas dentro do contexto do projeto (PMI, 2013).

- Monitoramento e controle de riscos

O processo de monitoramento e controle de riscos envolve o acompanhamento dos riscos identificados, monitoramento dos riscos residuais, reanálise dos riscos existentes, identificação de novos riscos, revisão da execução de respostas a riscos e avaliação da eficácia das mesmas (PMI, 2013; SOBRINHO 2013).

Este processo faz uso de técnicas que necessitam de dados de desempenho gerados e coletados ao longo da execução do projeto. De forma similar aos demais processos, o monitoramento e controle de riscos também são realizados de forma contínua ao longo do ciclo de vida do projeto (PMI, 2013).

O monitoramento e controle de riscos tem o objetivo de determinar se: os riscos sofreram alterações; o método de gerenciamento de riscos adotado está de acordo e sendo seguido; as premissas do projeto permanecem válidas, etc. (PMI, 2013).

2.2.1 Análise de riscos no cronograma do projeto

Após as definições iniciais, partindo do escopo até as contratações, inicia-se a fase de desenvolvimento do cronograma do projeto. Como mencionado por GALVÃO (2005), todas as previsões para o término do projeto são feitas com base na análise do método do caminho crítico, que permite determinar a sequência de atividades do projeto que determinam a duração do mesmo, que consistem nas atividades que requerem maior atenção por parte do gerente de projetos, já que atrasos no caminho crítico geram atrasos na conclusão. A aplicação do método do caminho crítico é feita com base nas estimativas de duração de cada atividade do cronograma do projeto, que por sua vez são incertas. Por esta razão, existem riscos de atrasos associados a diversas causas, tais como falta de matéria-prima, intemperismo, entre outros.

O caminho crítico do projeto apresenta folga zero, o que significa que qualquer variação no cronograma pode impactar a conclusão e entrega do projeto. Para lidar com essas variações, ações são tomadas com base na análise da probabilidade de riscos associados ao

cronograma, contribuindo para a diminuição dos níveis de incerteza das estimativas de duração das atividades.

Dentre os diversos métodos de análise de probabilidade de riscos, pode-se destacar a Simulação de Monte Carlo, no qual o presente estudo é focado, sendo abordada em mais detalhes na próxima seção. Para fins de aplicação neste trabalho, utilizou-se a abordagem de previsão de cronograma para as previsões de demanda (*forecast*), sendo estabelecida uma analogia por possuírem características semelhantes do ponto de vista do gerenciamento de riscos.

2.3 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

A origem do nome Monte Carlo é devida á própria cidade de Monte Carlo, muito conhecida pelos jogos de roletas, que de modo geral podem ser descritos como sendo geradores de números aleatórios. Em Metropolis (1987), é descrito que a utilização deste método, de forma efetiva, deu-se início durante a Segunda Guerra Mundial.

A simulação consiste em replicar um sistema real, por meio de um modelo matemático que o representa, o mais próximo possível da realidade, no qual se permite observar o comportamento do sistema frente às variações dos parâmetros de entrada. O método de Monte Carlo é um exemplo de simulação, que é tipicamente associada com processos de simulação e modelagem de sistemas afetados por fatores aleatórios (BRANDIMARTE, 2014).

A Simulação ou Método de Monte Carlo é um método de simulação estatística ou estocástica, que utiliza uma sequência de números aleatórios para gerar a simulação (SOUZA, 2004; OLIVEIRA, 2008). Esse método permite simular e observar comportamentos de processos que envolvem fatores aleatórios (NEIVA; BOUZADA, 2013).

Métodos de simulação estatística se diferenciam dos métodos numéricos convencionais por não exigirem que o comportamento do sistema físico seja descrito por meio de equações diferenciais (SOUZA, 2004). O sistema é descrito por Funções Densidade de Probabilidade (FDP). Definidas tais funções, realiza-se a amostragem aleatória para as FDP's. O resultado é determinado em função da média obtida de diversas observações (SOUZA, 2004).

Segundo VOSE *apud* PEDROSO (2007), por meio da geração de diversos cenários pela geração de números aleatórios, “cada distribuição de probabilidade é amostrada de modo a reproduzir uma curva de distribuição das possíveis ocorrências que serão utilizadas para elaborar a curva de distribuição dos possíveis valores de saída do modelo”.

A Simulação de Monte Carlo apresenta diversas vantagens, principalmente em relação à eficiência computacional que proporciona (SOUZA, 2004). Além disso, o nível de conhecimento matemático necessário para executar uma Simulação de Monte Carlo é razoavelmente básico e alterações no modelo podem ser rapidamente implementadas (PEDROSO, 2007). Esta técnica pode ser aplicada a modelos simples e complexos, sendo considerada robusta e amplamente reconhecida por apresentar bons resultados e desempenho satisfatório.

Este método é considerado uma ferramenta flexível e valiosa, e, portanto, é amplamente utilizada no tratamento de problemas de alta complexidade. No entanto, alguns cuidados devem ser tomados de forma a garantir resultados confiáveis e satisfatórios. Dentre as razões pelas quais a simulação de Monte Carlo pode não atingir o desempenho esperado, podemos citar: utilização de modelos não adequados para a representação das incertezas do sistema; utilização de estimativas de dados não confiáveis (alta variância), exigindo maior tamanho de amostra, etc. (BRANDIMARTE, 2014).

2.3.1 Aplicação da Simulação de Monte Carlo na análise de riscos

É de extrema importância para o sucesso de um projeto que o gerente saiba como tratar e lidar com incertezas associadas ao mesmo, que representem riscos em potencial. Os riscos em projetos podem estar associados a custo, cronograma ou qualidade, sendo o gerenciamento dos riscos um processo contínuo e iterativo ao longo do ciclo de vida do projeto. A quantificação dos riscos e seus impactos no projeto é fundamental para a elaboração de um plano de respostas a riscos. Neste contexto, a simulação de Monte Carlo é uma ferramenta importante e amplamente utilizada no processo de quantificação de riscos, sendo o seu uso, inclusive, recomendado pelo PMBOK (PMI, 2013).

Segundo o PMI (2013), uma simulação de projeto faz uso de um modelo que representa as incertezas determinadas em um nível do projeto para seu impacto potencial nos objetivos. A simulação consiste em um processo iterativo, em que o modelo é calculado diversas vezes com base em valores de entrada gerados aleatoriamente a partir de funções densidade de probabilidades. Esta ferramenta auxilia na previsão da probabilidade de ocorrência de determinados eventos, de modo que decisões de gerenciamento possam ser tomadas com base em informações e análises bem fundamentadas.

De acordo com MAROM (2010), a aplicação do método de Monte Carlo na análise de riscos de projeto envolve as seguintes etapas:

i) Identificação das principais variáveis de risco em projetos

Variáveis de risco em um projeto consistem em parâmetros essenciais para o sucesso do projeto nos quais pequenas variações podem impactar negativamente o mesmo. Em geral, variáveis de risco podem ser isoladas por meio de análises de sensibilidade e de incertezas. A análise de sensibilidade permite a identificação das variáveis mais críticas em um projeto, enquanto a análise de incertezas envolve a verificação da adequação e validade dos resultados para determinada variável.

ii) Identificação dos limites de valores para tais variáveis

Nesta etapa, definem-se valores mínimos e máximos que cada variável de risco pode assumir, com base em dados históricos ou estimativas.

iii) Especificação das probabilidades associadas a cada faixa de valores

Este processo consiste na atribuição de valores de probabilidade de ocorrência de eventos associada a cada variável de risco no projeto, por meio da utilização de distribuições probabilísticas.

iv) Estabelecimento das relações para as variáveis correlacionadas

Correlação consiste na relação entre duas ou mais variáveis, em que uma variação em uma variável induz simultaneamente uma variação em outra. A Simulação de Monte Carlo envolve a seleção aleatória das variáveis de entrada do modelo e, portanto, uma geração aleatória que viole a correlação entre variáveis pode resultar em valores de saída fora dos limites esperados.

v) Execução de simulações com base nas variáveis identificadas e respectivas correlações

Nesta etapa, em geral, utiliza-se algum *software* de simulação e executa-se um número razoável de simulações que gerem uma amostra de tamanho aceitável do ponto de vista de análise probabilística (de 500 a 1000 simulações). Os valores das variáveis de risco de entrada são selecionados aleatoriamente com base em distribuições de probabilidade e correlações previamente determinadas.

vi) Análise estatística dos resultados das simulações

Cada simulação gerada representa a probabilidade de ocorrência de um evento e, em seguida, constrói-se um gráfico da função densidade probabilidade resultante e os riscos e seus impactos no projeto podem, então, ser analisados quantitativamente.

3. ESTUDO DE CASO: GERENCIAMENTO DA AQUISIÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA COM BASE NOS CONHECIMENTOS DE GERENCIAMENTO DE RISCOS

3.1 FURUKAWA INDUSTRIAL S.A.

A empresa objeto do estudo teve suas atividades iniciadas no Brasil no ano de 1974, começando com uma estrutura de fabricação de cabos e, hoje, fornecendo soluções completas para infraestrutura de telecomunicações e tecnologia de informação (TI). Nos últimos anos, a empresa teve um crescimento significativo em sua gama de produtos, gerando a necessidade de atualização de quadro funcional, maquinários, metodologias, processos, soluções e *softwares*.

O crescimento observado recentemente contribuiu para o aumento do nível de complexidade de toda a operação da empresa. A grande variedade de produtos e aumento da produção são responsáveis por um aumento substancial da quantidade de matéria-prima utilizada no processo produtivo, assim como uma maior complexidade e necessidade de planejamento de sua aquisição.

3.2 EQUIPE DE *FORECAST*

A equipe de *forecast* da Furukawa realiza um trabalho junto aos KAM's (*Key Account Managers*) com o intuito de levantar possibilidades de vendas dos cabos de fibra óptica produzidos pela empresa, e, assim, estabelecer a previsão de demanda. Estes vendedores, que fazem trabalhos específicos junto aos clientes, seguem alguns procedimentos para levantar esses dados. Eles são divididos conforme o segmento de mercado, sendo eles: operadoras de telecomunicação (OI, Claro, Tim, Telefônica, etc.); canais de distribuição, que são os clientes que possuem lojas para atender ao público em geral; e pequenos fornecedores e provedores de internet, os chamados ISP's. Clientes grandes, como as operadoras de telefonia, segundo o KAM, geralmente possuem um cronograma de fornecimento para o ano, que não necessariamente é cumprido, pois sofre variações que dependem do mercado. Em geral, os canais de distribuição apresentam volume rotativo de suprimento, também de acordo com o que é vendido, de forma similar aos ISP's.

3.3 COMPOSIÇÃO DO *FORECAST*

Diante da demanda e dos diversos projetos de vendas a serem executados, a equipe de *forecast* programa as vendas, mensalmente, para três meses à frente do período atual. Por exemplo, no mês de janeiro é feita a programação para o mês de maio. Isso ocorre porque mais de 80% dos fornecedores de matéria – prima da Furukawa estão localizados na Ásia, o que representa uma alta complexidade das questões logísticas devido ao longo prazo de entrega desses materiais, que somado ao tempo de produção, pode chegar a 90 dias.

Atualmente, a empresa está promovendo a redução ao máximo do estoque de matéria – prima e, também, de produtos acabados, com o propósito de aumentar o giro de capital, uma vez que estoque representa dinheiro parado. Dessa forma, grandes esforços estão sendo concentrados na minimização dos erros associados à aquisição de matéria – prima, evitando que o estoque destes materiais seja muito elevado dentro da empresa.

Os KAM's fazem uso de pesquisa e conhecimento de mercado para analisar os possíveis cenários de vendas para determinado cliente. Como cada KAM possui a sua própria carteira de clientes, fica mais fácil fazer esse levantamento, uma vez que não há a necessidade de expandir muito os conhecimentos de cada área. Para alguns clientes, existe uma ferramenta que os permite inserir em um sistema um “conhecimento de projeto”, que descreve um projeto a ser desenvolvido, em determinado período ou época do ano, de conhecimento do próprio cliente. Esta informação atua como um alerta à empresa, uma vez que indica uma previsão de venda para aquele cliente e permite a programação antecipada. Como recompensa, o cliente recebe um percentual de desconto nas suas aquisições caso realize o cadastro do seu projeto, além de contar com o suporte da empresa para o desenvolvimento do projeto registrado.

3.4 APLICAÇÃO DE CONHECIMENTOS DE GERENCIAMENTO DE RISCOS PARA AQUISIÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA

De forma a minimizar os erros associados à aquisição de matéria-prima para a fabricação dos cabos ópticos, o presente trabalho propõe uma abordagem que envolve a aplicação de conhecimentos de gerenciamento de riscos, mais precisamente a Simulação de Monte Carlo, para realizar o *forecast*. A partir de uma base histórica com dados de vendas realizadas pela empresa referente a 40 anos, considerando diversos períodos do ano e épocas de vendas, realiza-se uma simulação probabilística para obter a previsão do volume de vendas

três meses à frente. Vale ressaltar que a proposta não envolve a eliminação do estudo de mercado realizado pelo KAM, mas a junção da análise probabilística com base no histórico de vendas ao estudo de *forecast* atualmente desenvolvido.

3.5 ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A EMPRESA

A partir do momento em que se decide reduzir ao máximo o estoque, fica entendido que o material que é recebido deverá ser logo consumido. Um cabo de fibra óptica, por mais simples que seja, depende do fornecimento de algumas matérias – primas para que sua produção seja iniciada. Por exemplo, um cabo *drop low friction*, cabo óptico para acesso final ao cliente, possui como matéria – prima fios de aço de 1,20 mm e 0,4 mm, ambos vindos da Coreia, material de capa vindo da Europa, um composto para dar cor ao cabo vindo da Europa, um silicone vindo da Coreia e fibra óptica, que poder ser fornecida pelo Japão ou por um fornecedor nacional. Percebe-se, portanto, que um cabo simples possui cinco fornecedores de matéria – prima diferentes, todos da região da Ásia e Europa, e que demandam um cuidado muito grande para sua compra.

Com a política de redução de estoque, tem-se dado preferência à redução do volume de compra a aumentá-lo, o que vem ocasionando uma constante falta de matéria – prima para produção dos cabos em geral, podendo gerar atrasos aos clientes.

Para fins de simplicidade, o foco do levantamento de dados é feito no volume de vendas dos cabos, e não no consumo de matéria – prima, visto que cada projeto de cabo possui a quantidade exata de matéria – prima necessária para sua produção. Para um determinado cabo, sabe-se que será necessário x kg do material A, y kg do material B e assim por diante.

Portanto, o *forecast* é feito com base no histórico de vendas de cada um dos segmentos de produto o que, diretamente, fornece a quantidade de matéria – prima necessária a ser comprada para o período futuro.

O estudo foi realizado com base dos dados de venda de um tipo de cabo produzido e vendido pela empresa: cabo *low friction*. Para o ano de 2015 houve uma previsão feita pela equipe de vendas da demanda, mensalmente, até o final do ano. A previsão de vendas realizada está apresentada na Tabela 1.

MÊS	PREVISÃO DE VENDAS DE CABO, EM KM
JANEIRO	3.500
FEVEREIRO	4.000
MARÇO	3.500
ABRIL	4.000
MAIO	4.500
JUNHO	6.000
JULHO	6.000
AGOSTO	6.000
SETEMBRO	7.000
OUTUBRO	7.000
NOVEMBRO	7.000
DEZEMBRO	4.000

Tabela 1: Previsão de vendas mensais de cabo, em km, para o ano de 2015

Fonte: Autoria própria.

De acordo com esse *forecast*, as matérias-primas para a produção desse cabo foram adquiridas, sempre se mantendo a antecedência de três meses. Por exemplo, para a produção do mês de abril, as compras foram feitas em janeiro; para a produção do mês de maio as compras foram feitas no mês de fevereiro, e assim por diante.

Durante o ano de 2015, não foi verificado problemas de produção que afetassem a capacidade da fábrica quanto à capacidade de produção mensal. Dessa forma, tudo o que foi produzido estava de acordo com pedidos efetivamente realizados pelos clientes. A Tabela 2 apresenta os valores de produção mensal (em km) realizados no ano de 2015, que também refletem a quantidade vendida por mês.

MÊS	PRODUÇÃO / VENDAS DE CABO, EM KM
JANEIRO	2.977
FEVEREIRO	3.232
MARÇO	1.532
ABRIL	4.246
MAIO	4.662
JUNHO	5.217
JULHO	6.247
AGOSTO	5.942
SETEMBRO	4.484
OUTUBRO	6.115
NOVEMBRO	5.226
DEZEMBRO	2.638

Tabela 2: Valores de produção mensais de cabo, em km, durante o ano de 2015

Fonte: Autoria própria.

É possível observar uma diferença grande, em alguns meses, entre a previsão de vendas e o que efetivamente foi produzido. As maiores diferenças foram verificadas nos casos em que o *forecast* excedeu as vendas efetivas, com exceção dos meses de abril, maio e julho, em que as vendas foram maiores do que o previsto. Nesse caso, não houve nenhum atraso no fornecimento de matéria-prima, visto que o que foi comprado superou o consumo ao longo dos meses. Mesmo nos meses em que o consumo foi maior, foram utilizados no processo produtivo materiais que já estavam em estoque.

Apesar de não ter sido observada casos de escassez de matéria-prima com consequente atraso aos clientes, houve um aumento dos níveis de estoque de matéria-prima da empresa, uma vez que a previsão excedeu o volume de vendas efetivamente realizado, o que não está alinhado ao objetivo da empresa de redução do estoque.

Na Tabela 3 podem ser verificadas as variações observadas durante o ano de 2015 entre os valores previstos para vendas de cabo e os valores referentes às vendas efetivas e, consequentemente, produção. A produção no ano de 2015 ficou, em média, 16,5% menor do que o que foi previsto para o ano.

MÊS	FORECAST (KM)	PRODUÇÃO (KM)	VARIAÇÃO (%) PRODUÇÃO/FORECAST
JANEIRO	3.500	2.977	- 15%
FEVEREIRO	4.000	3.232	-19%
MARÇO	3.500	1.532	-56%
ABRIL	4.000	4.246	+6%
MAIO	4.500	4.662	+4%
JUNHO	6.000	5.217	-13%
JULHO	6.000	6.247	+4%
AGOSTO	6.000	5.942	-1%
SETEMBO	7.000	4.484	-36%
OUTUBRO	7.000	6.115	-13%
NOVEMBRO	7.000	5.226	-25%
DEZEMBRO	4.000	2.638	-34%

Tabela 3: Variação entre *forecast* e produção mensais para o ano de 2015

Fonte: Autoria própria.

Para o ano de 2016, o *forecast* realizado está apresentado na Tabela 4.

MÊS	PREVISÃO DE VENDAS DE CABO, EM KM	% RELAÇÃO A 2015
JANEIRO	5.700	+63%
FEVEREIRO	6.500	+63%
MARÇO	7.200	+105%
ABRIL	7.200	+80%
MAIO	6.700	+49%
JUNHO	7.000	+17%
JULHO	7.000	+17%
AGOSTO	7.000	+17%
SETEMBO	8.400	+20%
OUTUBRO	8.400	+20%
NOVEMBRO	8.400	+20%
DEZEMBRO	5.700	+43%

Tabela 4: Previsão de vendas mensais de cabo, em km, para o ano de 2016

Fonte: Autoria própria.

É possível observar que houve um grande acréscimo em alguns meses em relação ao ano anterior. Para trabalhar na mesma base, a mesma porcentagem de acréscimo no *forecast* será considerada para o volume de produção, com o intuito de “prever” a produção mensal desse cabo para o ano e 2016.

MÊS	PRODUÇÃO 2015 (KM DE CABO)	% PRODUÇÃO 2016/2015	PREVISÃO 2016 (KM DE CABO)
JANEIRO	2.977	+63%	4.852
FEVEREIRO	3.232	+63%	5.268
MARÇO	1.532	+105%	3.140
ABRIL	4.246	+80%	7.642
MAIO	4.662	+49%	6.946
JUNHO	5.217	+17%	6.103
JULHO	6.247	+17%	7.308
AGOSTO	5.942	+17%	6.952
SETEMBO	4.484	+20%	5.380
OUTUBRO	6.115	+20%	7.338
NOVEMBRO	5.226	+20%	6.271
DEZEMBRO	2.638	+43%	3.772

Tabela 5: Previsão da produção mensal de cabo (em km) para o ano de 2016, com base na variação observada em 2015

Fonte: Autoria própria.

Tendo como base essa premissa de produção, para o ano de 2016 haverá uma média de produção de 5.914 km/mês desse cabo. Para efeito de cálculo e utilização correta das iterações, é feito um comparativo percentual do quanto a produção de cada mês está referencialmente à média de produção. Este cálculo está apresentado na Tabela 6.

MÊS	PREVISÃO 2016 (KM DE CABO)	MÉDIA MENSAL PRODUÇÃO 2016 (KM DE CABO)	% MÉDIA / PRODUÇÃO
JANEIRO	4.852	5.914	+22%
FEVEREIRO	5.268	5.914	+12%
MARÇO	3.140	5.914	+88%
ABRIL	7.642	5.914	-33%
MAIO	6.946	5.914	+15%
JUNHO	6.103	5.914	-3%
JULHO	7.308	5.914	-19%
AGOSTO	6.952	5.914	-15%
SETEMBO	5.380	5.914	+10%
OUTUBRO	7.338	5.914	-19%
NOVEMBRO	6.271	5.914	-6%
DEZEMBRO	3.772	5.914	+57%

Tabela 6: Desvio dos valores mensais de previsão de vendas em relação à média anual para o ano de 2016

Fonte: Autoria própria.

Definidos os resultados apresentados, inicia-se a aplicação dos conceitos e técnicas da Simulação de Monte Carlo para a determinação do *forecast* de produção dos cabos *low friction* ao longo de 2016.

Tomando como base a Tabela 5, que contém a previsão mensal da produção de cabos nos meses para o ano de 2016, foi identificado o menor valor de produção, 3.140 km, observada no mês de março, e o maior valor de produção, 7.642 km, referente ao mês de abril. Também com base nos valores apresentados na Tabela 5, obteve-se a média mensal do ano de 2016, que corresponde a 5.391 km/mês.

Utilizou-se, então, a ferramenta “Geração de número aleatório” do Excel para gerar dados referentes a uma distribuição normal de probabilidade com confiabilidade de 95% e 1000 iterações, com o intuito de se obter o valor de produção média para o ano e 2016.

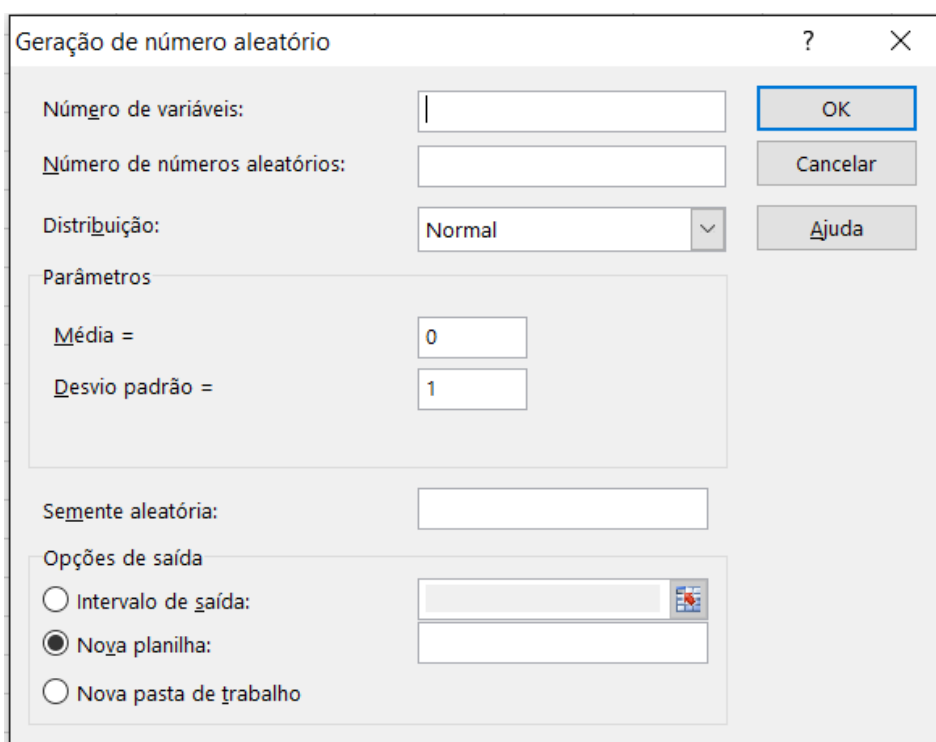


Figura 1: Ferramenta “Geração de número aleatório” (Excel)

Fonte: Autoria própria.

Com base nos resultados da simulação, gerou-se o gráfico da distribuição normal correspondente, apresentado na Figura 2. Pode ser observado que, com 95% de confiabilidade, obtém-se uma média de 5.522 km/mês de cabo para produção.

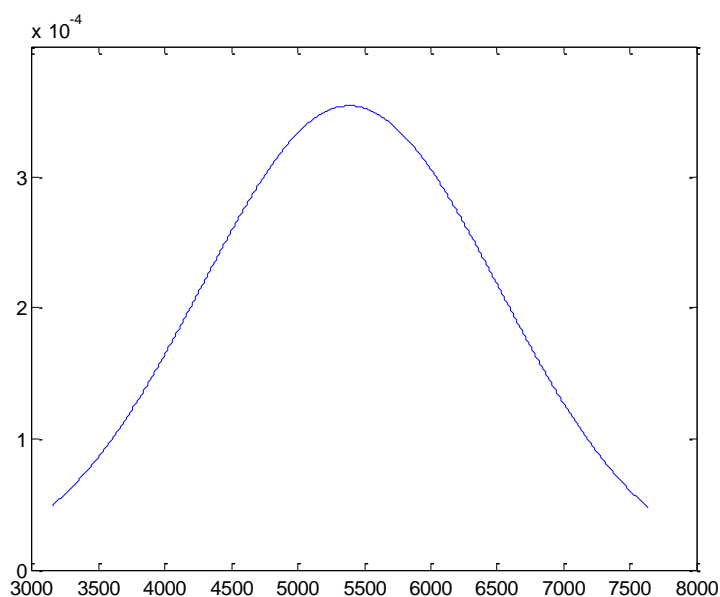


Figura 2: Gráfico da distribuição normal resultante da Simulação de Monte Carlo

Fonte: Autoria própria.

Com essa nova informação probabilística, juntamente com a variação percentual entre a média da produção segundo o *forecast* e a produção mensal de acordo com o *forecast*, é possível obter os valores referentes à previsão de produção de cabos, em km, segundo o método de Monte Carlo, conforme apresentado na Tabela 7.

MÊS	PREVISÃO 2016 (KM DE CABO)	MÉDIA MENSAL PRODUÇÃO 2016 (KM DE CABO)	% MÉDIA / PRODUÇÃO
JANEIRO	+22%	5.522	4.526
FEVEREIRO	+12%	5.522	4.930
MARÇO	+88%	5.522	2.937
ABRIL	-33%	5.522	7.344
MAIO	+15%	5.522	4.801
JUNHO	-3%	5.522	5.687
JULHO	-19%	5.522	6.571
AGOSTO	-15%	5.522	6.350
SETEMBRO	+10%	5.522	5.020
OUTUBRO	-19%	5.522	6.571
NOVEMBRO	-6%	5.522	5.853
DEZEMBRO	+57%	5.522	3.517

Tabela 7: Resultado da previsão de produção de cabos *low friction*, em km, a partir da Simulação de Monte Carlo

Fonte: Autoria própria.

Portanto, a previsão para o ano de 2016, resultante da aplicação da abordagem proposta com base em uma análise probabilística e no método de Monte Carlo, está consolidada e apresentada na Tabela 8.

MÊS	PRODUÇÃO (KM)
JANEIRO	4.526
FEVEREIRO	4.930
MARÇO	2.937
ABRIL	7.344
MAIO	4.801
JUNHO	5.687
JULHO	6.571
AGOSTO	6.350
SETEMBRO	5.020
OUTUBRO	6.571
NOVEMBRO	5.853
DEZEMBRO	3.517

Tabela 8: *Forecast* de produção de cabo para o ano de 2016, com base no Método de Monte Carlo

Fonte: Autoria própria.

Foi possível observar que a estimativa de produção pelo método resultou em valores menores do que a estimativa de produção pelo *forecast*. Isso ocorreu porque no ano de 2015 as vendas, em geral, não atingiram as metas propostas, e a previsão para 2016 foi feita a partir do histórico de 2015. Isto é, a própria previsão das equipes de vendas é de vendas maiores para 2016, com números ainda maiores do que observado em 2015. Por esta razão, foi utilizada a mesma base de comparação para a produção, o que permitiu obter os números apresentados na Tabela 8. Vale ressaltar que essa é uma estimativa probabilística, fundamentada em resultados existentes, porém extremamente volátil.

4. CONCLUSÕES

Com a implantação de uma metodologia para o gerenciamento de riscos da compra de matéria – prima, é possível aumentar o índice de acertos na compra de produtos e reduzir as chances de multas e atrasos para clientes. No entanto, para uma correta implantação dos sistemas, é necessário entender que dados e levantamentos históricos não levam em consideração o momento e o cenário atual da economia, o que faz com que seja necessária sempre a percepção do vendedor na avaliação da validade dos resultados obtidos a partir de uma análise matemática, de modo a determinar se são coerentes com a realidade atual de vendas da empresa.

5. POSSÍVEIS DESDOBRAMENTOS

O método proposto foi aplicado a uma linha específica de produtos, apresentando resultados satisfatórios, podendo ser implementado para toda a linha de produtos da companhia.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDIMARTE, Paolo. **Handbook in Monte Carlo simulation: applications in financial engineering, risk management, and economics**. Hoboken: Wiley, 2014.

COSTA, Gerson. **Gerenciamento de riscos em projetos**. Rio de Janeiro: FGV, 2015.

DAYCHOUM, Merhi. **Gerência de Projetos: programa delegacia legal**. Rio de Janeiro: Brasport, 2005. Disponível em: <https://books.google.com/books?isbn=8574522406>. Acesso em: 22 jul. 2015.

GALVÃO, Márcio. **Análise quantitativa de riscos com simulação de Monte Carlo**. Editora Mundo Ltda. 2005. Disponível em: <http://www.mundopm.com.br/download/montecarlo.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2016.

HOPE, Warren T. **Introdução ao Gerenciamento de Riscos**. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2002

MAROM, S. **Project risk management and the application of Monte Carlo Simulation**. 2010. Disponível em: <http://quantmleap.com/blog/2010/07>. Acesso em: 18 jan. 2016.

MENEGARDE, J. K.; BARBOSA, C. T.; VILA, D. A.; CARMASSIO, R.; MARINHO, L. H. N. **Previsão de demanda por meio do método de simulação de Monte Carlo em uma engarrafadora de bebidas: estudo de caso**. IV Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial, 2010. Disponível em: http://www.fecilcam.br/anais_iveepa/arquivos/3/3-03.pdf. Acesso em: 18 jan. 2016.

NAVARRO, Antonio Fernando. **A função e a origem do Gerenciamento de Riscos**. Material didático – curso de Ciências Atuariais. Universidade Federal Fluminense – UFF, 2011. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFrfsAL/a-funcao-a-origem-gerenciamento-riscos>. Acesso em: 22 jul. 2015.

NEIVA, Fernando B.; BOUZADA, Marco A. C. **Uma proposta de modelo probabilístico de análise de viabilidade de um pequeno meio de hospedagem**. Revista Brasileira de Administração Científica, v.4, n.1, 2013. p. 122-143. Disponível em: <http://sustenere.co/journals/index.php/rbadm/article/view> File/ESS2179-684X.2013.001.0008/263. Acesso em: 18 jan. 2016.

OLIVEIRA, Mario H. da F. **A avaliação econômico-financeira de investimentos sob condição de incerteza: uma comparação entre o Método de Monte Carlo e o VPL Fuzzy**. São Carlos, 2008, Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-03122009-090723/pt-br.php>. Acesso em: 22 jul. 2015.

PEDROSO, L. H. T. R. **Uma sistemática para a identificação, análise qualitativa e análise quantitativa dos riscos em projetos**. São Paulo, 2007, Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3135/tde-03082007-174606/pt-br.php>. Acesso em: 22 jul. 2015.

PMI (Project Management Institute). **Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide)**. 5. ed. 2013.

SOBRINHO, Antonio D. O. **A importância da Inclusão de Fatores Humanos na Análise de Riscos em plantas Industriais**. Rio de Janeiro, 2013, Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli1156.pdf. Acesso em: 22. jul. 2015.

SOUZA, Marcelo C. M. de. **Quantificação das incertezas na avaliação de projetos: o modelo utilizado na agência de fomento do estado da Bahia**. Florianópolis, 2004, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/87817>. Acesso em: 22 jul. 2015.

VASCONCELOS, Luthiano. **Material didático da disciplina de Gerenciamento de Riscos** – **UNIBRAIN**, 2008. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/luthiano/disciplina-de-gerenciamento-de-riscos>. Acesso em: 22 jul. 2015.