LUIZ HENRIQUE TADEU RIBEIRO PEDROSO

UMA SISTEMÁTICA PARA A IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE
QUALITATIVA E ANÁLISE QUANTITATIVA DOS RISCOS EM
PROJETOS

São Paulo
2007

LUIZ HENRIQUE TADEU RIBEIRO PEDROSO

UMA SISTEMÁTICA PARA A IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE
QUALITATIVA E ANÁLISE QUANTITATIVA DOS RISCOS EM
PROJETOS

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Engenharia.

Área de Concentração:
Engenharia Naval e Oceânica

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Luis R. de
Andrade

São Paulo
2007

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, de abril de 2007.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Pedroso, Luiz Henrique Tadeu Ribeiro

Uma sistemática para a identificação, análise qualitativa e análise quantitativa dos riscos em projetos / L.H.T.R. Pedroso. – ed, ver. -- São Paulo, 2007.

110 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica.

1.Administração de risco 2.Projetos 3.Análise de decisão 4.Método de Monte Carlo (Simulação) I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica II.t.

À minha esposa Magaly, aos meus filhos
Raquel e Daniel, pelo apoio permanente.
A memória dos meus pais Lucia e Lazaro.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Bernardo Luis R. de Andrade pelo incentivo e principalmente pelas cobranças durante a orientação deste trabalho.

Aos amigos João Carlos Boyadjian e Carlos Dornellas que foram as principais forças para que eu concluísse o mestrado com sucesso.

Ao amigo Danúbio Borba, companheiro das primeiras jornadas no mundo do gerenciamento de projeto.

Ao Eng. Jose Pique, cliente e amigo, que muito contribuiu com seu trabalho para o desenvolvimento desta tese.

Ao IETEC e principalmente ao Ronaldo Gusmão pelo incentivo e apoio durante todos estes anos de convivência profissional.

Ao meu amigo Claude H. Maley que com seus primeiros treinamentos despertou meu interesse pela área de riscos em projetos.

Ao Eng. Carlos Pereira, cliente e amigo, que utilizou e ajudou a desenvolver muitas das idéias que estamos apresentando.

Ao saudoso Prof. Oswaldo Fadigas Fontes Torres que reencontrei no curso de pós-graduação após 30 anos. Ele longe da aeronáutica e eu longe da informática descobrimos que tínhamos nos Riscos em Projetos um novo ponto em comum. Foram muito proveitosas as discussões e trocas de idéias sobre, causa e efeito, expected value, metodologia de identificação dos riscos, além da dinâmica de sistemas. É com tristeza que hoje não posso mostrar para ele este trabalho.

Ao Prof. Dr. Sérgio Luiz de Oliveira Assis por aceitar o convite para participar desta banca.

RESUMO

Identificar o maior número possível de riscos nos projetos, priorizá-los e quantificar seus impactos, são os processos centrais para o um bom gerenciamento dos riscos nos projetos. A execução destes processos permite determinar o nível de confiança que existe para se atingir os objetivos do projeto. Sendo assim o resultado deste trabalho foi apresentar uma sistemática visando medir o nível de confiança nas várias decisões que são tomadas durante a vida do projeto e também uma sistemática abrangente de identificação, análise qualitativa (priorização) e análise quantitativa dos riscos. Como principal ferramenta nestas sistemáticas utilizou-se a Simulação de Monte-Carlo para determinar o nível de confiança nas decisões tomadas. Estas sistemáticas foram testadas em várias empresas dos setores de Informática, Petroquímica e Bens de Capital, sendo que alguns destes modelos foram utilizados para demonstrar sua aplicação. Um dos resultados importantes obtidos foi a determinação do valor do fundo de contingência para os projetos de bens de capital que estão sujeitos à auditoria do IPA-Independent Project Analysis.

Palavras-Chave: Riscos em Projetos. Gerenciamento de Riscos. Análise de Decisão. Simulação de Monte-Carlo.

ABSTRACT

To identify the largest possible number of risks in the projects, to prioritize and quantify their impact on project's objectives, play a key processes for a risk management success. The execution of these processes will allow to measure the confidence level to reach the project's objectives. As a result of this work was developed a systematic to measure the confidence level of decisions that are taken during project life-cycle and also developed a systematic including identification, qualitative analysis (ranking) and quantitative analysis of the risks. The main tool for these systematic is Monte-Carlo's Simulation to determine the confidence level in the decisions takings. These systematic were tested in several companies in the sectors of Computer Science, Petroleum and Capital's Asset whose models were used to demonstrate its application. One of the important results obtained with these systematic was the determination of the contingency fund to the projects that are audited by IPA-Independent Project Analysis.

Keywords: Project Risks. Risk Management. Decision's Analysis. Monte-Carlo's Simulation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Processos do gerenciamento de riscos	31
Figura 2.2 - Modelo genérico de RBS.....	36
Figura 2.3 - Objetivos do gerenciamento de projeto.....	37
Figura 2.4 - Exemplo de forma qualitativa e quantitativa de mensuração dos riscos	41
Figura 2.5 - Exemplo do impacto de um risco sobre os objetivos do projeto	43
Figura 2.6 - Exemplo da Matriz de Impacto dos Riscos	43
Figura 2.7 - Exemplo de Curva de Distribuição Acumulada de Probabilidades....	49
Figura 2.8 - Representação do EV na forma discreta	50
Figura 2.9 - Exemplo de uma Payoff Table	52
Figura 2.10 - Exemplo de Árvore de Decisão	52
Figura 2.11 - Exemplo de uma variável de entrada da simulação	58
Figura 2.12 - Curva de Distribuição Acumulada de Probabilidades	59
Figura 2.13 - Exemplo de Intervalo de Confiança.....	60
Figura 3.1 - Documentação dos riscos	67
Figura 3.2 - Documentação dos riscos – causas.....	67
Figura 3.3 - Estrutura de gerenciamento dos riscos.....	69
Figura 3.4 - Risco de Vulnerabilidade – Avaliação	70
Figura 3.5 - Modelo de preenchimento dos riscos de vulnerabilidade	71
Figura 3.6 - Risco de Vulnerabilidade – Resumo	72
Figura 3.7 - Tercis do Risco de Vulnerabilidade	72
Figura 3.8 - Avaliação do risco de vulnerabilidade	73
Figura 3.9 - Totalização dos riscos de vulnerabilidade.....	73
Figura 3.10 - Fator de Vulnerabilidade	74
Figura 3.11 - Documentação das ações sobre as causas dos riscos	75
Figura 3.12 - Riscos Potenciais – Resumo	76
Figura 3.13 - Riscos Potenciais – Avaliação.....	76
Figura 3.14 - Matriz de Probabilidade e Impacto de Risco.....	77
Figura 3.15 - Classe do risco potencial.....	77
Figura 3.16 - Ações sobre os riscos potenciais	78

Figura 3.17 - Galeria de curvas de distribuição - PDF.....	81
Figura 3.18 - Modelo de planilha de cadastramento de obra	83
Figura 3.19 - Lista para avaliação da civil.....	84
Figura 3.20 - Modelo de cadastramento de obra para simulação	85
Figura 3.21 - Exemplo de obra valorada para a simulação	86
Figura 3.22 - Modelo de avaliação do 'Físico' da obra	87
Figura 3.23 - Exemplo de distribuição triangular para o 'Físico'	88
Figura 3.24 - Modelo de avaliação do "Fornecimento" e 'Montagem'	89
Figura 3.25 - Exemplo de distribuição triangular para o 'Fornecimento'	89
Figura 3.26 - Exemplo de distribuição triangular para a 'Montagem'	90
Figura 3.27 - Curva de distribuição acumulada dos custos da civil.....	90
Figura 3.28 - Curva de distribuição acumulada de todos os custos da obra	91
Figura 4.1 - WBS do projeto NMS.....	92
Figura 4.2 - WBS de controle	93
Figura 4.3 - Cadastro de um risco do projeto	98
Figura 4.4 - RBS utilizada na identificação das causas dos riscos	99
Figura 4.5 - Exemplo de documentação das causas dos riscos	99
Figura 4.6 - Cadastramento dos riscos de vulnerabilidade	100
Figura 4.7 - Pontuação máxima dos riscos de vulnerabilidade	100
Figura 4.8 - Avaliação dos riscos de vulnerabilidade	101
Figura 4.9 - Determinação do Fator de Vulnerabilidade.....	102
Figura 4.10 - Exemplo de documentação dos riscos potenciais	103
Figura 4.11 - Documentação das causas dos riscos potenciais	104
Figura 4.12 - Classificação do risco potencial	105
Figura 4.13 - Documentação da avaliação dos riscos.....	105
Figura 4.14 - Orçamento de todos os prédios	108
Figura 4.15 - Modelo para cadastramento dos prédios	109
Figura 4.16 - Modelo de cadastramento dos prédios com reavaliação.....	109
Figura 4.17 - Exemplo de lista de verificação	110
Figura 4.18 - Avaliação do orçamento quantitativo	110
Figura 4.19 - Exemplo de um prédio totalmente avaliado	112
Figura 4.20 - PDF dos custos do Prédio 030.....	113
Figura 4.21 - Percentil dos custos acumulados do Prédio 030	113
Figura 4.22 - Resultado acumulado de todos os prédios	114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	Analytic Hierarchy Process
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
EAR	Estrutura Analítica dos Riscos
EMV	Expected Monetary Value
ERM	Enterprise Risk Management
EV	Expected Value / Valor Esperado
FEL	Front End Loading
IPA	Independent Project Analysis
IPM	Integrated Project Management
IPMA	International Project Management Association
PDF	Probability Distribution Function
PES	Project Evaluation System
PMBOK®	Um Guia do Conjunto de Conhecimento em Gerenciamento de Projeto
PMI®	Project Management Institute
RBS	Risk Breakdown Structure
RMIP®	Risk Management Interactive Process
WBS	Working Breakdown Structure

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 CONTEXTO DO TRABALHO	12
1.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	15
1.3 OBJETIVO DO TRABALHO	22
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	22
2 CONCEITOS DE GERENCIAMENTO DE RISCO E ANÁLISE DE DECISÃO.....	24
2.1 RISCO DE PROJETO	24
2.2 GERENCIAMENTO DE RISCOS EM PROJETOS	28
2.3 ASPECTOS IMPORTANTES RELATIVOS AO GERENCIAMENTO DE RISCOS EM PROJETOS	31
2.4 PRINCIPAIS PROCESSOS DO GERENCIAMENTO DE RISCOS.....	36
2.4.1 A Identificação dos Riscos	36
2.4.2 A Análise Qualitativa dos Riscos	40
2.4.3 A Análise Quantitativa dos Riscos.....	44
2.5 A ANÁLISE DE DECISÃO	45
2.5.1 Simulação	53
3 PROPOSTA DE SISTEMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DE RISCOS	62
3.1 ANÁLISE DOS RISCOS	63
3.1.1 Identificação dos Riscos	64
3.2.1 Análise Qualitativa dos Riscos.....	68
3.1.2.1 Riscos de Vulnerabilidade.....	69
3.1.2.2 Riscos Potenciais	75
3.2 ANÁLISE DO NÍVEL DE CONFIANÇA.....	80
3.2.1 O Modelo	80
4 A APLICAÇÃO EM CASOS REAIS.....	92
4.1 UMA EMPRESA NA ÁREA DE TECNOLOGIA	92

4.1.1 Uma Visão do Escopo da Solução	94
4.1.2 A Sistemática	97
4.2 UMA EMPRESA NA ÁREA DE COMMODITY.....	106
4.2.1 Uma Visão do Escopo da Solução	106
4.2.2 A Sistemática	107
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	116
5.1 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE QUALITATIVA DOS RISCOS	116
5.2 ANÁLISE DE DECISÃO	117
5.3 RECOMENDAÇÕES	118
6 CONCLUSÃO.....	121
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124
APÊNDICE A.....	131

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO DO TRABALHO

A crescente competitividade entre as empresas na disputa por um mercado globalizado impõe exigências, cada vez maiores, sobre as áreas responsáveis pelo desenvolvimento de novos produtos, serviços, ou empreendimentos de caráter interno ou externo. Para lidar com demandas mais restritivas e exigentes em termos de prazo, custo e qualidade, as empresas têm revisto suas estruturas e seus processos internos como forma de assegurar o sucesso desses empreendimentos. Neste sentido, vem sendo observada uma crescente implantação de novas práticas, técnicas, processos e metodologias, associadas à disciplina que se convencionou chamar de Gerenciamento de Projetos.

Segundo Kerzner (1998), foi durante os anos 70 e 80 que mais e mais empresas passaram a utilizar, de forma estruturada, os processos de gerenciamento de projetos, principalmente por causa das dimensões e complexidade que os projetos começaram a ter.

Reyck (2005) constatou o rápido crescimento no uso das técnicas de gerenciamento de projeto pelas empresas em geral, como forma de atingir seus objetivos, e também que as filiações às associações de gerenciamento de projetos, tais como o PMI® (Project Management Institute) e o IPMA (International Project Management Association) estão experimentando um crescimento exponencial. Segundo o autor, a Microsoft informou que já possui mais de 5 milhões de usuários do seu software de gerenciamento de projeto em todo o mundo.

Porém, todo esse crescimento não se refletiu em uma melhoria na taxa de sucesso dos projetos. Reyck (2005) cita que em 2004 o Standish Group¹ relatou que somente 29% dos projetos na área de informática foram considerados um sucesso, sendo que a maioria ultrapassou os custos e prazos previstos. Com relação aos custos,

¹ **The Standish Group** é uma companhia de pesquisa que produz um relatório anual, chamado CHAOS, sobre como está o desenvolvimento de projetos na área de Informática.

56% dos projetos ficaram acima do orçamento original e 84% foram concluídos com atraso no cronograma.

Reyck complementou que entregar um projeto no prazo previsto, dentro do orçamento e com a satisfação do cliente, continua sendo uma notória dificuldade. O autor aponta como a causa principal para estas falhas o fato de que todos os projetos estão sujeitos a riscos e saber como tratá-los é hoje o fator principal para o seu sucesso. Algumas definições conceituais de projeto, apresentadas a seguir, ajudam a esclarecer esse ponto.

Para o PMI® (2004, p. 5)², “Um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo”.

Já para Wysocki e McGary (2003), Projeto é uma seqüência única, complexa, de atividades conectadas, tendo um objetivo ou propósito que precisa ser completado em um tempo específico, dentro de um orçamento e de acordo com as especificações. O próprio Kerzner (1998) considera um projeto como sendo qualquer série de atividades ou tarefas que:

- Tenha um objetivo para ser atingido dentro de determinadas especificações;
- Tenha as datas de início e fim definidas;
- Tenha limitação de fundos;
- Consuma recursos, sejam monetários, humanos e/ou materiais.

Hall e Johnson (2002), quando desenvolveram o conceito e publicaram um livro sobre Gerenciamento Integrado de Projetos (IPM – Integrated Project Management)³, procuraram aprimorar a definição de projeto, pois consideravam incompleta a definição dada pelo PMI®. O IPM define um projeto como uma seqüência única de atividades que tem um início, um resultado preciso e mensurável, que requer um esforço cooperativo de uma quantidade de pessoas durante um tempo, e que é gerenciado por uma pessoa.

O aspecto relevante que se encontra em comum nessas definições é a concordância com relação à caracterização de projeto como sendo único, singular, que nunca foi

² PMI® Project Management Institute é o autor do livro **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**: Guia PMBOK®, que é uma referência na área de Gerenciamento de Projetos.

³ HALL, Earl; JOHNSON, Juliane. **Integrated Project Management**. USA: Prentice Hall, 2002. 272 p.

feito por aquela equipe, naquelas condições, para aquele ambiente. Projeto não é de execução repetitiva e, portanto, é isto que o diferencia das rotinas operacionais. Considerando esse fator de singularidade, pode-se afirmar que um projeto é repleto de incertezas e são estas incertezas que podem fazer com que ele fracasse. As incertezas são os riscos em potencial.

A Alta Administração das empresas tem a responsabilidade para fazer julgamentos e tomar decisões apropriadas que levarão a organização ao sucesso. O ideal seria que as decisões fossem tomadas sob condição de **total certeza**, em que todas as informações necessárias estivessem disponíveis e o grau de confiança nos resultados também fosse previsível. Na realidade, a maioria das decisões é tomada sem as informações necessárias e, portanto, com certo grau de **incerteza** nos resultados. Em alguns casos extremos de completa falta de informação, nada é conhecido sobre o possível resultado da decisão e uma **total incerteza** prevalece.⁴ (WIDEMAN, 1992, p. 1-1).

No momento em que uma decisão deva ser tomada de forma racional, o que se espera é que ela seja baseada em um levantamento completo e com conhecimento de todas as informações relevantes, de modo a se procurar eliminar ao máximo as incertezas existentes. Como fazer isso e saber qual a quantidade de informação que seria necessária para se tomar uma decisão racional é impossível de se determinar. A melhor resposta para essa questão encontra-se em um autor Anônimo, citado em Bernstein (1997, p. 202):

- “A informação que se tem não é a informação que se quer.
- A informação que se quer não é a informação da qual se precisa.
- A informação da qual se precisa não é a informação que se pode obter.
- A informação que se pode obter custa mais do que se quer pagar.”

Ter as condições e capacidade para minimizar as incertezas, ou seja, identificar e avaliar o que poderá acontecer no futuro, durante o andamento de um projeto, e poder optar ou decidir entre as várias alternativas, é fundamental no gerenciamento de projetos atualmente. O processo que guia o gerente de projeto pela ampla gama de tomada de decisões presente nos projetos é conhecido como Gerenciamento de Riscos. A importância do gerenciamento de riscos está justamente associada à característica intrínseca presente em todos os projetos, que é a incerteza.

Este trabalho trata exatamente do Gerenciamento de Riscos em Projetos, que é um dos processos fundamentais da disciplina de Gerenciamento de Projetos.

⁴ Tradução própria.

1.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O trabalho dos gerentes de projetos está cada vez mais difícil. O crescimento na complexidade dos projetos, com as exigências de custos cada vez menores e prazos mais curtos, é uma constante nos tempos atuais. Somando-se a isto a velocidade da evolução/mudança tecnológica que se está experimentando, tem-se aí os ingredientes que fazem um projeto ter um alto grau de incerteza. Essa situação foi constatada por Miguel (2002, p. 45):

Os gestores de todas as organizações operam, hoje em dia, num ambiente socioeconômico e tecnológico turbulento, que desafia a sobrevivência organizacional com constantes alterações econômicas, competitivas, legislativas e tecnológicas; esses executivos têm de ser capazes de responder, de forma pró-ativa, às ameaças e oportunidades, e de reagir rapidamente às novas condições que se lhes deparam a cada momento.

Durante a vida de um projeto, a certeza que normalmente se pode ter é que haverá uma freqüente negociação com a incerteza, pois as decisões são, normalmente, tomadas com base em informações incompletas. Em um ambiente ideal de gerência de projeto, haveria tempo para que fossem preparados os planos para tratar os riscos, mas na realidade eles são freqüentemente colocados junto com todas as outras prioridades a serem executadas.

Como constatou Royer (2000), um dos fatores mais críticos que promovem o insucesso de um projeto é a falta do gerenciamento dos riscos e a não-mitigação dos mesmos. Sem mitigar os riscos, freqüentemente um projeto caminha para ter sérios problemas no seu gerenciamento.

“Se você não tem tempo ou recursos para mitigar os riscos agora, tenha certeza absoluta de que você deverá ter tempo ou recursos para atacá-los quando se tornarem problemas”.⁵ (HALL; HULETT, 2002, p. 3). Risco é um problema que ainda não ocorreu, portanto, ainda existe a chance de gerenciá-lo.

“Otimismo significa esperar o melhor, mas confiança significa saber como se lidará com o pior”. (GUNTHER, 2003, p. 119).

É exatamente isso que se espera de um Gerente de Projeto, que ele esteja preparado para lidar com as ocorrências dos riscos no projeto quando elas surgirem.

⁵ Tradução própria.

Como apropriadamente indagou Schuyler (1996, p. 1):

Existe algo mais importante em um projeto do que tomar ou levar boas decisões para serem tomadas? Esta é uma das habilidades que certamente estão no topo da lista das necessidades básicas de um Gerente de Projeto, mesmo que poucos tenham tido um treinamento formal para a tomada de decisão. A Análise de Decisão é a disciplina que ajuda os Gerentes de Projetos a escolherem, “sabiamente”, alternativas sob condições de incerteza.⁶

A incerteza e o nível de risco encontrados nos projetos tornam difícil, senão impossível, determinar o que acontecerá no futuro. Mas uma estratégia para ajudar a empresa a obter vantagens das oportunidades que poderão surgir sem correr riscos desnecessários é fundamental.

Bryan (2002), ao analisar como está o processo de tomada de decisão nas empresas, verificou que a forma clássica de elaborar uma estratégia corporativa inicia-se com a seguinte presunção: com suficiente rigor analítico e uma adequada avaliação das probabilidades, estrategistas podem pavimentar um caminho previsível para o futuro com base no que ocorreu no passado. Hoje, esse pensamento poderá levar a empresa ao insucesso, pois o passado é somente mais uma das variáveis que devem ser consideradas no momento da tomada de decisão.

“Incerteza é uma parte inseparável da tomada de decisão, assim como é uma parte intrínseca da vida do gerente de projeto. Para melhorar sua chance de sucesso, o gerente de projeto precisa ampliar sua flexibilidade; isto requer uma habilidade para destruir o conhecimento obsoleto que serve de âncora ao passado.”⁶ (HOLAN, 2006, p. 1).

Esse novo ambiente de negócios foi mencionado por Srhneier e Mirroli (1998, p.1) como uma preocupação séria que as empresas estão começando a ter com o gerenciamento de riscos de forma geral.

Os altos executivos vêm andando cada vez mais na corda bamba. Os investidores pagam um prêmio para a empresa que melhor souber lidar com o risco, mas correr esse risco pode fazê-la cair de joelhos, porque ele só faz crescer com o mercado globalizado, que trouxe mais complexidade e aumentou as chances de as coisas darem errado.

Gonçalves (2002, p. 103) lembra:

Temos assistido, nos últimos anos, sobretudo na área financeira, o avanço dos estudos e do gerenciamento dos mais diversos riscos. Isto se deve sobretudo aos fenômenos das grandes quebras de instituições, financeiras

⁶ Tradução Própria.

ou não, até então consideradas sólidas e que geraram prejuízos incalculáveis aos seus acionistas e em alguns casos a toda a sociedade.

Como exemplos marcantes destes acontecimentos, Gonçalves (2002) cita os casos da falência do Banco Barings (1995, na Inglaterra) e das vultosas perdas do Banco Daiwa em operações com títulos do governo americano.

Além destes casos, as quebras das empresas Enron, Arthur Andersen e WorldCom levaram o governo americano a elaborar a lei Sarbanes-Oxley. Esta lei, publicada em 2002, define Riscos de Negócio como ameaças provocadas por um evento ou ação (interno e/ou externo) ou por conjuntos destes, afetando negativamente a habilidade da empresa em atingir seus objetivos e suas estratégias de negócios. Além de definir que registros e documentos uma empresa deve arquivar e por quanto tempo, a lei também colocou novas responsabilidades sobre os principais executivos das empresas, exigindo maior controle sobre os riscos financeiros. Os acordos Basiléia I e II determinaram padrões e procedimentos para análise contábil das empresas.

Com essas novas regras e controles externos sobre as empresas, as consequências de projetos mal conduzidos, ou que acarretem grandes prejuízos, podem colocar a empresa em uma situação delicada perante o mercado e as instituições de controle.

Alguns tempos atrás bastava contingenciar, nas propostas, todos os riscos conhecidos, que os problemas estavam resolvidos. Hoje, essa atitude, em um mercado globalizado e competitivo, com certeza aumentará a chance de se perder o negócio. Por outro lado, o não contingenciamento dos riscos certamente fará a empresa ganhar um grande problema.

O que Srhneier e Mirroli (1998) questionam é: Como se equilibrar, ou melhor, sobreviver nesse mundo novo?

Uma das formas de ação a que um grande número de empresas está recorrendo é o financiamento do risco – fazendo provisões contra possíveis perdas, seguros, hedge cambial⁷ etc. Este é um tipo de estratégia que apresenta alguns problemas:

- É passiva (se preocupa com as consequências e não ataca as causas);

⁷ Estratégia pela qual investidores, com intenções definidas, procuram cobrir-se do risco de variações de preços desvantajosas para seus propósitos, com operação de compra e venda de moeda estrangeira.

- Coloca o foco da atuação sobre alguns riscos apenas (não procura identificar todas as ameaças às quais o projeto está exposto) e;
- Não se preocupa diretamente com o sucesso do projeto, procurando apenas proteção contra as consequências futuras da ocorrência dos riscos.

Smith e Merritt (2002) observaram como é o gerenciamento dos riscos de projeto nas empresas e perceberam que algumas parecem lidar melhor com o risco do que outras e que dentro das próprias empresas encontram-se projetos muito bem sucedidos no gerenciamento dos riscos e outros nem tanto. Na verdade, quando procuraram analisar as causas destas discrepâncias, descobriram que não existiam quaisquer processos para tomada de decisão perante os riscos e sim decisões baseadas no que as empresas podiam ou não suportar, o que, naturalmente, em algumas situações, levavam o projeto ao sucesso, enquanto, em outras, levavam ao fracasso.

Este quadro mostra que a atuação dos Gerentes de Projetos e das Empresas no gerenciamento dos riscos, quando não está orientada ou controlada por metodologias e processos, dependerá do comportamento de quem decide perante uma situação de risco. Este comportamento poderia ser representado por uma escala que vai do pessimista ao otimista. O problema encontrado é que nestes pontos extremos as decisões não são mais tomadas racionalmente; elas são controladas pelas emoções.

A maneira mais sensata de gerenciar um projeto não é fugindo dos riscos, mas expondo-se deliberadamente a eles. Porém, não de maneira emocional ou irracional; ao contrário, com cautela e deliberação. Os riscos sempre existem, não existe atividade sem risco.

“A palavra ‘risco’ deriva do italiano *risicare*, que significa ousar. Neste sentido, o risco é uma opção e não um destino.” (BERNSTEIN, 1997, p. 8). Como risco é um evento futuro, existem condições de gerenciá-lo para fazer com que ele ocorra ou não.

Esta oportunidade de conhecer o que poderá acontecer no futuro é um dos mais importantes marcos da evolução de nossa sociedade, como constatou Bernstein (1997, p. 1):

A idéia revolucionária que define a fronteira entre os tempos modernos e o passado é o domínio do risco: a noção de que o futuro é mais do que um capricho dos deuses e de que homens e mulheres não são passivos ante a natureza. Até os seres humanos descobrirem como transpor essa fronteira, o futuro era um espelho do passado ou o domínio obscuro de oráculos e adivinhos que detinham o monopólio sobre o conhecimento dos eventos previstos.

O modo de se conseguir que a tomada de decisão perante os riscos nos projetos seja feita em benefício do projeto é não permitir que as emoções comandem as decisões. Isto tem se mostrado possível apenas com a utilização constante de metodologias para Gerenciamento de Riscos.

Na introdução de seu artigo sobre uma metodologia de gerenciamento integrado de riscos, Del Caño e De la Cruz (2002, p. 473) informam que “[...] a idéia de que o Gerenciamento de Riscos deveria ser uma parte importante e integral do gerenciamento de projetos é fortemente reconhecida pelas instituições líderes da área de gerenciamento de projetos, tais como IPMA (International Project Management Association) e PMI® (Project Management Institute) [...]”.⁸

O PMI®, principalmente com as alterações que foram efetivadas a partir da edição 2000 do PMBOK®, vem dando grande ênfase ao Gerenciamento de Riscos. O PMI® (2004, p. 237) define que “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”. Esta é uma das poucas publicações na qual os Riscos e o Gerenciamento de Riscos nos projetos não são tratados apenas de uma forma negativa para o projeto.

Para Wideman (1992, p. I-2)

[...] de forma simples, os objetivos do gerenciamento de riscos são:

- ✓ Identificar os fatores que poderão causar impacto nos objetivos de Escopo, Qualidade, Prazo e Custo do projeto;
- ✓ Quantificar a probabilidade e o impacto de cada fator;
- ✓ Criar uma referência dos fatores não controláveis;
- ✓ Mitigar os impactos influenciando os fatores controláveis.⁸

Nesse novo cenário, no qual o Gerenciamento de Riscos vem se mostrando decisivo para o sucesso dos projetos, tem-se observado um grande crescimento nas solicitações de auditorias externas para avaliação das práticas de gerenciamento, principalmente de grandes projetos.

⁸ Tradução própria.

Como exemplo dessas empresas de auditoria, pode-se citar o IPA (Independent Project Analysis), líder no mercado de análise quantitativa de sistemas de gestão, e que se tornou a consultoria de destaque na auditoria e avaliação de grandes projetos de bens de capital pelo mundo e no benchmarking de gerenciamento de projeto. Segundo uma pesquisa desenvolvida pelo IPA Institute (2005), a utilização das melhores práticas apontadas fez com que 25% dos projetos tivessem custos menores, fossem completados 20% mais rápido e operassem 15% melhor do que a média da indústria. Isto proporcionou um crescimento de 22% no retorno dos investimentos.

Um dos pontos fundamentais da análise do IPA é a avaliação do nível de confiança que existe no atendimento aos objetivos de custo, prazo, escopo e qualidade, requeridos pelo projeto. Dentro desta análise, o processo de determinação do fundo de contingência para suportar os riscos é um dos fatores prioritários.

Portanto, além de uma metodologia estruturada que indique como se deve fazer para gerenciar os riscos, é necessário contar também com técnicas que permitam a quantificação e a avaliação das incertezas ou do nível de confiança existente nos diversos elementos que contribuem para o atendimento dos objetivos do projeto.

Nesse sentido, a utilização de técnicas para medir e quantificar uma decisão sob condições de incerteza é fundamental para o sucesso de um projeto. Para isto, em termos de ferramentas, existem no mercado vários softwares que se propõem a automatizar a aplicação de diversas das técnicas de análise de decisão como suporte ao processo de gerenciamento de riscos. Alguns destes softwares são os seguintes:

- @RISK, da Palisade.
- Crystal Ball, da Decisioneering Inc.
- Clarity, da Computer Associates.
- Risk Radar, da ICE Integrated Computer Engineering .
- Risk⁺ , da C/S Solutions Inc.

No entanto, não basta apenas o conhecimento de metodologias que ditam apenas o que se deve fazer, o conhecimento de técnicas de análise de decisão ou a posse de ferramentas computacionais, para a realização de um processo efetivo de Gerenciamento de Risco. A questão essencial que se coloca é: de posse das

técnicas e ferramentas, qual a sistemática mais adequada para gerenciar os riscos? Ou seja, como a metodologia de gerenciamento deve ser executada e quais técnicas e abordagens são mais adequadas para as diferentes fases e estágios do projeto?

Essa questão se torna particularmente importante nas etapas iniciais que a maioria das metodologias de gerenciamento de riscos propõem e que tratam da identificação, qualificação e quantificação dos riscos e incertezas do projeto.

Smith e Merritt (2002) e Hillson (2002) constataram que, atualmente nos projetos em que a identificação dos riscos é executada, seja no momento em que o planejamento do projeto está sendo elaborado ou durante a vida do projeto, o processo mais comum é o questionamento do tipo “E se... acontecesse tal coisa?”. O resultado obtido por este processo é uma lista de riscos muito difícil de entender e muito mais difícil de gerenciar.

Os riscos desta lista poderiam, até, ser classificados⁹ em ordem de prioridade para determinar quais deveriam receber atenção em primeiro lugar, mas isto não daria qualquer informação estruturada para o gerenciamento dos riscos no projeto. Perguntas, freqüentemente feitas, continuariam sem respostas. Dentre outras:

- Qual prestador de serviço impõe maior risco ao projeto?
- Qual tipo de risco (Técnico, Administrativo, Qualidade) deverá ter maior atenção?
- Qual o nível de confiança (Probabilidade de ocorrer) para se atingir um determinado objetivo?
- Qual o nível de confiança no sucesso do projeto?

Esse tipo de avaliação dos riscos não consegue indicar quais áreas do projeto requerem uma atenção especial, onde é maior a concentração dos riscos e quais são os pontos de alta exposição aos riscos.

⁹ Atualmente, com a publicação do PMBOK® 3ª edição, essa lista classificada/priorizada dos riscos por categorias ou áreas de influência foi denominada de RBS-Risk Breakdown Structure ou EAR – Estrutura Analítica dos Riscos. Este tema será abordado em detalhes nos próximos capítulos do trabalho.

1.3 OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho é apresentar uma sistemática para execução nas atividades iniciais propostas nas metodologias de gerenciamento de riscos nos projetos, utilizando-se como base os conceitos e processos apresentados pelo PMI® (2004) no capítulo 11 do PMBOK® (Gerenciamento de Riscos do Projeto). Essa sistemática está dividida em dois procedimentos.

1. O primeiro procedimento trata da Identificação e da Análise Qualitativa¹⁰ dos Riscos de Projeto e foi desenvolvido com base na metodologia empregada pelo software RMIP® (Risk Management Interactive Process)¹¹.
2. O segundo procedimento trata da determinação do nível de confiança com relação a eventos, estimativas e valores de variáveis do projeto, para suporte à tomada de decisão. Procedimento utilizado na Análise Quantitativa dos Riscos de Projeto. No processo proposto, emprega-se como ferramenta a técnica de simulação de Monte-Carlo através da utilização de planilhas eletrônicas.

Finalmente, com base nas revisões sobre os processos de gerenciamento de risco, será proposto um conjunto de cuidados e precauções que devem ser tomados para a implantação dos processos para Análise de Decisão e Gerenciamento de Riscos em projetos.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

¹⁰ Tendo em vista a multiplicidade de definições destes conceitos (Análise Qualitativa e Análise Quantitativa) entre os vários autores, eles serão esclarecidos e conceituados no capítulo 2.

Conceitos de Gerenciamento de Risco e Análise de Decisão.

¹¹ RMIP® é marca registrada da MIT Consultants (Management & Information Technology) da França. Site www.mitconsultants.com A utilização e adaptação do processo para esta dissertação foram autorizadas pela empresa.

Para sua apresentação, o restante do texto do trabalho foi dividido em capítulos com os seguintes conteúdos:

- ♦ **Capítulo 2 Conceitos de Gerenciamento de Risco e Análise de Decisão** – São revistos neste capítulo os principais conceitos e metodologias relacionados com o gerenciamento de risco em projetos e algumas das principais técnicas empregadas na análise de decisão, em particular a simulação de Monte-Carlo.
- ♦ **Capítulo 3 Proposta de Sistemática para Avaliação de Riscos** – Apresentam-se neste capítulo as sistemáticas propostas para a realização da Identificação, Análise Qualitativa e Quantitativa dos Riscos de Projeto.
- ♦ **Capítulo 4 A Aplicação em Casos Reais** – Neste capítulo, mostra-se o resultado da aplicação da sistemática proposta em partes de alguns projetos reais.
- ♦ **Capítulo 5 Análise dos Resultados** – Analisa-se e discute-se, neste capítulo, os resultados da aplicação da sistemática proposta. Com base nestas análises, apresentam-se também algumas recomendações referentes à implantação de processos de gerenciamento de risco.
- ♦ **Capítulo 6 Conclusão**

2 CONCEITOS DE GERENCIAMENTO DE RISCO E ANÁLISE DE DECISÃO

Apresenta-se neste capítulo uma revisão dos principais conceitos e processos relacionados com o gerenciamento de riscos em projetos e de algumas técnicas de apoio à tomada de decisão. Esses conceitos e processos servirão de base para os procedimentos a serem propostos para a realização das etapas iniciais do processo de gerenciamento de riscos em projetos.

2.1 RISCO DE PROJETO

O uso da palavra Risco em situações comuns do cotidiano provoca, em geral, alguma confusão quando se está tratando do tema em algum contexto específico como, por exemplo, o de gerenciamento de projetos. O texto abaixo, extraído de Smith e Merritt (2002, p. 5), ilustra esta situação:

Nos vários livros ou artigos sobre riscos, nós encontramos muita confusão sobre o gerenciamento de riscos, tendo como base diferentes interpretações dos vários termos envolvidos. Isto é compreensível, porque risco é uma palavra popular em nosso vocabulário do dia-a-dia. Entretanto, esta popularidade pode trabalhar contra nós quando estamos falando de gerenciar riscos em projetos, onde nós temos que ser muito mais precisos sobre o que estamos pensando.¹

Tendo em vista esta consideração, é importante que, inicialmente, se estabeleça qual é o entendimento corrente sobre a definição de Risco e, mais particularmente, no contexto do gerenciamento de projetos. Para isto, apresentam-se a seguir algumas definições propostas na literatura para essas questões.

Segundo Kerzner (1998), no início da aplicação das técnicas e conceitos de gerenciamento de projeto, as preocupações eram fortemente orientadas para os riscos de custo e cronograma. Este favoritismo ocorria porque se conhecia mais sobre custos e cronogramas do que sobre qualquer outro tipo de risco. Desde meados dos anos 80, as empresas reconheceram a necessidade de trabalhar com

¹ Tradução própria.

os riscos de outra forma, considerando seu impacto nos objetivos de escopo, custo, cronograma e qualidade.

Seguindo esta tendência, o PMI® (2004, p. 238) define: “**Risco de Projeto** é um evento ou condição incerta que, se ocorrer, terá um efeito positivo ou negativo sobre pelo menos um objetivo do projeto, como tempo, custo, escopo ou qualidade”. Essa definição é praticamente a mesma adotada por Hall e Hulett (2002, p. 5).

Dessa definição verifica-se que quando se trata de Risco de Projeto, dependendo do impacto que terá sobre os objetivos, um evento de risco pode ser classificado como:

- Evento Favorável → Oportunidade
- Evento Adverso → Ameaça (usualmente denominado como Risco)

Esta conceituação defendida pelo PMI® e por Hall e Hulett (2002, p. 5) deverá provocar uma mudança do conceito dos vários autores que tratam o Risco de Projeto apenas como uma ameaça aos objetivos do projeto. Muitos destes autores serão citados nos próximos parágrafos.

Para Kerzner (1998), Risco de Projeto deve ser entendido como uma combinação da probabilidade e da consequência de não se atingir um determinado objetivo do projeto. Considerando que um risco constitui a falta de conhecimento sobre os eventos que poderão ocorrer no futuro, ele sugere definir risco como um efeito acumulado que os eventos adversos poderiam ter sobre os objetivos do projeto. Segundo este autor, todo risco apresenta três componentes:

- Um evento (uma mudança inesperada);
- A probabilidade de ocorrência desse evento;
- O impacto desse evento (o montante arriscado).

Além desses componentes, Kerzner (1998) aponta as causas dos eventos de risco como outro elemento fundamental de um risco, cujo conhecimento é essencial para o seu gerenciamento.

Para Miguel (2002, p. 77), “cada risco pode ser decomposto numa causa e num efeito, sendo que a causa tem uma probabilidade e o efeito tem uma dimensão ou impacto”. Quando fala do impacto, ele se refere ao derradeiro impacto que o risco tem sobre os objetivos do projeto. Com relação à causa, ela pode ser devida a uma

incerteza de um evento ou à incerteza de uma estimativa. Incerteza de um evento é a incerteza acerca de algo no projeto, alguma variabilidade no que deveria acontecer. A incerteza de uma estimativa reflete a falta de informação concreta sobre algo dentro do projeto.

Pelos parágrafos acima se pode ver que enquanto Kerzner coloca a probabilidade de ocorrência do evento de risco como um dos componentes do risco, Miguel decompõe o risco em duas dimensões e atribui a probabilidade à causa do risco. Ambos consideram o risco como uma ameaça aos objetivos do projeto.

Para Smith e Merritt (2002), nos projetos para desenvolvimento de novos produtos, o Risco de Projeto pode ser conceituado como a possibilidade que um resultado indesejado ocorra – ou que um resultado desejado não ocorra – comprometendo o projeto.

Da mesma forma que a lei Sarbanes-Oxley considera risco como uma ameaça à habilidade de fazer negócios das empresas, Srhneier e Mirroli (1998) analisando os riscos empresariais e seu gerenciamento, definiram: “Risco é a possibilidade de alguma coisa dar errado. Fatores de risco são as condições que dão origem a essa possibilidade”. O Gerenciamento do Risco do Empreendimento (ERM - Enterprise Risk Management) é uma abordagem sistemática segundo a qual os fatores de risco e os programas de atenuação são considerados em relação ao negócio como um todo.

Pensando na utilização da simulação de Monte-Carlo para quantificar o risco, Goldman (2000) definiu risco como sendo uma situação de incerteza, que é uma possibilidade de perda, dano ou qualquer outro evento indesejado. Existem dois pontos a serem considerados quando da análise do risco: onde o risco se encontra; quão significativo ele é.

Em um dos primeiros e mais conhecidos livros a tratar dos riscos em projeto, Wideman (1992, p. I-3) afirma: “No contexto do Gerenciamento de Projeto, o Risco de Projeto é definido como: Risco de Projeto é o efeito cumulativo das chances da ocorrência de uma incerteza adversa que afetará os objetivos do projeto”.² Para melhor caracterizar, continuou: “Em outras palavras, ele é o grau de exposição a

² Tradução própria.

eventos negativos e suas prováveis consequências sobre os objetivos do projeto, expresso em termos de escopo, qualidade, prazo e custo”.³

Embora expressas de maneiras distintas, as diversas definições apresentadas acima mostram que há certa convergência no entendimento sobre o que está envolvido no termo Risco de Projeto e quais são os principais elementos que caracterizam estes riscos. Essa concordância é particularmente alta quando se consideram apenas os eventos adversos aos objetivos dos projetos, que são aqueles para os quais o foco deste trabalho está dirigido.

Em síntese, neste trabalho de acordo com o PMI®, Risco de Projeto, ou simplesmente Risco, será considerado com sendo um evento ou condição incerta que, se ocorrer, terá um efeito negativo sobre pelo menos um objetivo do projeto, como escopo, prazo, custo ou qualidade.

Além dessa definição, será considerado, também, de forma alinhada com os conceitos propostos pelo PMI® (2004), que todo risco é caracterizado por três fatores, também chamados de componentes, a saber:

- ✓ **Um Evento** – é a variabilidade do que deveria acontecer (está relacionada com as variações das métricas de controle do projeto) ou a incerteza sobre estimativas, que poderá afetar um ou mais objetivos (de escopo, custo, prazo e/ou qualidade) do projeto;
- ✓ **Probabilidade deste Evento ocorrer** – é a medida da probabilidade de ocorrência do evento;
- ✓ **Consequência/Montante Arriscado** – é o valor da consequência sobre os objetivos do projeto se o evento ocorrer.

Para tentar colocar certa ordem nesta terminologia a partir deste ponto sempre que for utilizada a palavra **risco** estará sendo referenciado um **evento** que se ocorrer poderá afetar negativamente um ou mais objetivos do projeto.

Seguindo Kerzner (1998, p. 885), a avaliação do impacto do risco será feita empregando-se o modelo baseado no conceito matemático do Valor Esperado (EV – Expected Value). Por este modelo, define-se impacto do risco pela seguinte expressão:

³ Tradução própria.

Impacto do Risco = Probabilidade do evento ocorrer x montante arriscado

2.2 GERENCIAMENTO DE RISCOS EM PROJETOS

A forma de comportamento perante o risco encontrada nas organizações depende basicamente da cultura da organização. É comum que os “bombeiros” (aqueles que passam os dias somente resolvendo problemas) sejam tratados como heróis e até premiados pelos seus atos, em detrimento daqueles que planejam e diminuem as crises dentro dos projetos.

Este aspecto cultural foi citado por Smith e Merritt (2002, p. 11): “[...] identificado nos Estados Unidos da América pelo Professor Robert Hayes que, escrevendo para a Harvard Business Review de Julho-Agosto de 1981, observou que, para os Gerentes americanos, ‘Crises são o que tornam o trabalho divertido. Para os Gerentes japoneses, crises são evidências de falhas’.”⁴

Analisando a crescente preocupação com as conseqüências dessas falhas, Bernstein (1997) comenta que na engenharia, medicina, ciência, nas finanças, nos negócios e mesmo no governo, decisões que afetam a vida de todos são agora tomadas segundo procedimentos disciplinados que superam de longe os métodos empíricos do passado. Muitos erros de julgamento catastróficos são, assim, evitados, ou suas conseqüências são atenuadas.

No ambiente de gerenciamento de projetos, também foram implantados procedimentos disciplinados, buscando controlar os riscos nos projetos. Este conjunto de procedimentos é conhecido como Gerenciamento de Riscos.

Para Hall e Hulett (2002, p. 6) “[...] Gerenciamento de Riscos é a arte e a ciência de planejamento, avaliação (identificação e análise), desenvolvimento e monitoração de ações sobre os eventos futuros para assegurar resultados favoráveis ao projeto”.³ O sentido de arte está relacionado ao gerenciamento de pessoas e o de ciência à utilização de processos e metodologias.

⁴ Tradução própria.

Os processos de gerenciamento de riscos foram desenvolvidos para atender muito mais do que apenas identificar os riscos; eles também quantificam as consequências dos riscos em função do impacto que terão sobre os objetivos do projeto. A saída deste processo é um risco que pode ser **aceitável** ou **inaceitável**. A aceitação ou não aceitação de um risco é normalmente dependente do nível de tolerância ao risco pelos stakeholders⁵. Antigamente, os riscos em projetos eram tratados como ‘fazendo parte da vida do projeto’. Hoje, o gerenciamento de riscos é parte integrante do ‘fazer negócios’ nas empresas; ele traz o foco para o futuro, que é onde as incertezas continuamente surgem.

Kerzner (1998, p. 871) define o Gerenciamento de Riscos como “[...] um processo de identificação e mensuração dos riscos, desenvolvimento e seleção das opções de gerenciamento para controle destes riscos”.⁶ Gerenciar os riscos significa controlar os possíveis eventos futuros, isto é, uma ação pró-ativa e não reativa.

Já o PMI® (2004, p. 237) não procura mais definir o que é o gerenciamento de riscos, mas apenas informar que “O gerenciamento de riscos do projeto inclui os processos que tratam da realização de identificação, análise, respostas, monitoramento e controle e planejamento do gerenciamento de riscos em um projeto; [...]”.

Na área de desenvolvimento de software, o NIST⁷ preparou um documento sobre gerenciamento de riscos nos projetos de informática em que Stoneburner, Goguen e Feringa (2001, p. 1) definem desta forma o risco e seu gerenciamento: “Risco é um impacto líquido negativo resultante do exercício de uma vulnerabilidade, considerando a probabilidade e o impacto da ocorrência. Gerenciamento de Riscos é o processo de identificação, avaliação e desenvolvimento de ações para reduzir os riscos a um nível aceitável”.⁶

Para projetos de desenvolvimento de novos produtos, Smith e Merritt (2002) consideram que o gerenciamento de riscos é uma atividade pró-ativa de identificação e controle dos resultados indesejados do projeto. Estes autores

⁵ O PMI® no PMBOK® 3. ed. define Stakeholder / Partes Interessadas como: Pessoas e organizações, como clientes, patrocinadores, organizações executoras e o público, que estejam ativamente envolvidas no projeto ou cujos interesses possam ser afetados de forma positiva ou negativa pela execução ou término do projeto. Elas também podem exercer influência sobre o projeto e suas entregas.

⁶ Tradução própria.

⁷ NIST – National Institute of Standards and Technology do U.S. Department of Commerce

consideram que o processo de gerenciamento de riscos possui os seguintes cinco passos fundamentais:

1. **Identificação dos Riscos** – identifica todos os possíveis riscos que poderiam ocorrer;
2. **Análise dos Riscos** – determina quais as causas dos riscos, qual o montante arriscado e as probabilidades de ocorrências;
3. **Mapear e Priorizar os Riscos** – determina quais riscos são prioritários no processo;
4. **Solucionar os Riscos** – desenvolve respostas aos riscos prioritários;
5. **Monitorar os Riscos** – regularmente monitora o que está acontecendo no projeto em termos dos riscos, se as respostas foram adequadas, se novos riscos surgiram etc.⁸

Seguindo uma linha similar, Wideman (1992) define o Gerenciamento de Riscos como um processo sistemático de identificação, análise, desenvolvimento de respostas e controle dos riscos de projeto, durante o seu ciclo de vida e nos interesses de seus objetivos (de escopo, custo, prazo e qualidade), compreendendo as seguintes fases⁹ ou processos:

- ✓ **Identificação dos Riscos** – examinar a situação, identificar e classificar os riscos e suas causas;
- ✓ **Análise dos Riscos (Qualitativa e Quantitativa)** – efetuar a Análise Qualitativa dos riscos para determinar os prioritários; calcular (Análise Quantitativa) a probabilidade de ocorrência, a consequência e o impacto dos riscos;
- ✓ **Desenvolvimento de Respostas aos Riscos** – desenvolver, avaliar e implementar medidas para reduzir a probabilidade ou controlar os riscos, principalmente atuando sobre as causas;
- ✓ **Controle dos Riscos** – monitorar as causas e os riscos, assegurar a execução do plano de gerenciamento dos riscos e documentar as lições aprendidas.

Para efeitos deste trabalho, será adotado este modelo de Wideman como representativo do processo de gerenciamento de riscos em projetos. Dos cinco processos listados, a Identificação e a Análise Qualitativa são fundamentais, pois a

⁸ Tradução própria

⁹ O **PMI**[®] no **PMBOK**[®] 3. ed. divide o Gerenciamento de Riscos em 6 processos: Planejamento do Gerenciamento de Riscos, Identificação de Riscos, Análise Qualitativa de Riscos, Análise Quantitativa de Riscos, Planejamento de Respostas a Riscos, Monitoramento e Controle de Riscos.

efetividade dos outros processos depende de uma boa execução destes em primeiro lugar.

Uma visão geral desses processos encontra-se na Figura 2.1 a seguir.

Figura 2.1 – Processos do gerenciamento de riscos
 Fonte – Adaptado de Wideman (1992)

Uma análise mais detalhada desses processos principais será feita mais adiante. Antes, serão apresentadas e discutidas algumas características e aspectos gerais, importantes, envolvidos no gerenciamento de risco.

2.3 ASPECTOS IMPORTANTES RELATIVOS AO GERENCIAMENTO DE RISCOS EM PROJETOS

No tratamento dos riscos em projetos, Smith e Merritt (2002) lembram que existem três aspectos importantes a serem considerados: a perda, o tempo, a incerteza.

A perda é a consequência ou efeito indesejado de um risco e é também conhecida como montante arriscado. A ocorrência de um risco sempre envolve a possibilidade de perda de alguma coisa. Os riscos são gerenciados para que o projeto não sofra determinadas perdas, mesmo que elas sejam uma possibilidade bem pequena.

O tempo é um aspecto decisivo quando se pensa em riscos. O risco é temporal. Dependendo de quando ele ocorrer, o projeto poderá ou não ser afetado. O “quando ele ocorrer” dependerá de quando algumas das causas do risco possam ocorrer, pois são elas as deflagradoras de um risco. Uma greve na alfândega antes da retirada da mercadoria faz um risco virar um problema. Porém, se a greve ocorrer após a retirada da mercadoria, nenhuma consequência haverá para o projeto.

A incerteza é uma característica inerente a todo risco. Um risco poderá ou não ocorrer durante a vida do projeto e somente existirá certeza quando ele ocorrer ou deixar de ser um risco. As incertezas de um projeto não podem ser eliminadas completamente, somente reduzidas a um grau considerado tolerável, ou seja, o gerenciamento de riscos não pode garantir que não haverá surpresas durante a vida do projeto, mas pode, freqüentemente, reduzir as incertezas mediante as seguintes ações:

- Estimar a probabilidade de ocorrência do risco;
- Avaliar as consequências e identificar alternativas caso o risco ocorra;
- Determinar quais são as causas que podem fazer o risco ocorrer, isto é, os fatores que influenciam o montante arriscado e/ou a probabilidade de ocorrência do risco.

Essa última ação de determinação das causas que poderão fazer com que o risco ocorra tem uma importância fundamental no processo de gerenciamento de riscos, pois é atuando sobre elas que se podem aumentar as chances de sucesso do projeto.

Durante a execução do projeto, podem coexistir causas internas e externas a ele. Normalmente, as causas internas estão sob controle do Gerente de Projeto, podendo, portanto, ser gerenciadas. São aquelas devidas à incerteza da ocorrência de um evento relacionado à métrica de controle do projeto ou à incerteza de uma estimativa. Já as causas externas poderão ou não ocorrer independente da existência do projeto (fenômenos naturais, greves, mudanças de legislação etc.); logo, não podem ser gerenciadas e normalmente a atuação é de proteção contra as consequências.

Enquanto não conseguirmos distinguir um acontecimento realmente aleatório de outro resultante de causa e efeito, jamais saberemos se o que vemos é o que obteremos, nem como obtivemos aquilo que obtivemos.

Quando corremos um risco, apostamos em um resultado que será consequência de uma decisão que tomamos, embora não saibamos ao certo qual será o resultado. A essência da administração do risco está em maximizar as áreas onde temos certo controle sobre o resultado, enquanto minimizamos as áreas onde não temos absolutamente nenhum controle sobre o resultado e onde o vínculo entre efeito e causa está oculto de nós. (BERNSTEIN, 1997, p. 337).

Para Wideman (1992), o processo de gerenciamento de riscos depende do desenvolvimento do modelo matemático que tenha foco sobre os atributos críticos do risco, principalmente as causas. O desenvolvimento desse modelo deve atender a dois importantes objetivos. O primeiro é o de ajudar na quantificação do impacto do risco sobre os objetivos do projeto para que seja possível comparar o impacto contra outros riscos e seus planos de respostas e assim decidir quais merecem atenção. O segundo é o de mostrar todas as causas prioritárias que poderão desencadear os riscos para que sejam formulados planos efetivos de ataque.

No momento da elaboração desse modelo de risco de projeto, Wideman (1992) aponta algumas premissas básicas para sua construção, que devem ser consideradas para que o gerenciamento de riscos possa ser executado em harmonia com estratégia da organização:

1. **Riscos e Oportunidades são interdependentes.** Normalmente, em um projeto, o que é ameaça para um Stakeholder é oportunidade para outro. Portanto, deve-se ter um esforço sistêmico e contínuo na identificação dos riscos para que no momento da decisão sobre as alternativas tenha-se o conhecimento dos afetados;
2. **Evoluem ao longo do tempo e em cada fase demandam respostas distintas.** Riscos novos aparecem, riscos desaparecem, o impacto do risco não foi o esperado, as causas se modificaram; portanto, quanto mais cedo forem identificados e controlados, o seu gerenciamento terá mais opções e será mais eficaz;
3. **A percepção e a aceitação dos riscos variam entre organizações e pessoas.** Para tanto, é necessário que se conheçam as técnicas e a política de tomada de decisão da organização e seu comportamento perante o risco.

Para Smith e Merritt (2002, p. 63) [...]: “A chave do sucesso no gerenciamento dos riscos é não gerenciar os riscos em si, mas preferivelmente os fatos que levaram

você acreditar que o risco irá ocorrer”.¹⁰ Estes fatos são conhecidos como causas ou condutores do risco (*risk drivers*, em inglês). Uma causa de risco é alguma coisa no ambiente do projeto que faz acreditar que um determinado evento de risco irá ocorrer.

Smith e Merritt (2002) consideram que a metodologia de gerenciamento de riscos depende do desenvolvimento do modelo de risco que tenha foco sobre os atributos críticos do risco (as principais causas). Este modelo atende a dois importantes objetivos. Primeiro, ajuda na quantificação do impacto do risco – assim pode-se comparar contra outros riscos e decidir quais riscos merecem atenção; segundo, ele coloca o Gerente de Projeto perante as causas, o que permite que ele possa formular planos efetivos para atacá-las.

Esta forma de trabalho em projetos foi durante muito tempo conhecida como a determinação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS).

Diretamente relacionada com a questão de elaboração de um modelo de risco do projeto, embora de forma não explícita, o PMI® (2004) sustenta que a eficiência no gerenciamento de riscos em um projeto está baseada em dois documentos fundamentais para qualquer metodologia de gerenciamento de projetos: a **WBS (Working Breakdown Structure)**¹¹ ou EAP (Estrutura Analítica do Projeto); e a **RBS (Risk Breakdown Structure)**¹² ou EAR (Estrutura Analítica dos Riscos).

Para o PMI® Project Team (2001), a WBS é o escopo do projeto decomposto em partes que possam ser gerenciadas (a soma das partes leva ao todo). A quantidade de níveis deste desdobramento depende da maturidade e experiência do Gerente de Projeto, do tipo e tamanho do projeto, mas sempre deverá apresentar as seguintes características:

- É a representação de todo o trabalho que será executado e este trabalho é tangível/mensurável;

¹⁰ Tradução própria.

¹¹ O PMI® no **PMBOK**® 3. ed. define **WBS/EAP** como: Uma decomposição hierárquica orientada à entrega do trabalho a ser executado pela equipe do projeto para atingir os objetivos do projeto e criar as entregas necessárias. Ela organiza e define o escopo total do projeto. Cada nível descendente representa uma definição cada vez mais detalhada do trabalho do projeto. A EAP é decomposta em pacotes de trabalho.

¹² O PMI® no **PMBOK**® 3. ed. define **RBS/EAR** como: Uma representação organizada hierarquicamente dos riscos identificados do projeto ordenados por categoria e subcategoria de risco, que identifica as diversas áreas e causas de riscos potenciais.

- É organizada em uma estrutura hierárquica;
- Cada elemento da WBS representa um simples resultado tangível/mensurável que é conhecido como entrega (*deliverable*)¹³;
- Apresenta as entregas (*deliverables*) decompostas até o nível que mostra logicamente como elas serão produzidas;

Interpretando-se a definição de risco de projeto para uma forma mais simples e direta, pode-se dizer: Risco de Projeto é não fazer aquilo que deveria ser feito, não produzir o que deveria ser produzido ou não entregar o que deveria ser entregue. Sendo assim, o último nível da WBS, chamado de entrega (*deliverable*), é o local onde os riscos deverão ser identificados e controlados.

O PMI® Project Team (2001, p. 16) considerou que: “Riscos de Projeto estão relacionados com a probabilidade de ocorrência de eventos favoráveis ou adversos que afetam os objetivos do projeto [...] A forma de decomposição da WBS ajuda na identificação e mitigação dos riscos”.¹⁴ E concluiu que, como os impactos dos riscos podem afetar vários elementos da WBS, seria prudente que o Gerente de Projeto executasse uma análise de impacto contra todos os elementos da WBS.

No entanto, sem o apoio de qualquer ferramenta para ajudar na identificação dos riscos, este processo se torna demorado e não produzirá mais do que uma lista dos riscos, que seria de difícil entendimento e gerenciamento, como observou Hillson (2002).

Para ajudar na identificação dos riscos na WBS de um projeto, Hillson (2002) apresentou o conceito da RBS cujo objetivo é auxiliar o Gerente de Projeto no entendimento e distribuição dos riscos no projeto, e no seu efetivo gerenciamento.

A **RBS**, também conhecida como **Checklist de Causas de Riscos**, é definida por Hillson (2002, p. 2) como “Um grupo estruturado hierarquicamente de causas de riscos em projetos que organiza e define a total exposição de risco do projeto. Cada nível descendente representa um detalhamento na definição das causas de riscos nos projetos”.¹⁴ Para cada empresa, em particular, esta estrutura hierárquica pode ser criada através de um processo formal de lições aprendidas e irá mostrar como

¹³ *Deliverable* não é obrigatoriamente uma entrega para o Cliente/Usuário do projeto; também é conceituado como algo ou resultado de um trabalho que será utilizado pelo próximo nível de controle da WBS.

¹⁴ Tradução própria.

ela classifica as causas dos riscos que ocorreram nos projetos sendo que, no último nível da estrutura, poderão ser encontradas todas as causas conhecidas de riscos nos projetos da empresa.

Na figura 2.2 a seguir, mostra-se um exemplo genérico de RBS.

Figura 2.2 – Modelo genérico de RBS

2.4 PRINCIPAIS PROCESSOS DO GERENCIAMENTO DE RISCOS

2.4.1 A Identificação dos Riscos

Risco é um problema que ainda não ocorreu; portanto, pode ser gerenciado. Eventos que com certeza irão ocorrer não são considerados riscos e sim problemas. É muito comum durante o processo de identificação dos riscos que um grande número de problemas seja identificado como risco. Isso somente atrapalha e cria muita confusão, pois problema tem que ser resolvido, enquanto que os riscos podem ser gerenciados atuando-se sobre as causas.

A Identificação dos Riscos é o processo pelo qual se procura determinar quais deles poderão afetar o projeto e documentar suas características. Kerzner (1998) considera que existem vários métodos para identificar os riscos, mas prática comum é após a identificação classificá-los de acordo com as causas, porque é controlando as causas que se consegue controlar os riscos.

O processo de Identificação dos Riscos examina o projeto, utilizando a WBS com apoio da RBS para obter uma lista dos riscos que, normalmente, serão classificados, segundo Wideman (1992), em:

- Riscos de Negócio (Business Risk) – em que existe a chance de ganhar ou de perder;
- Riscos Puros (Pure Risk ou Insurable Risk) – em que somente existe a chance de perder.

Esta classificação serve também para ilustrar que até o próprio Wideman gera alguma confusão sobre os conceitos, pois ele próprio, Wideman (1992, p. I-3), definiu Risco de Projeto como “[...] ele é o grau de exposição a eventos negativos e suas prováveis conseqüências sobre os objetivos do projeto, expresso em termos de escopo, qualidade, prazo e custo”¹⁵.

Um Gerente de Projeto será sempre cobrado e avaliado por atingir os objetivos básicos para os quais a função existe. Como é mostrado na Figura 2.3, ele tem que entregar o Escopo encomendado, no Prazo estipulado, com o Custo orçado e com a Qualidade que o Cliente solicitou. Portanto, a base para a identificação dos riscos do projeto é esta – ou seja, risco em uma visão macro é não entregar o Escopo solicitado, no Prazo, no Custo e com a Qualidade prevista.

Figura 2.3 – Objetivos do gerenciamento de projeto

Para Miguel (2002, p. 65), “Somente através do reconhecimento e apreciação integral dos riscos existentes, é possível compreender e tratar os potenciais problemas e dificuldades”. A identificação dos riscos procura transformar as

¹⁵ Tradução própria

incertezas do projeto em riscos bem definidos (tangíveis), que podem ser descritos e medidos.

Analisando o processo de identificação dos riscos, Grey (2003) constatou que a expressão popular 'você não gerencia aquilo que você não mede' é o mínimo que se pode falar quando o pensamento é gerenciar os riscos de um projeto.

A atividade de identificação dos riscos envolve a consideração e o registro das condições que podem deflagrar o evento de risco, bem como uma descrição breve das conseqüências prováveis. O objetivo é obter-se uma descrição concisa do risco que possa ser facilmente compreendida e que permita a tomada de ações concretas e eficazes. Normalmente, esse processo é executado através de reuniões, utilizando-se de diversos métodos. No PMI® (2004) encontram-se alguns dos métodos mais utilizados, tais como:

- **Brainstorming.** A meta do brainstorming é obter uma lista abrangente de riscos do projeto. A equipe do projeto normalmente realiza o brainstorming, freqüentemente com um conjunto multidisciplinar de especialistas que não fazem parte da equipe. Idéias sobre o risco do projeto são geradas sob a liderança de um facilitador. As categorias de risco como uma estrutura analítica dos riscos, podem ser usadas como uma referência. Em seguida, os riscos são identificados e categorizados por tipo de risco e suas definições são refinadas.
- **Técnica Delphi.** A técnica Delphi é um meio de alcançar um consenso entre especialistas. Nesta técnica, os especialistas em riscos de projetos participam anonimamente. Um facilitador usa um questionário para solicitar idéias sobre os riscos importantes do projeto. As respostas são resumidas e então redistribuídas para os especialistas para comentários adicionais. O consenso pode ser alcançado após algumas rodadas desse processo. A técnica Delphi ajuda a reduzir a parcialidade nos dados e evita que alguém possa indevidamente influenciar o resultado.
- **Identificação da causa-raiz.** Esta é uma investigação das causas essenciais dos riscos de um projeto. Ela refina a definição do risco e permite o agrupamento dos riscos por causas. É possível desenvolver respostas a riscos eficazes se a causa-raiz do risco for abordada.

- **Análise dos pontos fortes e fracos, oportunidades e ameaças (SWOT).**
Esta técnica garante o exame do projeto de cada uma das perspectivas da análise SWOT, para aumentar a amplitude dos riscos considerados:

O que está bom ou ruim hoje? → Pontos positivos (Strengths) e Pontos Negativos (Weaknesses);

O que poderá estar bom ou ruim no futuro? → Oportunidades (Opportunities) e Ameças (Threats).

Para Smith e Merritt (2002), o sucesso de uma reunião de identificação dos riscos depende, em grande parte, da escolha de um ‘facilitador’ habilitado na condução da tarefa. Cada participante da reunião precisa conhecer a sistemática de gerenciamento dos riscos, os processos de levantamento de informações e principalmente os conceitos, termos e definições para que as discussões tenham foco.

No processo de identificação dos eventos de risco, a equipe deverá manter o foco na obtenção das seguintes informações para cada evento selecionado:

1. Descrição sucinta e clara do Risco;
2. Identificação em qual item da WBS ele foi encontrado;
3. Identificar de que forma o Risco será medido¹⁶;
4. Identificar as conseqüências do Risco;
5. Ter certeza de que as conseqüências do Risco poderão ser quantificadas;
6. Identificar a freqüência (períodos, datas) da ocorrência do Risco;
7. Descrição de todas as causas que poderiam deflagrar este Risco.

O resultado desse processo será uma lista de riscos identificados com todas as suas características documentadas. Como os riscos são identificados no nível de controle da WBS, em alguns projetos poderão ser identificadas centenas ou até milhares de

¹⁶ Medir um risco é fundamental para saber se ele está para ocorrer ou não. É como o termômetro para medir a temperatura do corpo humano. Este é um dos mais difíceis itens a serem levantados no processo de identificação dos riscos. Normalmente, cada metodologia tem sua forma de medir os riscos. Aquela utilizada nesta dissertação será mostrada no Capítulo 3.

riscos. Se todos estes riscos fossem alvos de atenção, provavelmente o projeto acabaria e a decisão de como atuar sobre eles ainda não estaria pronta.

Para solucionar esse problema, utiliza-se o processo de Análise Qualitativa.

2.4.2 A Análise Qualitativa dos Riscos

No processo de gerenciamento de riscos, quanto mais riscos forem identificados, completamente analisados e monitorados, maior será o custo do gerenciamento. Para que isso não se torne uma prática inviável, após a identificação dos riscos, utilizam-se as técnicas da Análise Qualitativa dos Riscos, com o objetivo de priorizá-los e de se determinar o conjunto de riscos que merecem atenção naquele momento.

Segundo Royer (2000), no mundo real do gerenciamento de projeto, não existe dinheiro, tempo ou recursos para tratar todos os riscos. Portanto, o Gerente de Projeto precisa escolher quais riscos merecem atenção. Para permitir que isso aconteça, é importante desenvolver uma forma objetiva de classificação dos riscos e estabelecimento de prioridades.

Para o PMI® (2004, p. 249), “A análise qualitativa de riscos avalia a prioridade dos riscos identificados usando a probabilidade deles ocorrerem, o impacto correspondente nos objetivos do projeto [...]”.

A quantificação dos riscos¹⁷, a identificação e valoração das respostas aos riscos serão efetuadas sobre os riscos priorizados pelo processo de análise qualitativa.

Miguel (2002, p. 77) considera que “a atividade de avaliação dos riscos envolve o processo de analisar detalhadamente os riscos, por forma a determinar o seu alcance, o modo como se relacionam entre si e quais são os mais importantes”.

¹⁷ O PMI® no PMBOK® 3. ed. define **Análise Quantitativa de Riscos** como: O processo de analisar numericamente o efeito dos riscos identificados nos objetivos gerais do projeto. A análise quantitativa de riscos é realizada nos riscos que foram priorizados pelo processo de análise qualitativa de riscos por afetarem potencial e significativamente as demandas conflitantes do projeto

Como foi mostrado anteriormente, o risco é caracterizado por três fatores – Um Evento (o que poderá acontecer e afetará um ou mais objetivos do projeto); A Probabilidade de Ocorrência do Evento; A Consequência ou Montante Arriscado, que é o valor envolvido se o risco ocorrer.

A probabilidade de ocorrência do risco e o montante arriscado estão intimamente relacionados com as causas do risco. As causas, que atuando sobre determinado item da WBS, impedirão (variabilidade de um evento) que aquela entrega (*deliverable*) seja executada e, como consequência, determinados objetivos do projeto não sejam atingidos, têm possibilidades diferentes de ocorrerem, e seus impactos também o serão. Devido a uma determinada causa, podem ocorrer alguns dias de atraso que terão um determinado valor; devido à outra causa, podem ocorrer muitas contratuais; por outra causa, pode-se ter que fazer novos investimentos etc. Portanto, o montante arriscado será a somatória dos vários impactos produzidos pelas causas e a ocorrência do risco dependerá das possibilidades de ocorrência das várias causas.

Quando se fala de probabilidade e montante arriscado, é necessária uma distinção entre valores qualitativos e quantitativos. A análise qualitativa é baseada em uma escala nominal e descritiva para a probabilidade e o montante arriscado, enquanto que a análise quantitativa utiliza escalas numéricas e de valor para este fim. A Figura 2.4 a seguir esclarece a diferença entre estas abordagens.

	Probabilidade	Montante Arriscado
Forma Quantitativa	10% ou 30% ou 70%	100k ou 500k ou 900k
Forma Qualitativa	Baixa ou Média ou Alta	Baixo ou Médio ou Alto

Figura 2.4 – Exemplo de forma qualitativa e quantitativa de mensuração dos riscos

Para Grey (2003), os métodos existentes para efetuar a análise qualitativa normalmente estão dentro de um destes três grupos:

- Método baseado em problemas potenciais, o conhecido método do ‘E se...’. Através desse questionamento, gera-se uma lista sobre o que poderá dar errado no projeto em termos técnicos, comercial, gerencial etc.
- Método baseado na ponderação sobre um questionário. Consiste em verificar se determinado fator é aplicável ao projeto e assinala-se uma

pontuação de modo a determinar o quanto de negativo será sua influência sobre os objetivos do projeto. A somatória de todos os pontos será a pontuação total de risco do projeto.

- Método mensurável que ajuda a representar a probabilidade e o impacto dos riscos sobre os objetivos do projeto.

Seja qual for o método utilizado, como observou Wideman (1992), o processo de Análise Qualitativa tem como objetivo:

1. Melhorar o entendimento do projeto como um todo através do questionamento do que poderá acontecer (variações nas métricas de controle) com cada entrega (*deliverable*) da WBS e seu impacto nos objetivos do projeto;
2. Identificar alternativas viáveis para a execução do projeto;
3. Fazer com que as incertezas e os riscos sejam adequadamente considerados e sistematicamente revistos;
4. Através dessa análise, estabelecer as implicações sobre os objetivos do projeto.

A execução do processo de Análise Qualitativa traz ao seu final uma série de benefícios para o projeto:

- Uma grande quantidade de informação estará disponível, durante o planejamento do projeto, para a tomada de decisão. Por exemplo, estimativas da incerteza sobre o desempenho do projeto;
- Os objetivos do projeto poderão ser revistos e melhorados;
- Melhoria na comunicação entre os membros do projeto e os interessados (stakeholders);
- Confiança de que as implicações das incertezas e riscos foram analisadas e incorporadas aos planos do projeto;
- Redução da probabilidade que o projeto tenha um desempenho baixo seja pela identificação das fraquezas ou por uma atuação forte durante o planejamento;
- Aumento nas chances de sucesso do projeto.

Uma das ferramentas utilizadas para executar esta priorização dos riscos de projeto é a Matriz de Impacto dos Riscos ou também chamada de Matriz de Exposição ao Risco. Miguel (2002, p. 85) escreve que “a conjugação dos atributos de probabilidade de ocorrência e montante arriscado em uma matriz dá origem à denominada Matriz de Exposição ao Risco, instrumento utilizado na gestão dos riscos, pela simplicidade e visão de conjunto que propicia”.

Kendrick (2003) considera que a análise qualitativa dos riscos, com base na categorização da probabilidade e do impacto, proporciona uma grande visão do que é a severidade absoluta do risco.

Somente para exemplificar essa ferramenta de análise qualitativa, na Figura 2.5 encontra-se uma matriz documentando o que poderá acontecer (impacto) com alguns objetivos do projeto se um determinado risco ocorrer em um item da WBS.

EVOLUÇÃO DO IMPACTO DOS RISCOS NOS OBJETIVOS DO PROJETO					
Objetivos do Projeto	Muito Baixo 0,05	Baixo 0,1	Moderado 0,2	Alto 0,4	Muito Alto 0,8
Custos	Incremento Insignificante	<5% de Incremento	5 - 10% de Incremento	10 - 20% de Incremento	>20% de Incremento
Prazos	Atraso Insignificante	Atraso <5%	Atraso no Projeto <5-10%	Atraso no Projeto <10-20%	Atraso no Projeto >20%
Funcionalidade	Decréscimo não perceptível	Afeta algumas áreas	Afeta muitas áreas	Redução não aceita p/ Cliente	Rejeição pelo Cliente

Figura 2.5 – Exemplo do impacto de um risco sobre os objetivos do projeto
Fonte – Adaptado de PMI® (2004)

Com as informações dessa matriz, será montada a matriz de impacto de risco e efetuada uma análise da possibilidade de ocorrência do impacto (Muito Baixo, Baixo, Moderado, Alto, Muito Alto) com a probabilidade de sua ocorrência (de 0,1 a 0,9) conforme mostra a Figura 2.6. Com base nas melhores práticas e dependendo do local onde ficou a avaliação (faixa de cores ou valores das células) o risco considerado será priorizado.

MATRIZ DE PROBABILIDADE E IMPACTO					
Probabilidade	Risk Score				
0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
0,7	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
0,5	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40
0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08
	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
	Impacto				

Figura 2.6 – Exemplo da Matriz de Impacto dos Riscos
Fonte – Adaptado de PMI® (2004)

Normalmente, como subproduto da análise qualitativa dos riscos, obtém-se uma medida da chance de sucesso do projeto como um todo. Algumas metodologias chamam esta medida de nível de confiança, outras chamam simplesmente de Risco do projeto (diferente de **Risco de Projeto**, que é um evento futuro, este Risco é uma medida das chances de sucesso do projeto). Normalmente esta medida é expressa da seguinte forma:

- **Baixo Risco ou Alta Confiança** – Significa que existe uma alta chance de sucesso do projeto com o planejamento elaborado.
- **Risco Moderado ou Média Confiança** – Significa que existe um potencial médio de ocorrência de problemas que causarão impacto nos objetivos do projeto, mas, com esforço adicional, os problemas serão ultrapassados.
- **Risco Alto ou Baixa Confiança** – Significa que mesmo com esforço adicional ocorrerão impactos importantes nos objetivos de Escopo, Prazo, Custo e Qualidade.

2.4.3 A Análise Quantitativa dos Riscos

Kerzner (1998, p. 885) afirma: “O objetivo final do gerenciamento de riscos é a mitigação dos riscos, que é o ato de revisar os objetivos do projeto (Escopo, Prazo, Custos e Qualidade) de modo a reduzir as incertezas sem que haja um impacto significativo sobre estes objetivos”¹⁸. A mitigação requer que seja executada uma quantificação dos riscos identificados para se conhecer o impacto de cada um sobre os objetivos do projeto. Somente com o custo do impacto dos riscos frente aos custos dos planos de respostas é que uma decisão poderá ser tomada.

O principal resultado da execução da Análise Qualitativa é a obtenção de uma lista de riscos classificados como prioritários, dentro dos critérios que foram estabelecidos para o processo, que será a entrada do processo de Análise Quantitativa. Kendrick (2003) considera que as técnicas para a análise quantitativa

¹⁸ Tradução própria.

que utilizam mais rigor estatístico tais como valor esperado, árvore de decisão e simulação fazem mais do que apenas olhar para os riscos dentro do projeto, elas podem ser utilizadas para providenciar uma avaliação total desses riscos.

Quando os riscos identificados passam pelo processo de análise qualitativa e determinam-se quais são prioritários, está-se informando que existem algumas “causas – fatores de risco” que poderão ocorrer e isto poderá desencadear o surgimento de riscos que poderão comprometer um ou mais objetivos do projeto.

Para a tomada de decisão, é necessário que seja apresentado o custo se tudo ficar como está, ou seja, qual é o Impacto do Risco (lembrando **Impacto do Risco = probabilidade do evento ocorrer x montante arriscado**) e os custos das ações sobre as causas dos riscos. Essas ações sobre as causas que podem deflagrar os riscos são conhecidas como planos de respostas aos riscos.¹⁹

Para os vários cálculos necessários, a Análise Quantitativa irá utilizar como principal ferramenta as técnicas de Análise de Decisão descritas no próximo tópico, sendo a Simulação a principal delas.

2.5 A ANÁLISE DE DECISÃO

Neste trabalho, dentro do contexto de gerenciamento de projeto, o termo decisão será empregado com o seguinte significado: “Uma decisão é um compromisso com uma ação que se pretende que satisfaça às necessidades de negócio de um grupo particular, chamado de beneficiário daquela ação”.²⁰ (YATES, 2003, p. 24).

Quando se está diante de uma escolha ou decisão concebe-se, dependendo da importância da decisão, algumas vezes intuitivamente, outras de forma metódica, pensada e analisada, a estratégia a ser adotada. Segundo Bêrni (2004), esta estratégia nada mais é que uma concepção mental, um plano de uma seqüência de ações destinada a alcançar um determinado objetivo. Dentro do ambiente de

¹⁹ O PMI® no PMBOK® 3. ed. define **Planejamento de Respostas aos Riscos** como: O processo de desenvolvimento de opções e ações para aumentar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do projeto.

²⁰ Tradução própria.

decisão de um projeto, esta sequência de ações tanto poderá levar em conta, dependendo da forma como foi analisada, como poderá desprezar as alterações que cada ação provocará. Uma estratégia ou decisão a ser implementada nada mais é que uma norma que especificará o caminho que deverá ser seguido em qualquer das situações possíveis.

Pela natureza dos trabalhos executados em um projeto, constantemente são necessárias decisões, que se espera irão resolver problemas ou melhorar as oportunidades para a equipe do projeto e para a empresa empreendedora. Mas tomar boas decisões raramente é uma tarefa fácil. Avaliar todas as alternativas possíveis e escolher a melhor ação a ser tomada representa a essência da análise de decisão – este é seu objetivo, ajudar as pessoas a tomarem boas decisões. Porém, boas decisões nem sempre resultam em bons resultados; as técnicas ajudam que boas decisões sejam tomadas, mas não garantem que elas sempre levarão aos bons resultados. (RAGSDALE, 2001).

Para Anderson, Sweeney e Williams (2003), o processo de tomada de decisão envolve normalmente os seguintes passos:

1. Identificar e definir o problema/decisão a ser tomada;
2. Determinar as alternativas;
3. Determinar o critério ou critérios que serão usados para avaliar as alternativas;
4. Avaliar as alternativas;
5. Escolher uma alternativa.

Atualmente, a teoria de tomada de decisão é um ramo bem estabelecido do conhecimento humano. O método intuitivo de decisão, que é caracterizado por um razoável grau de subjetividade, está cada vez mais longe das decisões nas empresas e também do ambiente de desenvolvimento dos projetos. Os métodos utilizados hoje são chamados de objetivos, basicamente por utilizarem equações matemáticas a fim de orientar a tomada de decisão. A aplicação destes métodos depende do tipo de problema decisório que se enfrentará, ou seja, envolve uma decisão baseada na certeza ou na incerteza. (BÊRNI, 2004).

Kerzner (1998) divide a tomada de decisão em três categorias: certeza, risco e incerteza. Sendo:

- A decisão sob condição de certeza significa que toda a informação necessária para a tomada de decisão encontra-se disponível. Como exemplo, o conhecimento das taxas de juros de diversos bancos na escolha da melhor aplicação;
- A decisão sob risco ocorre quando não existe uma estratégia dominante e uma probabilidade precisa ser assinalada para cada situação;
- A decisão sob incerteza ocorre quando não existe uma estratégia dominante e não há condições de uma probabilidade ser assinalada para cada situação.

Não se considera esta uma boa classificação, já que provoca alguma confusão. O próprio Kerzner define risco como um evento futuro que poderá ocorrer em função das incertezas existentes no projeto.

Em um ambiente de incerteza, a variável de decisão depende do comportamento de outras variáveis cujo valor futuro é desconhecido. Como exemplo: a decisão de adquirir papéis com variação cambial para resgate em seis meses.

Através de Bernstein (1997), confirma-se que a capacidade de definir o que poderá acontecer no futuro com os diversos eventos do projeto e poder optar entre as várias alternativas é a habilidade central do Gerente de Projeto. Sem o domínio da teoria das probabilidades e de outros instrumentos de administração do risco, os gerentes de projetos tomarão decisões com base na intuição e o sucesso do projeto dependerá de uma simples palavra: sorte.

Dentro da disciplina de Análise de Decisão, surge um conflito, ou melhor, uma eterna discussão entre aqueles que afirmam que as melhores decisões se baseiam na quantificação e nos números dos padrões do passado, e os que baseiam suas decisões em graus de crença mais subjetivos sobre o futuro incerto.

Bernstein (1997) mostrou que a preocupação existente no momento quando se avaliam as alternativas de uma decisão é sobre quanto o passado determina o futuro. Não se consegue quantificar o futuro, por ser desconhecido, mas o passado,

sim, pode ser quantificado. A análise dos dados do passado traz a pergunta: Até que ponto pode-se confiar nos padrões do passado para prever o futuro?

Uma coisa é estudar as “lições aprendidas”²¹ dos projetos passados e estabelecer um modelo matemático que parece resolver todos os problemas futuros. Mas quando o projeto entra no seu dia a dia com as constantes tentativas e erros, correções e mudanças de escopo, e principalmente com as emoções e características dos seres humanos influenciando o projeto, modificando o ambiente, o modelo parece se tornar inútil rapidamente.

Os dados de experiências passadas em projetos ou quaisquer informações que se possa obter, para a tomada de decisão são apenas fragmentos de uma possível realidade. A qualidade dessas informações é fundamental no processo de generalização e previsão dos eventos no projeto. Mas nunca se terá ou se conseguirá obter todas as informações necessárias que levarão ao mesmo grau de confiança que se tem no resultado da soma de 2 com 2.

Durante o Ciclo de Vida do Projeto²², o que acontece realmente é uma série de eventos interligados, cada um normalmente dependente de outro, e a previsão do que poderá acontecer convergirá para uma inferência sobre o comportamento destes eventos. Foi graças aos trabalhos do reverendo Thomas Bayes²³ sobre o conceito de inferência estatística (O propósito da inferência estatística é fazer inferências sobre a população a partir da informação contida em uma amostra), utilizado no cálculo da probabilidade posterior, que hoje se utiliza amplamente a Análise de Decisão em condições de incerteza. (ANDERSON; SWEENEY; WILLIAMS, 2003).

Quando um Gerente de Projeto está diante de uma decisão a ser tomada, sua primeira preocupação é tentar medir a exatidão desta decisão, como se cada estimativa que fizesse sobre as variáveis envolvidas resultasse em uma medição

²¹ O PMI® no PMBOK® 3. ed. define a expressão *Lições Aprendidas* (do inglês *Lessons Learned*) como: A aprendizagem obtida no processo de realização do projeto. As lições aprendidas podem ser identificadas a qualquer momento. Também consideradas um registro do projeto, que será incluído na *base de conhecimento de lições aprendidas*.

²² O PMI® no PMBOK® 3. ed. define o termo Ciclo de Vida do Projeto (do inglês *Project Life Cycle*) como: Um conjunto de *fases do projeto*, geralmente em ordem sequencial, cujos nomes e quantidades são determinados pelas necessidades de controle da organização ou organizações envolvidas no projeto. Um ciclo de vida pode ser documentado com uma metodologia.

²³ Reverendo **Thomas Bayes (1702–1761)**. O Teorema de Bayes fornece um modo para combinar primeiro as probabilidades determinadas subjetivamente com as probabilidades obtidas por outros meios, para obter as probabilidades revisadas ou posteriores.

precisa e correta. Se isto fosse uma verdade, tudo estaria resolvido; mas acontece que, em projetos, semelhanças não são identidades. Projeto por definição é singular, único; portanto, nenhum dado histórico ou conhecimento específico é um exemplo perfeito da generalidade. Por isso, o principal objetivo não deve ser indicar a exatidão, mas o erro, ou seja, o nível ou grau de confiança na decisão que irá ser tomada.

A área do conhecimento que trata situações de incerteza é a Estatística, e a regressão a média, ou o valor esperado, é uma das técnicas utilizadas na análise dos riscos ou da confiança.

Anderson, Sweeney e Williams (2002) definem o Valor Esperado (Expected Value – EV) de uma decisão como sendo a média de todos os possíveis valores da distribuição amostral da variável de decisão x.

Existem duas maneiras de se calcular o EV de uma distribuição de probabilidades. Se a distribuição puder ser expressa por modelos matemáticos, uma maneira de se resolver é a solução de uma equação integral do tipo:

$EV = \int x \cdot p(x) dx$ onde $p(x)$ é um valor de uma função densidade de probabilidade de uma variável x. Como exemplo, a Figura 2.7 mostra a distribuição acumulada dos possíveis custos de um projeto.

Figura 2.7 – Exemplo de Curva de Distribuição Acumulada de Probabilidades

Fonte – Schuyler (1996)

Quando é utilizada uma distribuição discreta (Figura 2.8) o EV é calculado como a soma ponderada das probabilidades pelas possíveis saídas da decisão:

EV = $\sum x_i p(x_i)$ onde x_i são todos os valores possíveis da decisão e $p(x_i)$ são as probabilidades de ocorrência.

Segundo Ragsdale (2001), todos os problemas de análise de decisão possuem algumas características comuns:

Figura 2.8 – Representação do EV na forma discreta

1. A decisão envolve sempre, no mínimo, duas alternativas;
2. As alternativas são avaliadas com base no valor que elas adicionam a um ou mais critérios de decisão. Critérios de decisão representam fatores que são importantes para o tomador de decisão e são influenciados pelas alternativas;
3. O valor assumido pelos vários critérios de decisão sob cada alternativa depende dos comportamentos futuros dos eventos que não estão sob controle do tomador de decisão.

Os métodos para análise de uma decisão podem ser caracterizados como probabilísticos e não-probabilísticos, dependendo se é possível ou não assumir uma probabilidade para a ocorrência de um evento futuro que influenciaria a decisão.

Ragsdale (2001) classifica os métodos não probabilísticos mais conhecidos como:

- ✓ **Maximax**, que consiste em se determinar os ganhos máximos possíveis e então selecionar a alternativa com maior retorno;
- ✓ **Maximin**, que é um método que, de forma pessimista, assume que a natureza está sempre contra em qualquer decisão, portanto consiste em se escolher os mínimos ganhos para cada alternativa e então selecionar a alternativa maior dos mínimos;
- ✓ **Minimax Regret (Minimax Arrependido)**, que envolve o conceito de arrependimento ou oportunidade perdida, em que se calcula as perdas de cada possível decisão e escolhe-se a que tiver menor perda.

Já Anderson, Sweeney e Williams (2003) aprofundam o conceito da tomada de decisão sem o auxílio das probabilidades como sendo métodos apropriados nas situações em que o tomador de decisão tem pouca confiança na sua habilidade de determinar as probabilidades ou nos quais uma simples análise de melhor ou pior caso é desejada. Estes métodos podem ser classificados como:

- ✓ **Método Otimista** – avalia cada alternativa de decisão com foco no **melhor retorno** que poderá ocorrer. Dependendo do que se está avaliando, poderá ser o maior ou o menor valor. Quando utilizado para maximizar um resultado (ex.: lucro), este método é conhecido como **maximax**. Quando for utilizado para minimizar um resultado (ex.: custo) ele é conhecido como **minimin**;
- ✓ **Método Conservador** – avalia cada alternativa de decisão com foco no **pior retorno** que poderá ocorrer. A alternativa recomendada será aquela que representar o melhor dos piores retornos possíveis, ou seja, se o resultado for para maximizar (ex.: lucro), a alternativa escolhida será aquela que maximize os mínimos possíveis – **maximin**; se o resultado for para minimizar (ex.: custo), a alternativa escolhida será aquela que minimize os máximos possíveis – **minimax**;
- ✓ **Método Minimax Arrependido** – é um método de tomada de decisão que não é puramente otimista e nem conservador. Consiste em se estabelecer o valor/quantidade de cada alternativa, que poderá ser escolhida, e quando comparada com a alternativa de maior valor, se escolhe aquela que representa o mínimo dos máximos valores de arrependimento.

Para o desenvolvimento deste trabalho, será utilizado o método probabilístico de análise de decisão, baseado no Valor Esperado (EV) de uma decisão. O EV é também conhecido como Expected Monetary Value (EMV) quando transformado em valor financeiro. O cálculo do EV de uma decisão em um projeto pode ser feito com a utilização de diversas ferramentas, sendo, as seguintes, as mais comuns de serem encontradas:

- **Payoff Table**²⁴ – segundo Anderson, Sweeney e Williams (2003, p. 627), é uma tabela que mostra todas as combinações de alternativas de decisão de um problema. O resultado pode ser expresso na forma de lucro, custo, prazo, distância, ou qualquer outra medida que seja adequada para a análise de decisão. Um exemplo de uma Payoff Table é mostrado na Figura 2.9, para uma decisão entre escolher um guindaste grande e um guindaste médio.

PAYOFF TABLE						
	Guindaste Médio			Guindaste Grande		
	Probab.	Custo do Atraso	Valor	Probab.	Custo do Atraso	Valor
Sem Atraso	0,70	0	0	0,80	0	0
Atraso Longo	0,06	50.000	3.000	0,04	15.000	600
Atraso Médio	0,15	25.000	3.750	0,10	10.000	1.000
Atraso Pequeno	0,09	10.000	900	0,06	5.000	300
Expected Value			7.650			1.900
Aluguel do Guindaste			10.000			15.000
Total EMV			17.650			16.900

Figura 2.9 – Exemplo de uma Payoff Table

Fonte – Schuyler (1996)

- **Árvore de Decisão** – segundo Anderson, Sweeney e Williams (2003), é a representação gráfica do processo de decisão. Para Schuyler (1996) é um diagrama gráfico que representa e ajuda no cálculo do EV. A Figura 2.10

Figura 2.10 – Exemplo de Árvore de Decisão

Fonte – Schuyler (1996)

²⁴ Na análise de decisão, a consequência resultante de uma específica combinação de uma alternativa de decisão e um resultado associado àquela alternativa é conhecida como **Payoff**. (ANDERSON; SWEENEY; WILLIAMS, 2003, p. 661).

mostra uma Árvore de Decisão para o mesmo exemplo da escolha entre os guindastes.²⁵

Segundo Ragsdale (2001, p. 561), “[...] quando o EV de uma decisão é calculado de forma discreta, as incertezas que envolvem as variáveis independentes não são consideradas no modelo, pois se presume que os valores das variáveis independentes são os mais prováveis e certos. Este tipo de análise não nos diz nada sobre o comportamento destas variáveis nem sobre as possíveis conseqüências no desempenho do modelo”.²⁶

A maneira de levar em consideração essas avaliações é efetuar uma análise do nível de confiança no comportamento da variável independente no momento da decisão.

Existem várias técnicas para ajudar nesta análise. As três mais comuns são: **Análise do otimista/pessimista** (best-case/worst-case analysis); **Análise dos ‘E se!’** (What-if analysis); e **Simulação** (Simulation). De todas as três, a simulação é a técnica mais potente.

2.5.1 Simulação

Evans e Olson (2002) definiram a **Simulação** como sendo o processo de montagem de um modelo matemático ou lógico de um sistema ou problema de decisão para, executando-se (normalmente em computador) este modelo, obter-se um conhecimento do comportamento do sistema ou ajuda na solução do problema de decisão. Os dois elementos-chave nesta definição são o modelo e a execução do mesmo.

Eles consideram que a simulação é particularmente aplicável quando envolve um grande número de incertezas, as quais são difíceis de tratar com modelos analíticos tais como programação linear e teoria das filas. Modelos de simulação são descritivos; eles simplesmente estimam as medidas de desempenho ou avaliam o comportamento de um sistema para um conjunto de variáveis de entrada.

²⁵ A descrição completa do Caso do Guindaste pode ser encontrada em Schuyler (1996, p. 20).

²⁶ Tradução própria.

Simulação, como tudo que está em torno da ciência, envolve modelos. De uma forma geral, “Modelo pode ser definido como sendo uma abstração ou representação simplificada de uma realidade, idéia ou objeto, adequada a uma determinada situação”.²⁷ O propósito de qualquer modelo é permitir que se façam inferências sobre a situação real que está sendo estudada ou analisada. O quanto mais próximo o modelo estiver da realidade, maior a acurácia nas conclusões e previsões.

Os modelos matemáticos são afetados por fatores ou variáveis que determinam seu comportamento e resultado. Anderson, Sweeney e Williams (2003) classificam estes fatores ambientais, que afetam os objetivos a serem atingidos e as restrições, como entradas/fatores incontroláveis. Fatores que são controlados ou determinados por quem está executando o modelo são conhecidos como entradas/fatores controláveis e podem ter valores alternativos, dependendo do tomador de decisão, por isso são conhecidos como variáveis de decisão.

Para Evans e Olson (2002), os modelos matemáticos podem ser classificados, em função das suas variáveis controláveis e incontroláveis, como sendo:

- **Determinístico**, quando todas as entradas forem conhecidas, ou se assumem como conhecidas, não irão variar. A saída do modelo geralmente é única;
- **Estocástico ou Probabilístico**, se qualquer das entradas é incerta e sujeita a variações. A saída do modelo geralmente é uma curva de distribuição.

Os modelos de simulação também podem ser **discretos** ou **contínuos**. A maioria dos eventos apresenta uma ocorrência do tipo discreta, tal como chegada de passageiros, partida de aviões etc. Porém, existem situações em que o comportamento de alguma variável é contínuo no tempo, como, por exemplo, em uma refinaria de óleo, a variação da pressão, da temperatura, o fluxo de material. No processo de análise de decisão, uma boa parte dos problemas envolve uma combinação de variáveis discretas e contínuas.

²⁷ Definição do Prof. Oswaldo Fadigas. Anotações de aula na disciplina PNV 5015 - Simulação de Sistemas Complexos (2004).

Todo o trabalho desenvolvido nesta dissertação está baseado em modelos matemáticos estocásticos. Desta forma, os modelos que serão apresentados estarão categorizados de acordo com Ragsdale (2001), como:

- **Predictive (Profético, Prever/Projetar o futuro)** – no qual as relações entre as variáveis independentes e a variável dependente não são conhecidas e precisam ser estimadas de modo que o tomador de decisão preveja o que poderá acontecer com a variável dependente. Como exemplo: o valor de um ponto comercial é influenciado pelo tipo de negócio, pela idade dos consumidores, pela distância dos consumidores do local de compra etc.
- **Descriptive (Descritivo)** – em que a relação entre as variáveis é conhecida; entretanto existe uma grande incerteza sobre os exatos valores que as variáveis independentes podem assumir. Neste tipo de problema, o objetivo será descrever as saídas/resultados ou comportamentos de uma determinada operação ou sistema.

Anderson, Sweeney e Williams (2003) consideram que a Simulação é um dos métodos mais utilizados na análise quantitativa de uma decisão sob condições de risco. Ela é um método que procura representar, ou ensinar como é, ou será, o comportamento de um evento através de experimentos com os modelos que o representam. O modelo de simulação contém expressões matemáticas e/ou relações lógicas que descrevem como calcular os valores de saída do evento em função das variações dos valores das entradas.

Para Anderson, Sweeney e Williams (2003), o sucesso de um modelo matemático, em um enfoque quantitativo, depende fundamentalmente de como conseguir com exatidão representar, expressar com elementos matemáticos, a relação entre objetivos e restrições, ou seja, relacionar matematicamente a variável dependente (Saída) com as variáveis independentes (Entradas).

Nos modelos determinísticos, as informações são conhecidas ou se assumem como conhecidas, ou seja, não existe incerteza. Nos modelos probabilísticos, alguns dados ou informações são descritos como tendo um comportamento dentro de uma curva de distribuição probabilística.

Devido a grande popularização e velocidade dos computadores atuais, a utilização da Simulação de Monte-Carlo²⁸ tornou-se fundamental no processo de análise de decisão e gerenciamento dos riscos.

Vose (2000) considera importante a utilização da Simulação de Monte-Carlo no processo de quantificação dos riscos. Através desta técnica (geração de centenas ou milhares de cenários pela geração de números randômicos), 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, para Vose (2000), oferece uma série de vantagens sobre as outras formas de quantificação dos riscos:

- As variáveis do modelo de distribuição não são valores aproximados;
- As correlações e as interdependências estão no modelo;
- O nível de conhecimento matemático para executar uma simulação de Monte-Carlo é próximo ao básico;
- Modelos matemáticos complexos poderão ser utilizados;
- A simulação de Monte-Carlo é fortemente reconhecida como uma técnica válida e seus resultados aceitos;
- O comportamento do modelo pode ser avaliado com facilidade;
- Mudanças no modelo podem ser feitas com rapidez e os resultados comparados com o modelo anterior.

A Simulação de Monte-Carlo também é um dos métodos mais utilizados na análise quantitativa de uma decisão. Para Evans e Olson (2002), ela é basicamente uma amostragem experimental cujo objetivo é estimar uma curva de distribuição acumulada de probabilidades de uma variável, chamada de saída, que depende de outras variáveis probabilísticas de entrada, que serão amostradas através da geração de números randômicos. Com a execução deste processo, é gerada uma

²⁸ É creditado ao Físico italiano Enrico Fermi o desenvolvimento do método de Monte-Carlo quando de seus estudos sobre a difusão de nêutrons nos anos 30. A popularização do método é devido ao prêmio Nobel de Matemática John von Neumann pela sua utilização durante o desenvolvimento da bomba atômica, no Laboratório de Los Alamos, nos Estados Unidos da América, utilizando o primeiro computador do mundo, o ENIAC. O nome Monte-Carlo é devido aos Cassinos existentes na cidade de mesmo nome. Metropolis (1987).

curva de distribuição dos possíveis valores da variável de saída, ou seja, a curva do EV da variável de saída.

Um importante aspecto em qualquer simulação envolve confirmar que o modelo é uma boa aproximação do evento de risco ou decisão que ele representa. Isto é geralmente feito, segundo Anderson, Sweeney e Williams (2003), com duas atividades:

- **Verificação** – é o processo utilizado para determinar que os procedimentos a serem feitos no computador para executar o cálculo da simulação estão logicamente corretos. Na maioria dos casos, deve-se executar manualmente a simulação com um número limitado de opções e comparar com os resultados do computador. Quando isto não é possível, deve-se verificar se as entradas probabilísticas estão sendo geradas corretamente e se os resultados estão razoáveis.
- **Validação** – é o processo que visa garantir que o modelo de simulação é uma boa aproximação do evento de risco. Normalmente utilizam-se dados reais nos quais as saídas já são conhecidas; caso isto não seja possível, pode-se utilizar um ou mais especialistas que conheçam o evento de risco que está sendo analisado para que verifiquem os resultados da simulação para determinar se estão razoáveis.

Um bom modelo utilizando planilhas pode ajudar muito na análise de decisão e também na identificação e gerenciamento dos riscos nos projetos. Porém, sem o auxílio da simulação, um modelo em planilhas permite somente verificar um resultado simples, geralmente o mais provável ou a média do cenário considerado.

A forma tradicional de simulação de modelos matemáticos através de planilhas eletrônicas tenta capturar as incertezas de uma decisão, que normalmente serão apresentadas de uma das três formas:

1. Estimativa de um ponto – que é utilizada quando se acredita no conhecimento do valor mais provável de uma variável. É uma maneira fácil de estimar, porém a que contém maior erro no resultado.
2. Estimativa da amplitude – tipicamente calcula três cenários, otimista, pessimista e mais provável. Este tipo de estimativa pode mostrar a

amplitude dos resultados da variável de saída, mas não a probabilidade da ocorrência.

3. Cenários E-se? (What-if scenarios) – usualmente baseado sobre uma amplitude de estimativas e calcula o resultado dos vários cenários possíveis que poderão ocorrer. É uma forma de análise que consome muito tempo e resulta em uma grande quantidade de dados, mas que ainda não é possível determinar a probabilidade de atingir os resultados encontrados.

A simulação, utilizando planilhas, analisa os efeitos das variações das variáveis de entrada sobre os valores das variáveis de saída. A simulação de Monte-Carlo faz exatamente este processo, ou seja, através da geração de números randômicos para as variáveis de entrada (várias e várias vezes) calcula os possíveis valores da variável de saída. Neste processo, deve-se atribuir a cada variável de entrada os possíveis valores para uma curva de distribuição de probabilidades (ex.: normal, triangular, uniforme etc.) baseado no comportamento da variável.

Para exemplificar o processo, será utilizado o mesmo caso, apresentado anteriormente, de decisão entre usar um guindaste médio ou grande, através do software de simulação Crystal Ball®.²⁹

Considerando na tabela da Figura 2.9 os valores levantados para os custos dos possíveis atrasos e a não ocorrência de atraso, pode-se, por exemplo, aproximar as ocorrências através de uma distribuição Beta, obtendo-se a curva da variável de entrada (em dias) como mostrada na Figura 2.11.

Figura 2.11 – Exemplo de uma variável de entrada da simulação

²⁹ Software **Crystal Ball** v 7.2 da Decisioneering. Inc. 2005, site www.crystalball.com

Executando a simulação, obtém-se a curva de distribuição acumulada de probabilidade para os possíveis custos da escolha do guindaste médio, como mostra a Figura 2.12.

Quando se trabalha com simulação, utilizando-se a curva de distribuição acumulada de probabilidades, alguns conceitos são importantes na leitura das informações obtidas:

- **Limite de Confiança**³⁰ – é como é denominada a área em azul da Figura 2.12. Ela deve ser lida da seguinte forma: existe X% (57,62%) de probabilidade de ser atingido, no máximo, o valor indicado pela probabilidade (\$17.692,83).

Figura 2.12 – Curva de Distribuição Acumulada de Probabilidades

- **Intervalo de Confiança** – é a área compreendida entre dois limites de confiança, ou seja, a área azul da Figura 2.13. Onde se lê da seguinte forma: existe 48,84% de probabilidade que os custos fiquem entre \$16.000 e \$25.000.

³⁰ Os conceitos aqui apresentados de “Limite de Confiança” e “Intervalo de Confiança” são os usualmente utilizados em Gerenciamento de Projeto, não tendo qualquer relação com o mesmo conceito estatístico.

Figura 2.13 – Exemplo de Intervalo de Confiança

Utilizando esse conceito de Intervalo de Confiança, Goldman (2000) define **Certeza** como sendo a probabilidade de que um particular valor da curva de distribuição de probabilidades da variável de saída fique dentro de uma determinada faixa.

Não adianta apenas considerar as ferramentas e metodologias para a tomada de uma decisão. No momento da decisão, a preferência do Tomador de Decisão (seja ele pessoa jurídica ou física) terá um papel fundamental. A área do conhecimento que trata desse assunto chama-se Teoria da Utilidade.

Anderson, Sweeney e Williams (2003, p. 654) definem: “Utilidade é a medida do valor de uma particular decisão e reflete a atitude do tomador de decisão frente ao risco. Envolve uma série de fatores tais como lucro, perda, risco, experiências passadas etc.”.³¹ A Teoria da Utilidade mostra como incorporar a atitude e preferência do tomador de decisão perante o risco no momento de quantificar e tomar uma decisão.

Segundo Bernstein (1997 p. 189) “[...] Daniel Bernoulli³² introduziu a utilidade como a unidade para medir preferências [...] a teoria da utilidade foi redescoberta no final do século XVIII por Jeremy Bentham, um popular filósofo inglês que viveu de 1748 a 1832”.

³¹ Tradução própria.

³² **Daniel Bernoulli**, matemático suíço do século XVII, que escreveu, em 1738, um artigo sobre a utilidade na decisão.

Atualmente, na Análise de Decisão, estão também sendo incorporados os conceitos da Teoria da Perspectiva, desenvolvida por Daniel Kahneman e Amos Tversky³³.

A Análise de Decisão é a principal ferramenta utilizada no gerenciamento de riscos durante toda a vida dos projetos, porque gerenciar riscos é avaliar e tomar decisões que se espera levem ao sucesso do projeto. Nos próximos capítulos, será apresentada uma proposta para uma sistemática de avaliação dos riscos nos projetos, utilizando os principais conceitos que foram introduzidos.

³³ Psicólogos israelenses que criaram o conceito da Teoria da Perspectiva, que descobriu padrões de comportamento nunca antes reconhecidos pelos proponentes da tomada racional de decisões. Eles mostraram que tendemos a recorrer a tipos mais subjetivos de medição: os graus de crença e a intuição dominam, mesmo quando pensamos que estamos usando a medição.

3 PROPOSTA DE SISTEMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DE RISCOS

No capítulo anterior foi realizada uma revisão dos conceitos envolvendo a tomada de decisão e o gerenciamento de riscos em projetos, que serão a base para a proposição, implementação e utilização das Sistemáticas apresentadas neste capítulo.

A sistemática proposta para a análise dos riscos considera que o projeto já exista e será utilizada nos processos de Planejamento, Execução e Controle.

A sistemática proposta para análise de decisão já é mais genérica e faz uso de dados quantitativos para medir a confiança, seja na decisão entre alternativas perante os riscos do projeto, na hora de emissão de uma proposta ou no momento de escolha de alternativas de decisão.

Com o objetivo de facilitar seu entendimento e utilização, as sistemáticas estarão divididas em:

- ✓ **Análise dos Riscos** – na qual será proposta uma sistemática para Identificação e Análise Qualitativa dos riscos no projeto. Ela tem como base o PMBOK® (Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos do PMI®) e o software RMIP® Risk Management Interactive Process.
- ✓ **Análise do Nível de Confiança** – na qual será proposta uma sistemática para medir o nível de confiança existente para se atingir um resultado em determinadas situações. Esta sistemática está totalmente baseada na utilização da Simulação de Monte-Carlo e é utilizada na Análise Quantitativa dos riscos.

As duas Sistemáticas procuram melhorar o processo de tomada de decisão e gerenciamento dos riscos nos projetos e ambas foram desenvolvidas e utilizadas em situações efetivas de projetos de bens de capital, modernização e ampliação de parque industrial e também para empresa de serviços na área de informática.

3.1 ANÁLISE DOS RISCOS

Esta sistemática preocupa-se exclusivamente com as ameaças ao projeto, que serão sempre chamadas de Riscos. De todos os processos apresentados no capítulo 2, os mais importantes, para o efetivo gerenciamento dos riscos, são: a Identificação dos Riscos e a Análise Qualitativa dos Riscos. O primeiro fornece as ferramentas para uma efetiva identificação e o outro fornece as ferramentas para ranquear os riscos, determinando assim as prioridades de ação.

A eficiência desta sistemática está suportada em dois documentos fundamentais, apresentados no capítulo 2, para qualquer metodologia de gerenciamento de riscos:

- ✓ **WBS (Working Breakdown Structure) ou EAP (Estrutura Analítica do Projeto)** – A identificação dos riscos em um projeto é toda feita sobre a WBS, pois é nela que estão definidas todas as entregas (deliverables) do projeto e ela por definição é o escopo do projeto desdobrado em partes gerenciáveis. A variabilidade das métricas de controle de cada entrega irá determinar o evento de risco do projeto através da projeção do seu impacto sobre os objetivos do projeto.
- ✓ **RBS (Risk Breakdown Structure) ou EAR (Estrutura Analítica de Riscos) ou Checklist de Causas de Riscos** – É um documento que mostra como a empresa gerencia os riscos e contém (através de um processo formal de lições aprendidas) todas as causas conhecidas de riscos nos projetos da empresa.

Para facilitar o trabalho com a sistemática proposta, os riscos do projeto serão classificados em duas categorias denominadas Riscos de Vulnerabilidade e Riscos Potenciais:

- ✓ **Riscos de Vulnerabilidade** – São os riscos que afetam diretamente os objetivos do projeto, portanto somente existem como risco se o projeto existir. Através do processo de identificação e gerenciamento dos riscos desta categoria, avalia-se a vulnerabilidade do projeto, determinando-se o nível de confiança atual que existe no sucesso do projeto. Pela própria

definição de risco de vulnerabilidade, um projeto é vulnerável se não atingir seus objetivos, se não entregar o que foi planejado, ou se não fizer o que foi prometido.

- ✓ **Riscos Potenciais** – São eventos externos ao projeto que normalmente poderão ocorrer independente da existência do projeto, e se ocorrerem durante seu ciclo de vida poderão afetar um ou mais de seus objetivos. Muitos destes riscos, que em geral não se consegue controlar, serão identificados como causas dos riscos de vulnerabilidade.

É importante ressaltar também que de acordo com a conceituação que está sendo adotada sobre Risco de Projeto, os mesmos serão identificados no nível de controle da WBS (conhecido como deliverable), que foi definido pelo Gerente de Projeto e equipe.

3.1.1 Identificação dos Riscos

O objetivo do Gerente de Projeto no exercício de sua função é entregar o Escopo encomendado, no Prazo estipulado, nos Custos acordados e com a Qualidade especificada. Estes são os objetivos do projeto que devem ser protegidos, ou seja, a ocorrência de um risco durante o ciclo de vida do projeto deverá ser controlada para que, como consequência, nenhum desses objetivos sejam afetados.

Conceitualmente, é muito importante perceber que não existe o risco de se ultrapassar os custos estimados, de não se atingir os prazos, por exemplo, como normalmente se fala. Existem riscos que, se ocorrerem, durante o ciclo de vida do projeto, poderão, como consequência, impactar negativamente os custos e os prazos, dependendo do limite de aceitação de desvios pelos stakeholders.

O primeiro passo para a identificação dos riscos é determinar se haverá impacto nos objetivos finais do projeto (escopo, custo, prazo e qualidade) pela variabilidade das métricas de controle do último nível da WBS. Cada nível de controle da WBS possui um ou mais requerimentos, performance, índices etc. a serem atingidos (chamados deliverables-entregas).

Caso a ameaça seja confirmada, procura-se identificar nos níveis mais baixos da RBS as prováveis causas que poderão desencadear o risco, pois somente atuando sobre as causas é que os riscos poderão ser controlados.

O processo de Identificação dos Riscos utiliza-se da WBS, da RBS e de técnicas como Brainstorms, Workshops, SWOT Analysis, Delphi, Entrevistas etc. Durante este trabalho, cada item da WBS será cruzado contra os níveis mais altos da RBS, questionando-se a existência daquela categoria de risco na WBS.

No Processo de Identificação, é muito importante a forma como os riscos são identificados, pois normalmente as pessoas (devido ao emprego da palavra risco no cotidiano) tendem a confundir o risco com as causas e freqüentemente com as conseqüências. É comum, por exemplo, quando em um projeto se faz uma pergunta sobre quais riscos existem na montagem de um equipamento qualquer, ouvir respostas do tipo, greve, chuva, qualificação da mão de obra etc. Todas estas respostas, no conceito de risco de projeto, são causas que poderão fazer um ou mais riscos acontecerem.

Na execução do processo de Identificação dos Riscos é preciso conseguir, claramente, uma separação entre **Causas do Risco – Evento de Risco – Conseqüência (Efeito)**.

- **Causas do Risco** – São determinadas características do projeto, ou do ambiente onde ele está sendo desenvolvido, ou eventos, que tornam um ou mais elementos da WBS e, conseqüentemente o projeto, vulneráveis à ocorrência do risco dependente destas causas.
- **Eventos de Risco** – São variabilidades das métricas de controle que, se ocorrerem, poderão afetar um ou mais objetivos do projeto (Custo, Prazo, Escopo e Qualidade).
- **Conseqüência/Efeito** – São variações não planejadas, que poderão ocorrer sobre os objetivos do projeto, que surgem em função da ocorrência do risco.

Uma das formas de se obter uma identificação precisa das **Causas – Evento de Risco – Conseqüência** é segundo, Hillson (2000), a utilização, durante o processo, de uma Metalinguagem do tipo:

“Como resultado de <Causa>, pode ocorrer <Evento de Risco>, o que acarretaria <Consequência>.”¹

A seguir, apresentam-se alguns exemplos do uso desta técnica de metalinguagem:

- Como estamos <utilizando um novo hardware>, poderão ocorrer <erros inesperados na integração>, que acarretarão <atraso na entrega do site>.
- Como <neste trecho da estrada ocorrem nevoeiros>, poderemos <não cumprir o percurso no tempo planejado>, o que poderá <causar o cancelamento do contrato>.

Durante este processo de identificação dos risco, esta sistemática procura obter as seguintes informações para cada evento selecionado:

1. Descrever de forma sucinta e clara o **Risco**;
2. Identificar em qual item da WBS ele foi encontrado;
3. Identificar de que forma o **Risco** será mensurado (métrica) considerando a seguinte escala – Alto, Médio e Baixo Risco. Esta escala indicará como medir os riscos durante o ciclo de vida do projeto.
4. Identificar as consequências do **Risco**, ou seja, quais objetivos futuros do projeto poderão não ser atingidos.
5. Ter certeza de que as consequências do **Risco** poderão ser quantificadas;
6. Identificar a frequência (períodos, datas) prevista para a ocorrência do **Risco**;
7. Identificar e descrever todas as causas que poderiam deflagrar este **Risco**, indicando a possibilidade de sua ocorrência (Alta, Média ou Baixa).

A forma como essas informações serão registradas e documentadas dependerá da ferramenta ou técnica que estará sendo utilizada. Para ilustrar este processo, o registro dos riscos será feito em uma planilha denominada ‘Documentação dos Riscos’, como mostra a Figura 3.1.

¹ Tradução própria

Data da Identificação:	12-fev-05	DESCRIÇÃO	Movimentação de terra na área									
Período de Ocorrência:	12-fev-05 a 31-dez-05	<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Mensuração do Risco</th> </tr> <tr> <td>Baixo</td> <td>Médio</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>$x > 1,5$ ton</td> <td>$0,5 < x < 1,5$ ton</td> <td>$x < 500$kg</td> </tr> </table>		Mensuração do Risco			Baixo	Médio	Alto	$x > 1,5$ ton	$0,5 < x < 1,5$ ton	$x < 500$ kg
Mensuração do Risco												
Baixo	Médio	Alto										
$x > 1,5$ ton	$0,5 < x < 1,5$ ton	$x < 500$ kg										
Responsável:	Luiz Pedroso											
Impacto:	R\$0,00											
Item da WBS:	1.2.3.4											
Item da RBS:	3.4.5											
Ferramentas de Controle do Risco		<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Objetivos do Projeto que serão afetados</th> </tr> <tr> <td>Alto Risco -</td> <td>Uma movimentação menor que 500 kg terá um impacto de 18 meses na duração do projeto.</td> </tr> <tr> <td>Médio Risco -</td> <td>Entre 500 kg e 1,5 ton o impacto estará entre 6 e 18 meses na duração do projeto.</td> </tr> <tr> <td>Baixo Risco -</td> <td>Com uma movimentação acima de 1,5 ton não ocorrerá impacto na duração do projeto.</td> </tr> </table>		Objetivos do Projeto que serão afetados		Alto Risco -	Uma movimentação menor que 500 kg terá um impacto de 18 meses na duração do projeto.	Médio Risco -	Entre 500 kg e 1,5 ton o impacto estará entre 6 e 18 meses na duração do projeto.	Baixo Risco -	Com uma movimentação acima de 1,5 ton não ocorrerá impacto na duração do projeto.	
Objetivos do Projeto que serão afetados												
Alto Risco -	Uma movimentação menor que 500 kg terá um impacto de 18 meses na duração do projeto.											
Médio Risco -	Entre 500 kg e 1,5 ton o impacto estará entre 6 e 18 meses na duração do projeto.											
Baixo Risco -	Com uma movimentação acima de 1,5 ton não ocorrerá impacto na duração do projeto.											

Figura 3.1 – Documentação dos riscos

Na parte da figura contornada em vermelho, encontram-se as métricas do risco e o impacto que poderá ocorrer nos objetivos do projeto. O que está sendo documentado significa, no exemplo, que se naquele item da WBS ocorrer uma movimentação de terra inferior a 500 kg, podemos esperar um atraso no projeto superior ao aceitável pelos stakeholders. É desta forma que o processo de identificação dos riscos se processa – verificação do impacto das variações das métricas do item da WBS nos objetivos do projeto e sua documentação.

No quadro “Ferramentas de Controle do Risco” documentam-se as ferramentas que serão utilizadas, durante a execução do projeto, para determinar se um risco já ocorreu, se está para ocorrer ou se não irá ocorrer. Poderão ser relatórios, ferramentas matemáticas, inspeções, medições, etc.

Para cada risco encontrado também deverão ser documentadas todas as causas que poderão deflagrar o risco, avaliando a possibilidade da sua ocorrência na forma Alta, Média e Baixa, como mostra a Figura 3.2.

Item	Causa	Possib. de Ocorrência	Descrição
1	Qualificação do Terceiro	Alta	Este Terceiro ainda não prestou serviços para a empresa e não temos informação da sua qualificação
2	Chuvas	Média	A atividade está programada para ser executada na temporada de chuvas
3	Condições do Terreno	Baixa	Não foi feito um estudo geológico do local portanto não sabemos com qual tipo de solo estamos trabalhando

Figura 3.2 – Documentação dos riscos – causas

Estas causas foram identificadas através da utilização da RBS e em função da possibilidade de ocorrência definida será priorizado o desenvolvimentos das respostas aos riscos, lembrando que para se controlar um risco deve-se atuar sobre as causa que poderão fazer com que ele aconteça.

3.1.2 Análise Qualitativa dos Riscos

Após a identificação dos riscos, o Gerente do Projeto e a equipe deverão decidir, de acordo com as características do projeto, qual a estrutura lógica hierárquica que os riscos deverão ser agrupados e organizados para fins de gerenciamento. Levando-se em consideração que gerenciar riscos não é gerenciar escopo, prazo, custo ou qualidade, mas sim gerenciar informação para tomada de decisão.

Existem inúmeras formas para se organizar esta estrutura. Empresas que já possuem um amadurecimento no processo, normalmente utilizam a mesma estrutura da RBS, substituindo o último nível (causas do risco) pelo risco. A forma mais comum para se trabalhar com os riscos identificados é agrupá-los por categorias (Financeiro, Técnico, Terceiros etc.) de acordo com as singularidades e características do projeto. Com a continuidade na utilização desta sistemática, durante vários projetos, a empresa poderá desenvolver uma RBS que se aproximará da sua forma de gerenciar os riscos.

Miguel (2002, p. 120) alerta: “Durante a identificação e análise dos riscos, aqueles que se encontram relacionados deverão ser agrupados, a fim de facilitar a respectiva gestão.”

Com esta categorização dos riscos ficará mais simples a avaliação da exposição aos riscos no projeto, e como resultado, nessa sistemática, obtém-se:

- Um entendimento completo dos tipos de riscos a que o projeto está exposto;
- Quais são as fontes/causas de riscos mais significativas, aquelas que merecem maior atenção;
- As causas que terão maior influência sobre os riscos;

- As áreas da WBS com dependência ou correlação entre riscos;
- Os tipos de respostas aos riscos nas áreas de alto risco.

Durante a execução dessa sistemática, serão identificadas causas que são externas ao projeto (poderão ocorrer independente da existência do projeto) ou sobre as quais não se tem qualquer gerência. Elas se constituirão e serão tratadas posteriormente como Riscos Potenciais.

A seguir serão apresentadas separadamente as sistemáticas para tratar os Riscos de Vulnerabilidade e os Riscos Potenciais.

3.1.2.1 Riscos de Vulnerabilidade

Riscos de Vulnerabilidade são os riscos que existem somente porque o projeto existe; são aqueles que ameaçam diretamente os objetivos do projeto – portanto devem ser identificados no último nível da WBS, no nível de controle, onde estão as entregas (Deliverables), através a variabilidade das métricas de controle.

O tipo de estrutura que será utilizada por esta sistemática está representado na Figura 3.3., onde **Domínio** é o nível mais alto utilizado para gerenciamento dos riscos, por exemplo, poderia ser **Tecnológico, De Gerenciamento, Cliente, Terceiros, Externos** etc., dependendo do projeto, da empresa e de cada negócio da empresa.

Para cada Domínio poderá ou não existir o nível **Característica**, que é um desdobramento para melhor gerenciar os riscos. Por exemplo, poderia se ter as seguintes características:

De Gerenciamento
Fase Inicial
Fase de Execução
Terceiros
Terceiro 1
Terceiro 2

Figura 3.3 – Estrutura de gerenciamento dos riscos

Terceiro 3

O último nível é o evento de risco propriamente dito, que foi identificado na WBS.

De Gerenciamento

Fase Inicial

Não aprovação da documentação

Não liberação da Área

Fase de Execução

... na validação dos requerimentos

... nos testes das funcionalidades

Não disponibilizar ambiente

Terceiros

Terceiro 1

Ter uma produtividade menor que a planejada

Não atingir os índices de Qualidade

Terceiro 2

Movimentação de terra na área...

Com essa estrutura de gerenciamento montada, documentam-se os riscos do projeto, utilizando-se um meio que atenda às necessidades do processo. Para fins ilustrativos da sistemática serão utilizadas planilhas. Estas planilhas têm apenas a finalidade documentativa e facilitadora no entendimento da sistemática, portanto, para tornar o processo operacional poderá ser desenvolvida ou utilizada qualquer ferramenta computacional.

Em um primeiro momento, a planilha 'Risco de Vulnerabilidade - Avaliação', mostrada na Figura 3.4, será preenchida com a estrutura de Domínios e Características estabelecida pela equipe do projeto. Quando, para determinado Domínio, não existir uma Característica, o campo será deixado em branco.

Risco de Vulnerabilidade - Avaliação						
Id. Projeto	Descrição do Projeto					Data
Domínio	Terceiros					Pontos
Característica						Pontos
Escala para Medir o Risco						
Evento de Risco	Baixo	1	Médio	3	Alto	7
Característica						Pontos
Escala para Medir o Risco						
Evento de Risco	Baixo	1	Médio	3	Alto	7

Figura 3.4 – Risco de Vulnerabilidade – Avaliação
 Fonte – Adaptado do RMIP®

A seguir, na planilha, serão preenchidos os campos ‘Evento de Risco’ que foram documentados na planilha de ‘Documentação dos Riscos’, Figura 3.1, agrupados por Característica, e transcritas as escalas de medida dos riscos.

Foi através de um processo de lições aprendidas, em casos práticos de aplicação e verificação dessa sistemática, que a MIT Consultants determinou os pesos a serem utilizados para a escala de medição dos riscos – 1 baixo risco; 3 médio risco e 7 alto risco. Estes pesos serão utilizados no momento da avaliação dos riscos como mostrado no Passo 4 da sistemática. Estes Passos serão descritos a seguir.

Utilizando-se o exemplo de ‘Movimentação de terra...’ apresentado anteriormente na Figura 3.1, a documentação desta situação estará preenchida como mostra a Figura 3.5.

Risco de Vulnerabilidade - Avaliação						
Id. Projeto	Descrição do Projeto					Data
PJ-040/05	CONSTRUÇÃO DA					
Domínio	Terceiros					Pontos
Característica	Terraplanagem José Silva Ltda					Pontos
Escala para Medir o Risco						
Evento de Risco	Baixo	1	Médio	3	Alto	7
Movimentação de terra na área	x > 1,5 ton		0,5 < x < 1,5		x < 500 kg	

Figura 3.5 – Modelo de preenchimento dos riscos de vulnerabilidade
Fonte – Adaptado do RMIP®

Quando um risco somente puder ser medido de forma binária, ou seja, “Sim” ou ‘Não’, ‘Tem’ ou ‘Não Tem’, serão utilizadas apenas as colunas de Baixo e Alto risco como medidas. Como exemplo, a ‘Obtenção de uma licença para...’ é uma situação que ou se obtém ou não a licença.

A escala para medir os riscos é utilizada em duas situações. Durante a execução do projeto, através de medições do que está acontecendo, ela é utilizada para determinar se um risco está para ocorrer ou se já ocorreu. Durante o planejamento é utilizada na Análise Qualitativa para indicar quais riscos poderão ocorrer e o fator de vulnerabilidade do projeto.

Após o preenchimento de todos os riscos identificados nas planilhas esta sistemática de análise dos Riscos de Vulnerabilidade segue os seguintes Passos:

1. Observa-se na planilha ‘Risco de Vulnerabilidade – Avaliação’, Figura 3.4, que o peso de valor 7 é para o nível Alto risco, portanto, multiplicando-se o total de eventos de risco encontrados por 7 obtém-se a pontuação teórica máxima de risco do projeto. Este valor será transportado para o respectivo campo (marcado em vermelho) da planilha ‘Riscos de Vulnerabilidade – Resumo’. Considerando, como exemplo, que foram identificados 100 eventos de risco, a planilha teria o preenchimento da Figura 3.6.

Risco de Vulnerabilidade - Resumo		
Id. Projeto	Descrição do Projeto	Data
PJ-040/05	CONSTRUÇÃO DA	
Pontuação Total Máxima do Projeto		700

Figura 3.6 – Risco de Vulnerabilidade – Resumo
Fonte – Adaptado do RMIP®

2. Para possibilitar a determinação do **Fator de Vulnerabilidade** do projeto, seja no momento do planejamento ou durante sua execução, e também traçar uma curva de tendência dos riscos, é necessária a determinação de uma escala para executar esta medição. Para esta sistemática, isto será possível dividindo-se a pontuação total máxima de riscos do projeto em três faixas (chamadas de Tercis) conforme mostrado na Figura 3.7. Onde o Tercil 1 tem escala de 1 até 25% da pontuação máxima de risco do projeto, o Tercil 2 fica na faixa de 26% a 50% e o Tercil 3 na faixa de 51% até a máxima pontuação.

Risco de Vulnerabilidade - Resumo											
Id. Projeto	Descrição do Projeto	Data									
PJ-040/05	CONSTRUÇÃO DA										
Pontuação Total Máxima do Projeto		700									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tercil 1 (1 a 25%)</th><th>Tercil 2 (26% a 50%)</th><th>Tercil 3 (51% a 100%)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 a 175</td><td>176 a 350</td><td>351 a 700</td></tr> <tr> <td>Risco Baixo</td><td>Risco Médio</td><td>Risco Alto</td></tr> </tbody> </table>			Tercil 1 (1 a 25%)	Tercil 2 (26% a 50%)	Tercil 3 (51% a 100%)	1 a 175	176 a 350	351 a 700	Risco Baixo	Risco Médio	Risco Alto
Tercil 1 (1 a 25%)	Tercil 2 (26% a 50%)	Tercil 3 (51% a 100%)									
1 a 175	176 a 350	351 a 700									
Risco Baixo	Risco Médio	Risco Alto									

Figura 3.7 – Tercis do Risco de Vulnerabilidade
Fonte – Adaptado do RMIP®

3. Para verificar como estão os riscos do projeto, a equipe deverá avaliar cada evento de risco para determinar, com base nas informações disponíveis no momento, se o evento tem Alta, Média ou Baixa chance de ocorrer. Esta avaliação será documentada na planilha 'Risco de Vulnerabilidade – Avaliação' marcando-se com um **X** ao lado da escolha como mostra Figura 3.8.

Escala para Medir o Risco						
Evento de Risco	Baixo	1	Médio	3	Alto	7
Movimentação de terra na área	$x > 1,5$ ton		$0,5 < x < 1,5$	X	$x < 500$ kg	

Figura 3.8 – Avaliação do risco de vulnerabilidade
Fonte – Adaptado do RMIP®

4. Após a avaliação de todos os eventos de riscos, efetua-se a totalização dos pesos assinalados, por Característica e depois por Domínio, como mostra a Figura 3.9.

Risco de Vulnerabilidade - Avaliação		
Id. Projeto	Descrição do Projeto	Data
PJ-040/05	CONSTRUÇÃO DA	
Domínio	Terceiros	Pontos: 190
Característica	Terraplanagem José Silva Ltda	Pontos: 70
Escala para Medir o Risco		
Evento de Risco	Baixo	1 Médio 3 Alto 7
Movimentação de terra na área	$x > 1,5$ ton	$0,5 < x < 1,5$ X $x < 500$ kg
Característica		Pontos: 120
Escala para Medir o Risco		
Evento de Risco	Baixo	1 Médio 3 Alto 7

Figura 3.9 – Totalização dos riscos de vulnerabilidade
Fonte – Adaptado do RMIP®

5. As totalizações obtidas por Domínio serão transcritas na planilha 'Risco de Vulnerabilidade – Resumo' como mostrado na Figura 3.10. Totalizam-se todos os valores dos Domínios, obtendo-se a pontuação teórica de risco do projeto, naquele momento. Comparando-se este valor com as

faixas dos 'Tercis' encontra-se o Fator de Vulnerabilidade do Projeto que será transcrito no campo apropriado (Com fundo verde claro).

Risco de Vulnerabilidade - Resumo		
Id. Projeto	Descrição do Projeto	Data
PJ-040/05	CONSTRUÇÃO DA	
Pontuação Total Máxima do Projeto		= 700
Tercil 1 (1 a 25%)	Tercil 2 (26% a 50%)	Tercil 3 (51% a 100%)
1 a 175	176 a 350	351 a 700
Risco Baixo	Risco Médio	Risco Alto
Descrição dos Domínios		Pontos
Terceiros		190
Cliente		80
Gerenciamento		100
Técnico		95
Pontuação Total		465
Fator de Vulnerabilidade do Projeto		ALTO

Figura 3.10 – Fator de Vulnerabilidade
Fonte – Adaptado do RMIP®

6. Esta Sistemática tem como base as melhores práticas utilizadas em diversas empresas no gerenciamento dos riscos em projetos, levantadas pela MIT Consultants para elaboração do software RMIP®. Essas melhores práticas, de acordo com o **Fator de Vulnerabilidade** obtido, sugerem uma recomendação de ações que deveriam ser tomadas para aumentar as chances de sucesso do projeto:

- ♦ **Risco Alto (Alta Vulnerabilidade)** – No mínimo um Plano de Ação² preventivo deveria ser elaborado para todos os Riscos com pontuação avaliada em 7, alta chance de ocorrer.
- ♦ **Risco Médio (Média Vulnerabilidade)** – A equipe do projeto irá verificar todos os Riscos com pontuação avaliada em 7, alta chance do ocorrer, e decidir qual tipo de resposta poderá ser dada

² **Plano de Ação** é a documentação das atividades que deverão ser executadas e por quem. Significa o que deverá ser feito ou modificado nos planos do projeto para aumentar sua chance de sucesso. (Faça agora, atue agora, modifique o planejamento). A decisão do que será implementado é do Patrocinador (Sponsor) do projeto.

ou um Plano de Ação ou no mínimo elaborar um Plano de Contingência³ para esses eventos.

- ♦ **Risco Baixo (Baixa Vulnerabilidade)** – No mínimo um Plano de Contingência deverá ser elaborado para todos os Riscos com pontuação avaliada em 7, alta chance de ocorrer.

É importante notar que o resultado final desta Sistemática poderia ser resumido em uma única frase – Não deixar nenhum Risco com alta chance de ocorrer sem resposta – e o tipo de resposta dependerá do Fator de Vulnerabilidade encontrado.

Seja qual for o plano a ser executado ele deverá atuar sobre as **Causas** dos riscos, pois somente atuando sobre as causas é que se conseguirá controlar os riscos no projeto. Para causas que não existam estas possibilidades de atuação poderão ser determinados Fundos de Contingência⁴ para proteção contra as conseqüências do risco. Todas estas ações, que poderão ser tomadas, serão documentadas na planilha ‘Documentação dos Riscos’ conforme mostra a Figura 3.11.

Causa	Tipo	Custo	Descrição
1	Ação	30k	Modificar o item 4.5.6 da WBS inserindo uma avaliação da qualificação do fornecedor elaborando um score card das performances esperadas
2	Ação	150k	Atrasar a atividade por 15 dias para que ele saia do período de alta pluviometria
	Ação	120k	Antecipar a atividade em 45 dias para ficar fora do período de chuvas. Necessário preparar local para colocar a movimentação visto que ele será utilizada em outra fase do projeto.

Figura 3.11 – Documentação das ações sobre as causas dos riscos

3.1.2.2 Riscos Potenciais

Riscos Potenciais são normalmente eventos externos ao projeto que poderão ocorrer independente da existência do projeto e que, se ocorrerem durante seu ciclo de vida, poderão afetar um ou mais de seus objetivos. Muitos destes riscos foram identificados como causas dos riscos de vulnerabilidade, que não se consegue controlar. Como exemplo pode-se ter Greves, Terremotos, Enchentes, Doenças etc.

³ **Plano de Contingência** é uma ação alternativa se as coisas não acontecerem conforme planejado ou se uma falha inesperada acontecer. É o conhecido Plano B, que somente será acionado se o risco ocorrer.

⁴ **Fundo ou Reserva de Contingência** é uma reserva em quantidade de tempo, dinheiro ou recursos para tratar as ameaças conhecidas.

Para documentar e complementar a identificação dos riscos potenciais, em primeiro lugar separa-se todas as causas dos Riscos de Vulnerabilidade das quais não se tem controle. Depois, a equipe de projeto em uma sessão do tipo Brainstorm irá completar a lista de riscos potenciais, utilizando-se de questões do tipo – **E se...?** Como exemplo:

- E se o subcontratado falir?
- E se o computador não der a performance especificada pelo fabricante?

Conforme os riscos vão sendo identificados, eles serão documentados na planilha ‘Riscos Potenciais – Resumo’, como mostra a Figura 3.12.

Riscos Potenciais - Resumo		
Id. Projeto	Descrição do Projeto	Data
PJ-040/05	CONSTRUÇÃO DA	
Nº Item	Descrição dos Itens de Risco Potencial	Classe do Risco
1	Greve nos Prestadores de Serviço	
2	Falência do Fornecedor	
3	Reestruturação Organizacional no Cliente	
4	Mudanças na legislação	
5	Variações cambiais acima de	

Figura 3.12 – Riscos Potenciais – Resumo
Fonte – Adaptado do RMIP®

Para cada Risco Potencial identificado deverão ser documentadas suas características na planilha ‘Riscos Potenciais – Avaliação’, Figura 3.13. Durante este processo, a equipe de projeto discutirá sobre quais seriam as causas que fariam aquele risco surgir, registrando-as. Apesar destas causas não poderem ser controladas, o objetivo dessa discussão é simplesmente nivelar o conhecimento da equipe com relação àquele evento de risco. No passo seguinte, a equipe de projeto deverá avaliar a probabilidade de ocorrência do risco e seu impacto, com o

Riscos Potenciais - Avaliação		
Id. Projeto	Descrição do Projeto	Data
PJ-040/05	CONSTRUÇÃO DA	
Nº Item	Descrição dos Itens de Risco Potencial	
1	Greve nos Prestadores de Serviços	

Possíveis Causas
Problemas Salariais; Condições do local de trabalho; Prestador de serviço sem estrutura trabalhista

Probabilidade	Grade de Risco			
	A	M	B	
	Médio	Alto	Alto	
	Baixo	Médio	Alto	
B	Baixo	Baixo	Open	
		B	M	A
		IMPACTO		

Figura 3.13 – Riscos Potenciais – Avaliação
Fonte – Adaptado do RMIP®

auxílio da Matriz de Probabilidade e Impacto de Risco⁵ constante da planilha.

Por consenso ou votação deverá ser indicada qual a probabilidade (Alta, Média ou Baixa) de ocorrência do evento de risco e do seu impacto sobre os objetivos do projeto (Alto, Médio ou Baixo), marcando-se o respectivo quadrante, cruzamento das indicações, como na Figura 3.14.

Probabilidade	Grade de Risco		
	A	M	B
	Médio	Alto	Alto
	Baixo	Médio	Alto
B	Baixo	Baixo	Open
	B	M	A
IMPACTO			
Classificação do Risco Potencial			Alto

Figura 3.14 – Matriz de Probabilidade e Impacto de Risco

A descrição encontrada dentro do quadrante assinalado indicará a classe do risco que deverá ser transcrita na planilha ‘Riscos Potenciais – Resumo’, Figura 3.15.

Riscos Potenciais - Resumo		
Id. Projeto	Descrição do Projeto	Data
PJ-040/05	CONSTRUÇÃO DA	
Nº Item	Descrição dos Itens de Risco Potencial	Classe do Risco
1	Greve nos Prestadores de Serviço	Alto
2	Falência do Fornecedor	
3	Reestruturação Organizacional no Cliente	
4	Mudanças na legislação	
5	Variações cambiais acima de	

Figura 3.15 – Classe do risco potencial
Fonte – Adaptado do RMIP®

Os Riscos Potenciais poderão ter quatro classes – Potencial Alto, Potencial Médio, Potencial Baixo ou Potencial Open. Como esta Sistemática tem como sustentação as melhores práticas utilizadas em diversas empresas no gerenciamento dos riscos em projetos, conforme a Classe do Risco Potencial existe uma recomendação de ações que deveriam ser tomadas para aumentar as chances de sucesso do projeto:

- ♦ **Potencial Alto** – Exige um Plano de Ação se existir alguma forma de controlá-lo dentro do projeto ou alguma ação tem que ser feita de imediato para proteger o projeto.
- ♦ **Potencial Médio** – Deverá ser elaborado, no mínimo, um plano de contingência ou estabelecer uma reserva de contingência.

⁵ O PMI® no PMBOK® 3. ed. define **Matriz de Probabilidade e Impacto de Risco** como: Uma forma comum de determinar se um risco é considerado baixo, moderado ou alto através da combinação das duas dimensões de um risco: sua probabilidade de ocorrência e seu impacto nos objetivos do projeto, caso ocorra.

- ♦ **Potencial Baixo** – A decisão é nada fazer.
- ♦ **Potencial Open** – É o indicativo de baixa probabilidade e alto impacto. Nestas situações, a equipe de projeto deverá analisar caso a caso e decidir o que fazer, pois neste quadrante ocorrem situações tipo terremoto no Brasil (Baixa probabilidade e Alto impacto) como também situações sob controle e de grande conhecimento, porém com grande impacto se ocorrerem.

As ações que poderão ser tomadas serão documentadas na planilha 'Riscos Potenciais – Avaliação' no campo Ações, Figura 3.16.

Riscos Potenciais - Avaliação																																																				
Id. Projeto	Descrição do Projeto	Data																																																		
PJ-040/05	CONSTRUÇÃO DA																																																			
Nº Item	Descrição dos Itens de Risco Potencial																																																			
1	Greve nos Prestadores de Serviços																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Possíveis Causas</th> <th>Grade de Risco</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Problemas Salariais; Condições do local de trabalho; Prestador de serviço sem estrutura trabalhista</td> <td> <table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Probabilidade</td> <td>A</td> <td>Médio</td> <td>Alto</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>Baixo</td> <td>Médio</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Baixo</td> <td>Baixo</td> <td>Open</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>B</td> <td>M</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="3">IMPACTO</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Classificação do Risco Potencial Alto </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> Ações </td> </tr> <tr><td colspan="3"> </td></tr> <tr><td colspan="3"> </td></tr> <tr><td colspan="3"> </td></tr> <tr><td colspan="3"> </td></tr> <tr><td colspan="3"> </td></tr> <tr><td colspan="3"> </td></tr> </tbody> </table>			Possíveis Causas	Grade de Risco	Problemas Salariais; Condições do local de trabalho; Prestador de serviço sem estrutura trabalhista	<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Probabilidade</td> <td>A</td> <td>Médio</td> <td>Alto</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>Baixo</td> <td>Médio</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Baixo</td> <td>Baixo</td> <td>Open</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>B</td> <td>M</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="3">IMPACTO</td> </tr> </table>	Probabilidade	A	Médio	Alto	Alto	M	Baixo	Médio	Alto	B	Baixo	Baixo	Open			B	M	A			IMPACTO			Classificação do Risco Potencial Alto		Ações																				
Possíveis Causas	Grade de Risco																																																			
Problemas Salariais; Condições do local de trabalho; Prestador de serviço sem estrutura trabalhista	<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Probabilidade</td> <td>A</td> <td>Médio</td> <td>Alto</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>Baixo</td> <td>Médio</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Baixo</td> <td>Baixo</td> <td>Open</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>B</td> <td>M</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="3">IMPACTO</td> </tr> </table>	Probabilidade	A	Médio		Alto		Alto	M	Baixo	Médio	Alto	B	Baixo	Baixo	Open			B	M	A			IMPACTO																												
	Probabilidade		A	Médio	Alto	Alto																																														
			M	Baixo	Médio	Alto																																														
B		Baixo	Baixo	Open																																																
		B	M	A																																																
		IMPACTO																																																		
Classificação do Risco Potencial Alto																																																				
Ações																																																				

Figura 3.16 – Ações sobre os riscos potenciais
 Fonte – Adaptado do RMIP®

Após o processo de Análise Qualitativa, obtém-se uma lista de todos os riscos prioritários (Riscos de Vulnerabilidade e Potenciais) no momento e também quais seriam as possíveis respostas que poderiam ser dadas aos eventos de risco.

O Gerente de Projeto não irá automaticamente desenvolver e implementar estas respostas; em primeiro lugar, ele deverá calcular o Valor Esperado (Expected Value) de cada risco do projeto (de acordo com as técnicas mostradas no capítulo 2 e que também serão aplicadas no capítulo 3.2); e, em seguida calcular os custos das

respostas aos riscos e submeter o estudo ao Patrocinador para a tomada de decisão. Este estudo deverá prever para cada resposta implementada qual será a nova exposição do projeto aos riscos remanescentes.

Com a utilização destas técnicas, será possível:

- ✓ Quantificar os possíveis resultados do projeto e suas probabilidades;
- ✓ Obter uma avaliação probabilística nas chances de serem atingidos os vários objetivos planejados;
- ✓ Identificar os riscos que exigem maior atenção em função do impacto calculado;
- ✓ Identificar metas realistas de custo, prazo e escopo.

Com os riscos e as possíveis respostas quantificadas têm-se todas as informações necessárias para que seja tomada a decisão sobre o que deverá ser feito.

Após a escolha das respostas que serão implementadas, deverá ser atualizado o cadastro dos riscos, nomeando-se os responsáveis pelos monitoramentos e detalhando-se todo o processo de controle durante a vida do projeto. O plano que será implementado deverá ser detalhado e a sua execução controlada.

Como o objetivo do desenvolvimento de respostas aos riscos é aumentar as chances de sucesso do projeto, uma nova Análise Qualitativa deverá ser executada para se verificar como ficou a exposição do projeto aos riscos após a implementação das respostas.

Após a execução de todos os processos anteriores, restará apenas o processo de Monitoramento e Controle dos Riscos, que tem como objetivos principais:

- ✓ Verificar se o plano de gerenciamento de riscos está sendo executado conforme planejado;
- ✓ Controlar a exposição do projeto aos riscos.

Este é um processo contínuo durante toda a vida do projeto, pois riscos novos irão surgir, respostas dadas podem não ter sido eficazes, riscos não ocorreram etc. Portanto é fundamental o acompanhamento da execução do plano.

Através desse controle os riscos poderão ser reavaliados, a tendência verificada e o desempenho do projeto poderá ser medido e projetado. Todos os processos para medir a nova exposição aos riscos do projeto deverão ser refeitos.

3.2 ANÁLISE DO NÍVEL DE CONFIANÇA

No dia a dia de um projeto, quando soluções para um problema ou alternativas para uma determinada situação são apresentadas, ou para se fazer preço sobre determinado custo orçado, ou assumir que os objetivos de um projeto serão alcançados, ouve-se a mesma pergunta – Qual a garantia que existe nesta decisão?

Em outras palavras, o que se procura é o nível de confiança na escolha que será feita. Conforme discutido no capítulo 2, uma das melhores formas para medir o nível de confiança em uma decisão é determinar o seu Valor Esperado através da simulação de Monte-Carlo.

A Sistemática que será proposta trabalha com planilhas do Excel, utilizando o software Crystal Ball® para executar a simulação. Não é possível ter uma planilha única como modelo para a solução de qualquer problema. O que será mostrado é um processo de construção destas planilhas para solução dos problemas de análise de decisão.

Na utilização de planilhas para simulação, Goldman (2000) define que o modelo irá representar um processo com combinações de dados, variáveis, fórmulas e funções executadas através de células das planilhas.

3.2.1 O Modelo

No momento da criação de um modelo de simulação deve-se considerar a diferença entre um modelo de otimização e um modelo de simulação. Eppen et al. (2000, p. 507) descrevem estas diferenças da seguinte forma:

- Nos modelos de otimização os valores das variáveis de decisão são as saídas do modelo. O modelo providencia uma série de valores para as variáveis de decisão que maximize ou minimize o valor da função objetivo.
- Nos modelos de simulação os valores das variáveis de decisão são entradas do modelo. O modelo avalia a função objetivo para um particular conjunto de valores.⁶

Um modelo matemático de simulação desenvolvido para medir o nível de confiança depende, basicamente, de três elementos fundamentais:

1. Definição das variáveis de entrada do modelo;
2. Determinação dos tipos de variações a que estarão sujeitas as variáveis de entrada;
3. Os relacionamentos matemáticos das variáveis de entrada para produzir um determinado resultado (função objetivo) que será medido na forma de nível de confiança.

A tarefa mais difícil de ser realizada na montagem do modelo é a determinação das possíveis variações que poderão sofrer as variáveis de entrada. Durante a execução da simulação, serão calculados vários cenários levando-se em conta a variação das variáveis de entrada em função da definição do seu comportamento. Este comportamento é obtido pela representação das variáveis de entrada por curvas de densidade de probabilidade, conhecidas como PDF (Probability Density Function).

A definição do comportamento das variáveis de entrada em de uma PDF é muito facilitada com utilização do software Crystal Ball®, pois o mesmo apresenta uma galeria de curvas para a escolha como mostra a Figura 3.17.

Figura 3.17 – Galeria de curvas de distribuição – PDF
Fonte – Crystal Ball

A escolha da curva de distribuição deverá obedecer alguns critérios conhecidos sobre a utilização de cada curva, por exemplo:

⁶ Tradução Própria

Distribuição Uniforme – São três as condições características desta curva:

- Ter um valor mínimo fixo;
- Ter um valor máximo fixo;
- Todos os valores entre o mínimo e o máximo possuem a mesma probabilidade de ocorrência.

Distribuição Triangular – São três as condições características desta curva:

- Um número máximo de itens é fixado;
- Um número mínimo de itens é fixado;
- O mais provável número de itens fica entre o mínimo e o máximo, formando o desenho de um triângulo que indica que os valores mais próximos do mínimo e do máximo têm menos chances de ocorrerem do que aqueles próximos do valor mais provável.

Identificadas as variáveis de entrada e as curvas de distribuição, criam-se as células de saída do modelo, que terão relações matemáticas entre as células que contêm as variáveis de entrada.

Resta definir como determinar os valores que irão dar forma às curvas de distribuição das variáveis de entrada.

Normalmente a técnica utilizada é: trabalhando em conjunto com quem conhece muito bem o comportamento da variável que se está analisando, procura-se montar uma lista de tudo que seria necessário de informação, documentos, desenhos etc. para se ter certeza na estimativa ou comportamento da variável. Este conjunto de informações teoricamente seria a certeza absoluta na estimativa da variável de entrada. A partir deste ponto, através de um trabalho de questionamento e verificação, procura-se levantar a falta de quais informações ou documentos poderia levar a um nível de incerteza no comportamento ou estimativa da variável.

A continuidade desse processo terá como resultado uma lista de checagem contendo os limites de alta, média e baixa confiança no valor ou comportamento da variável de entrada. Esta lista será utilizada nas reuniões de validação e avaliação das previsões elaboradas.

Para ilustrar o processo, será mostrado um exemplo aplicado aos projetos de Bens de Capital. Este tipo de projeto é normalmente planejado e orçado dentro de uma visão matricial, como segue:

- O projeto é dividido em áreas conhecidas como disciplinas – Civil, Metálica, Mecânica, Elétrica, Tubulações e Instrumentação.
- O empreendimento é dividido em unidades denominadas de Prédio, Obra, Unidade ou qualquer outra referência utilizada pela empresa.
- As equipes técnicas elaboram o projeto e dimensionam as necessidades de equipamentos, materiais, serviços etc. para cada uma das Obras e Disciplinas.
- São solicitadas cotações ou utilizam-se dados disponíveis para a elaboração do orçamento de fornecimento de materiais e montagem para cada uma das Obras e Disciplinas.

Os resultados desse trabalho seriam várias planilhas (uma por Obra) do tipo mostrado na Figura 3.18.

OBRA - XXX		CIVIL	METÁLICA	MECÂNICA	ELÉTRICA	TUBULAÇÃO	INSTRUM.
Bases de Cálculo							
Custo de Fornec.							
Custo de Montagem							
Custo da Disciplina		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Custo Total Orçado		0,00					

Figura 3.18 – Modelo de planilha de cadastramento de obra

Nesse modelo, a pergunta fundamental é – Qual o nível de confiança nas informações que foram passadas para a realização dos orçamentos de custo, fornecimento e montagem? O cálculo do orçamento é feito sobre o projeto físico e baseado em uma série de informações que delimitam seu grau de confiança. Esta é a função da listagem de checagem, ou seja, conseguir identificar o nível de confiança, de quem está elaborando o projeto, nos dados fornecidos para fazer o orçamento.

Nos projetos de bens de capital, a lista de checagem está separada por disciplina. Na Figura 3.19 pode-se ver um exemplo desta lista.

CIVIL			
DOCUMENTO DE REFERÊNCIA	Alta Conf.	Média Conf.	Baixa Conf.
Sondagens	X	X	X
Lista de cargas estáticas e dinâmicas	X	X	NÃO
Lista de cargas no Pipe Rack	X	X	NÃO
Layout do prédio novo	X	X	X
Layout da unidade	X	X	X
Lista de equipamentos/data sheets	X	X	X
Desenhos de equipamentos - catálogos	X	NÃO	NÃO
Arranjos de plataformas metálicas	X	X	NÃO
Projeto underground	X	X	NÃO
Considerou drenagens pluviais industriais	X	X	X
Considerou acabamentos arquitetônicos	X	X	NÃO
Considerou hidro sanitário no limite bateria	X	X	X
Considerou incêndio dentro do prédio	X	X	NÃO
Considerou arruamento/pavimentação/urbanização	X	X	X
Elaborou memorial de cálculo - pré dimensionam.	X	X	NÃO
Usou índices históricos	NÃO	NÃO	X
Considerou normas e padrões	X	X	NÃO
Fez estudos de tie-ins	X	X	NÃO
Elaborou desenhos ou croquis de formas	X	NÃO	NÃO
Elaborou desenhos ou croquis de armadura	X	NÃO	NÃO
Incluiu em metálicas escadas corrimão g/corpo	X	X	PARCIAL
Considerou suportes e tubulação/elet/isnt	X	NÃO	NÃO
Considerou tie-ins de civil	X	X	NÃO
Considerou VAC	X	NÃO	NÃO
Considerou plataformas auxil. Acesso valv-ins	X	X	NÃO
Considerou itens miscelâneos	X	X	NÃO
Quantificou grouting dos chumbadores	X	X	NÃO

Figura 3.19 – Lista para avaliação da civil

A coluna nomeada com ‘Alta Conf.’ indica que se tudo o que está marcado com X foi feito ou checado, a variação do orçamento físico será muito pequena. Se acontecer o que está marcado na coluna ‘Média Conf.’, será uma indicação que o nível de confiança no orçamento físico é médio, e, finalmente se ocorrer o que está marcado na coluna ‘Baixa Conf.’ será uma indicação de baixo nível de confiança no orçamento físico.

Com o conhecimento da forma como os orçamentos são elaborados e tendo desenvolvido a lista de checagem da confiança nas informações utilizadas, complementa-se o modelo matemático para avaliar o nível de confiança por Obra. Esse modelo avalia a confiança no orçamento a partir do nível de confiança existente no projeto Físico e nos valores Financeiros, sendo estes subdivididos em custos de Fornecimento e Montagem.

Em reuniões com as equipes do projeto, procura-se identificar o modelo mental que é utilizado para avaliar cada obra e desta forma transformá-lo em modelo matemático. O que ficou claro é que para cada Obra existia uma “unidade” predominante que servia de base para a avaliação da equipe, ou seja, esta seria a

unidade quantitativa que variaria em função da confiança nas informações disponíveis. Alguns exemplos:

- Para determinada Obra na disciplina Instrumentação, a unidade era número de pontos de coleta. Para outra, onde estavam sendo instalados equipamentos, a unidade era unitária;
- Para determinada Obra na disciplina Civil, a unidade era toneladas; em outra, metros quadrados;
- Para determinada Obra na disciplina Elétrica, a unidade era metros lineares. Para outra, onde estava sendo instalada uma subestação, era a quantidade de itens;
- Para determinada Obra nas disciplinas Mecânica e Tubulação, a unidade básica era o Quilograma.

Com esse levantamento, complementa-se o modelo matemático para capturar as avaliações onde o componente 'Físico' será representado pelo quantitativo de cada Disciplina. Para cada Obra será efetuado um levantamento e definida a unidade física que seria representativa do que será executado. Quando as informações do projeto forem passadas para a equipe que elabora o orçamento, ela também calculará o quantitativo da unidade de medida que representa aquela obra. O resultado deste trabalho ficará registrado na planilha da Figura 3.20.

OBRA - XXX		CIVIL	METÁLICA	MECÂNICA	ELÉTRICA	TUBULAÇÃO	INSTRUM.
Bases de Cálculo							
Quantidade							
Unidade							
Custo de Fornec.							
Custo de Montagem							
Valoração							
Custo Unitário de Fornec.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Custo Unitário de Montagem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Custo da Disciplina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Custo Total Orçado	0,00						

Figura 3.20 – Modelo de cadastramento de obra para simulação

Nessa planilha serão automaticamente calculados os custos unitários de fornecimento e montagem para cada disciplina e totalizando-se o custo total das Disciplinas e da Obra. Com isso, elaborou-se o modelo matemático para simulação do orçamento, assim definido:

- ✓ **Variáveis de Entrada** – Quantidade, Custo Unitário de Fornecimento e Custo Unitário de Montagem.
- ✓ **Variável de Saída** – $\text{Custo Total Orçado} = \sum (\text{Quantidade} \times \text{Custo Unitário de Fornecimento} + \text{Quantidade} \times \text{Custo Unitário de Montagem})$, para todas as disciplinas.

Na Figura 3.21 encontra-se um exemplo preenchido desta planilha com as variáveis marcadas em vermelho e relevo.

PRÉDIO - 005	CIVIL	METÁLICA	MECÂNICA	ELÉTRICA	TUBULAÇÃO	INSTRUM.
Bases de Cálculo						
Quantidade	112,00	69.210,00	39,50	6.387,00	23.433,68	750,00
Unidade	m3	Kg	ton	m lineares	kg	um
Custo de Fornec.	8.498,09	152.181,27	452.139,62	32.356,42	133.734,94	500.000,00
Custo de Montagem	91.053,20	82.990,95	33.032,51	52.178,23	133.434,28	150.000,00
Valoração						
Custo Unitário de Fornec.	75,88	2,20	11.446,57	5,07	5,71	666,67
Custo Unitário de Montagem	812,98	1,20	836,27	8,17	5,69	200,00
Custo da Disciplina	99.551,29	235.172,22	485.172,13	84.534,65	267.169,22	650.000,00
Custo Total Orçado	1.821.599,52					

Figura 3.21 – Exemplo de obra valorada para a simulação

Com o modelo pronto, o próximo passo será determinar como executar a simulação das variáveis de entrada e acompanhar os efeitos nas variáveis de saída, ou seja, determinar a forma e os valores das PDF's de entrada do modelo.

Após análise de dados históricos de projetos anteriores e com base em entrevistas com a equipe do projeto, concluiu-se que o melhor processo para avaliar as variáveis de entrada seria modelá-las como uma distribuição triangular utilizando-se a listagem de checagem para determinar as variações das medidas **otimistas, mais provável e pessimista**.

Como Grey (2003, p. 28) afirmou: “Existe um bom princípio geral para modelagem: sempre faça as coisas mais simples possíveis. Nós normalmente estaremos procurando por uma curva PDF que se inicia em zero, cresce até um pico e depois cai para zero. A curva mais simples que faz isso é a PDF Triangular”.⁷

Grey (2003) complementou que a PDF Triangular é um modelo suficiente para a grande maioria das situações práticas. Não existe a necessidade de se usar nada mais complexo ou difícil que ela. A sua utilização tem também a vantagem de facilitar o entendimento de qualquer um sobre o modelo. No modelo nada excederá

⁷ Tradução própria

ao máximo ou cairá abaixo do mínimo e o valor mais provável é mais importante do que os extremos.

Através de reuniões seletivas com as equipes responsáveis por cada disciplina e na presença de um Facilitador⁸, para cada Obra será executada uma avaliação do nível de confiança nas informações quantitativas fornecidas para a elaboração do orçamento, denominado de 'Físico'. O objetivo será determinar, questionando a existência ou não dos dados e informações contidas na listagem de checagem, qual a variação percentual em relação aos dados quantitativos fornecidos para a elaboração do orçamento.

O primeiro valor avaliado será o **mais provável**. Em função das informações disponíveis deverá ser informada a variação em percentual da Quantidade usada para a elaboração do orçamento (a mais provável); dessa forma será recalculada a Quantidade orçada. Em seguida, procura-se obter a variação percentual (que incidirá sobre a quantidade mais provável recalculada) para as avaliações **pessimista** e **otimista**.

Para facilitar a execução do modelo, essas informações serão preenchidas na mesma planilha, conforme é mostrado na Figura 3.22.

PRÉDIO - 005						
	CIVIL	METÁLICA	MECÂNICA	ELÉTRICA	TUBULAÇÃO	INSTRUM.
Bases de Cálculo						
Quantidade	112,00	69.210,00	39,50	6.387,00	23.433,68	750,00
Unidade	m3	Kg	ton	m lineares	kg	um
Custo de Fornec.	8.498,09	152.181,27	452.139,62	32.356,42	133.734,94	500.000,00
Custo de Montagem	91.053,20	82.990,95	33.032,51	52.178,23	133.434,28	150.000,00
Valoração						
Custo Unitário de Fornec.	75,88	2,20	11.446,57	5,07	5,71	666,67
Custo Unitário de Montagem	812,98	1,20	836,27	8,17	5,69	200,00
Custo da Disciplina	99.551,29	235.172,22	485.172,13	84.534,65	267.169,22	650.000,00
Custo Total Orçado	1.821.599,52					
Avaliação						
Físico						
Otimista (%)	-2%	-1%	-2%	0%	-1%	-3%
+ Provável (%)	3%	0%	10%	5%	5%	10%
Pessimista (%)	2%	1%	5%	5%	5%	3%

Figura 3.22 – Modelo de Avaliação do 'Físico' da Obra

De acordo com o modelo, toda a avaliação do projeto físico vai influenciar a quantidade que foi dimensionada para cada disciplina, ou seja, estas variações vão atuar sobre as quantidades de forma percentual para redefinir os valores, otimista,

⁸ **Facilitador** – pessoa habilitada para conduzir reuniões visando atingir um objetivo, utilizando-se de várias técnicas tais como: Brainstorming, Delphi, etc.

mais provável e pessimista. Estes valores servirão de entrada para distribuição triangular que foi definida para a Quantidade de cada uma das Disciplinas.

A Figura 3.23 mostra como essa vinculação é efetuada, utilizando-se o software Crystal Ball. A célula D28 é onde se encontra o valor otimista (Minimum), a célula D30 (Likeliest) o mais provável e a célula D32 (Maximum) o pessimista.

Figura. 3.23 – Exemplo de distribuição triangular para o 'Físico'
Fonte – Crystal Ball

Para as outras duas variáveis de entrada, Custo Unitário de Fornecimento e Custo Unitário de Montagem, realizou-se vários levantamentos de dados históricos em reuniões com a equipe de Compras.

Verificou-se que a melhor forma de representar as variações seria também através de uma distribuição triangular, sendo que as porcentagens **Otimistas**, **Mais Provável** e **Pessimista** seriam obtidas através de reuniões de avaliação realizadas com a equipe de compras.

Para estas reuniões foram tabulados vários dados de custos unitários em projetos recentes e no mercado para que através do questionamento dos números, em função dos volumes envolvidos, características do projeto, variações cambiais, experiência de negociação com os fornecedores, pudessem ser estimadas as variações.

Após essas reuniões de avaliação, a planilha de cada prédio ficará como o exemplo na Figura 3.24, onde os percentuais da avaliação estão mostrados em relevo e vermelho.

PRÉDIO - 005		CIVIL	METÁLICA	MECÂNICA	ELÉTRICA	TUBULAÇÃO	INSTRUM.
Bases de Cálculo							
Quantidade	112,00	69.210,00	39,50	6.387,00	23.433,68	750,00	
Unidade	m3	Kg	ton	m lineares	kg	um	
Custo de Fornec.	8.498,09	152.181,27	452.139,62	32.356,42	133.734,94	500.000,00	
Custo de Montagem	91.053,20	82.990,95	33.032,51	52.178,23	133.434,28	150.000,00	
Valoração							
Custo Unitário de Fornec.	75,88	2,20	11.446,57	5,07	5,71	666,67	
Custo Unitário de Montagem	812,98	1,20	836,27	8,17	5,69	200,00	
Custo da Disciplina	99.551,29	235.172,22	485.172,13	84.534,65	267.169,22	650.000,00	
Custo Total Orçado	1.821.599,52						
Avaliação							
Físico							
Otimista (%)	-2%	-1%	-2%	0%	-1%	-3%	
+ Provável (%)	3%	0%	10%	5%	5%	10%	
Pessimista (%)	2%	1%	5%	5%	5%	3%	
Fin. Fornecedor							
Otimista (%)	-5%	-2%	-5%	-5%	-5%	-5%	
+ Provável (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Pessimista (%)	2%	10%	10%	2%	2%	10%	
Fin. Montagem							
Otimista (%)	-10%	-5%	-5%	-2%	-2%	-5%	
+ Provável (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Pessimista (%)	2%	3%	2%	5%	5%	2%	

Figura 3.24 – Modelo de avaliação do 'Fornecimento' e 'Montagem'

Através da variação percentual do custo unitário Mais Provável, o seu valor será recalculado e, em seguida, com base neste novo valor, serão recalculados os valores Otimista e Pessimista para o Custo Unitário de Fornecimento e o Custo Unitário de Montagem.

A Figura 3.25 mostra como essa vinculação é efetuada, utilizando-se o software Crystal Ball® para o Custo de Fornecimento da Civil. A célula D36 é onde se encontra o valor otimista (Minimum), a célula D38 (Likeliest) o mais provável e a célula D40 (Maximum) o pessimista.

Fig. 3.25 – Exemplo de distribuição triangular para o 'Fornecimento'
Fonte – Crystal Ball

A Figura 3.26 mostra como essa vinculação é efetuada, utilizando-se o software Crystal Ball® para o Custo de Montagem da Civil. A célula D44 é onde se encontra o valor otimista (Minimum), a célula D46 (Likeliest) o mais provável e a célula D48 (Maximum) o pessimista.

A Figura 3.26 mostra como essa vinculação é efetuada, utilizando-se o software Crystal Ball® para o Custo de Montagem da Civil. A célula D44 é onde se encontra o valor otimista (Minimum), a célula D46 (Likeliest) o mais provável e a célula D48 (Maximum) o pessimista.

Após a elaboração das avaliações para todas as Obras, as planilhas estarão prontas para execução do processo de simulação e obtenção dos possíveis resultados esperados para o custo orçado de cada Obra e também do empreendimento como um todo.

O resultado dessa simulação será uma Curva de Distribuição Acumulada de Probabilidades dos custos previstos para cada Obra e também poderá ser mostrada a curva de distribuição dos custos por Disciplina da Obra, como na Figura 3.27, onde se encontra a curva para os custos da Civil na Obra-005.

Figura 3.26 – Exemplo de distribuição triangular para a 'Montagem'
Fonte – Crystal Ball

Figura 3.27 – Curva de distribuição acumulada dos custos da Civil
Fonte – Crystal Ball

Na planilha da Figura 3.24 o custo estimado para a disciplina Civil é de \$ 99.551,29. Através da simulação, o custo esperado estará entre \$ 94.790,63 e \$ 105.942,47, que é o chamado intervalo de confiança, com uma variação de aproximadamente 12%. Também se verifica que existem 45,56% de probabilidade que os custos da Disciplina Civil fiquem no máximo em \$ 99.967,77, que é o Valor Esperado.

Observando-se agora o que acontece com os valores orçados para a Obra 005, obtém-se a Figura 3.28. Na planilha da Figura 3.24, o custo total estimado para a Obra 005 é de \$ 1.821.599,52. Através da simulação, o custo esperado estará entre \$ 1.876.950,45 e \$ 1.966.329,04, que é o chamado intervalo de confiança, com uma variação de aproximadamente 4,8%.

Figura 3.28 – Curva de distribuição acumulada de todos os custos da Obra
Fonte – Crystal Ball

Também se verifica que existem 52,01% de probabilidade que os custos da Obra 005 fiquem no máximo em \$ 1.910.862,01, que é o Valor Esperado. Executando-se a simulação para todas as Obras, obtém-se a curva de distribuição acumulada das probabilidades para o empreendimento como um todo.

No próximo capítulo será mostrada a sistemática sendo empregada em um projeto real.

4 A APLICAÇÃO EM CASOS REAIS

Neste capítulo serão apresentados alguns casos de utilização das sistemáticas para Identificação, Análise dos Riscos de Projeto e Avaliação do Nível de Confiança. Por motivo de confidencialidade, os nomes das empresas não serão reais e em alguns casos ocorreram alterações em valores financeiros.

4.1 UMA EMPRESA NA ÁREA DE TECNOLOGIA

A NMS, que é um dos maiores provedores de soluções de informática, decidiu descentralizar seus serviços e o suporte aos seus clientes por várias regiões do país. Devido à complexidade dessa operação e o impacto nos negócios que falhas poderiam acarretar, este foi o primeiro projeto da empresa no qual a sistemática de gerenciamento dos riscos deveria ser utilizada.

O projeto foi alocado sob controle da diretoria e executado por diversos fornecedores. A WBS do projeto foi dividida conforme mostra a Figura 4.1.

Figura 4.1 – WBS do projeto NMS

Para apresentação da utilização da sistemática de gerenciamento dos riscos, vamos considerar apenas o item da WBS, 'Migração/Instalação do Escritório Central e Filiais', que foi desdobrado como mostrado na Figura 4.2.

Figura 4.2 – WBS de controle

Como não é possível neste documento descrever todo o conhecimento do projeto, torna-se necessário que algumas considerações importantes sejam listadas para que a análise dos riscos do projeto apresentada seja compreensível.

- ✓ **Preparação dos Sites no Escritório Central e Filiais** – é de responsabilidade da NMS garantir que todos os sites estarão apropriadamente equipados e prontos para receber as instalações elétricas e físicas.
- ✓ **Instalação e integração do hardware e software para todos os sites** – A integração HW & SW será executada nas instalações da Integra Inc. (Prestador de serviços subcontratado) e por ela enviada para os sites destinos. A importação da UK (Países do Reino Unido), dos equipamentos de OCR e tratamento de imagens, serão de responsabilidade da NMS. A Integra Inc. não possui escritórios nem filiais em todos os locais onde se localizam os sites.
- ✓ **Integração das Redes e Start-up** – Todo o serviço de lançamento e instalação dos cabos de sinal e suas conexões será executado por subcontratados dos locais onde os sites se encontram e deverão obedecer aos padrões internacionais.

- ✓ **Treinamentos** – Os treinamentos deverão ser ministrados para os funcionários e clientes nos próprios sites da NMS. Existe a necessidade de alguns dos treinamentos serem em inglês.
- ✓ **Migração das aplicações atuais para todos os sites** – Os serviços para portar ou reescrever as aplicações atuais serão de responsabilidade da XF Inc. com sede na Índia. Esta empresa possui grande experiência na conversão de programas escritos em COBOL.
- ✓ **Integração das novas aplicações** – O desenvolvimento das novas aplicações necessárias para suportar o modelo de negócio será feito pela Verona Inc. dos Estados Unidos, que mantém sua equipe de desenvolvimento na Índia. Eles são especialistas em aplicações OCR e tratamento de imagens.
- ✓ **Migração dos Sistemas Legados** – O sistema legado, que não sofrerá grandes alterações, deverá ser migrado durante a fase de aceitação e testes. A aceitação da migração somente ocorrerá após um prazo de 3 meses de operação em paralelo. Esta migração será feita pela SOFT Inc. de Frankfurt, que será responsável também pelo software de conversão das bases de dados.
- ✓ **Testes On-Site** – Todos os sites precisam ser testados e aceitos antes do início dos testes de aceitação da migração. Os testes de aceitação serão executados através do site do Escritório Central. A Diretoria solicitou um período de 3 meses de operação paralela antes da passagem total para o novo ambiente e que esse período ocorresse 6 meses antes da total retirada dos equipamentos obsoletos.

4.1.1 Uma Visão do Escopo da Solução

Para a NMS, o mundo Open System (Sistemas abertos UNIX e Windows) é uma realidade competitiva da qual ela não poderá fugir; porém, a mudança das

plataformas tecnológicas atuais envolve não só tecnologia, mas também alteração na forma de como ela faz negócios – é uma mudança cultural na empresa.

Para que essa mudança não acarrete grande impacto nos negócios, a NMS pretende caminhar, no mínimo, em duas fases para o mundo Open System e deseja que todas as suas aplicações atuais sejam aderentes a esse mundo.

Fase 1:

- Autonomia parcial inicial às Filiais.
- Duração estimada em 12 meses.
- Introduzir o conceito de Cliente/Servidor em todas as filiais, seguindo uma distribuição balanceada de produção entre o Escritório Central e as Filiais.
- Processar os dados brutos localmente, utilizando a última tecnologia de OCR disponível. Os dados capturados serão transmitidos das filiais para a Divisão de Produção no Escritório Central.
- Desenvolvimento do software de OCR necessário para a aplicação.
- Transferir, portar e/ou reescrever os Relatórios Estatísticos Customizados e outros softwares de aplicação.
- Introduzir as facilidades locais para que cada Filial possa produzir os Relatórios Estatísticos Customizados.
- Reorganizar e adaptar a Divisão de Produção do Escritório Central para acomodar a supressão da entrada de dados, que foi transferida para as filiais, que irá gerar uma redução de 50% nas atividades.

Fase 2:

- Autonomia total às Filiais.
- Introduzir o ambiente EWP (Enterprise Wide Processing) permitindo a descentralização total da produção para as filiais e reorganizar a Divisão de Produção do Escritório Central para se tornar uma unidade de gerenciamento de informações.
- Expandir as facilidades locais das filiais para obter capacidade total de processamento.

- Implementar dentro da Divisão de Produção as atividades de Gerenciamento de Redes, Administração de Dados e Sistemas.

O Escritório Central e duas filiais serão utilizados para os testes de aceitação. Todas as 7 filiais deverão estar instaladas durante os testes de aceitação e prontas para entrar em produção no final da Fase 1.

Os principais requerimentos constantes na documentação do projeto estão sumarizados a seguir:

1. Descentralizar a produção do Escritório Central para as Filiais – Cada Filial deverá ter completa responsabilidade pelo projeto, desenvolvimento e produção das necessidades específicas dos clientes.
2. Implementar uma Rede Local e Global na Arquitetura Cliente/Servidor – Entre a NMS e seus clientes deverá ser implementada uma arquitetura que combine VAN (Value Added Network) com WAN (Wide Area Network) e LAN (Local Area Network). O NMP (Network Management Protocol) a ser utilizado deverá permitir o gerenciamento e monitoramento de todos os dispositivos conectados nesta arquitetura.
3. Um total de 2.550 programas deverá ser portado para a nova base de processamento. Cerca de 5.100 programas deverão ser reescritos para a nova base de processamento.
4. A migração de dados envolverá 3.200 arquivos com um total de 153.000 Mbytes.
5. Novas aplicações deverão ser desenvolvidas para os equipamentos de OCR e tratamento de imagens.
6. Treinamentos formais deverão ser ministrados para o pessoal de suporte, usuários e pessoal operacional envolvendo UNIX, novos sistemas, administração de redes, operação etc

4.1.2 A Sistemática

Nessa empresa, o gerenciamento dos riscos se concentrou sobre as ameaças ao projeto e, portanto, a sistemática adotada para identificação e análise qualitativa dos riscos de projeto foi a mesma apresentada no capítulo 3.

Para apresentação dos resultados da aplicação dessa sistemática no projeto da NMS, serão considerados apenas os itens que fazem parte da 'Migração/Instalação do Escritório Central e Filiais' na WBS.

Passo 1 – Identificação das métricas na WBS/EAP

- Para cada item de controle da WBS/EAP foram identificadas as várias métricas que seriam utilizadas durante a vida do projeto;
- Alguns exemplos dessas métricas foram a quantidade de gates a serem integrados (esperada na ordem de 200), quantidade de aplicações a serem migradas (esperada por volta de 2.500), quantidade de pontos a serem testados simultaneamente (esperado na ordem de 250) etc.

Passo 2 – Determinação do impacto das variações das métricas

- Utilizando-se uma Metalinguagem do tipo – 'Como resultado de <Causa>, pode ocorrer <Evento de Risco>, o que acarretaria <Consequência>' – descrita no capítulo 3, identificaram-se os possíveis eventos de riscos (Variações das métricas de controle) em cada nível de controle da WBS.
- Para cada evento possível, executou-se a avaliação do intervalo de variação das métricas de controle (Risco) que poderiam impactar (Consequência) o Escopo, Prazo, Custo e Qualidade finais do projeto. Somente as variações, cujo impacto estivessem fora dos limites aceitos pelos stakeholders, foram consideradas eventos de riscos do projeto.
- Os eventos de riscos identificados por esta sistemática são denominados de Riscos de Vulnerabilidade.
- Para esses eventos de risco, de acordo com a sistemática, dividiu-se a faixa de variação em três níveis, denominados Baixo, Médio e Alto Risco. Nas métricas mostradas no Passo 1 temos como exemplo: menos que 50

gates a serem integrados = Baixo Risco; entre 50 e 200 gates = Médio Risco; acima de 200 gates = Alto Risco.

Passo 3 – Documentação dos riscos de vulnerabilidade do projeto

- Para cada risco de vulnerabilidade identificado foi preenchido o cadastro de riscos do projeto, como mostra a Figura 4.3.

Data da Identificação: 12-mar-03	DESCRIÇÃO	Recursos para integração de todas as redes ao Escritório Central											
Período de Ocorrência: 01-jul-04 a 31-dez-04	<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Mensuração do Risco</th> </tr> <tr> <td>Baixo</td> <td>Médio</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>< 50 gates</td> <td>de 50 a 200 gates</td> <td>> 200 gates</td> </tr> </table>				Mensuração do Risco			Baixo	Médio	Alto	< 50 gates	de 50 a 200 gates	> 200 gates
Mensuração do Risco													
Baixo	Médio	Alto											
< 50 gates	de 50 a 200 gates	> 200 gates											
Responsável: Luiz Pedroso													
Impacto: R\$0,00													
Item da WBS:													
Item da RBS:													
Ferramentas de Controle do Risco Fazer um estudo detalhado do escopo para verificar qual será realmente o número de pontos a serem integrados. Deverá ser verificada a situação atual dos novos sistemas que entrarão para estabelecer esta quantidade.	Objetivos do Projeto que serão afetados Alto Risco - Não temos recursos internos qualificados e suficientes para uma integração deste porte ao mesmo tempo; impacto no prazo, custo e provavelmente qualidade. Médio Risco - Nesta faixa poderemos fazer com recursos próprios porém teremos que verificar, conforme a quantidade, o comprometimento no prazo e custo. Baixo Risco - Sem problemas na execução.												

Figura 4.3 – Cadastro de um risco do projeto

- Com auxílio da RBS (Explicada no capítulo 2 e mostrada na Figura 4.4) também foram identificadas e documentadas as causas (último nível da RBS), que poderiam fazer com que as métricas não fossem atingidas. Classificaram-se as possibilidades de ocorrência das causas, para cada item de controle da WBS como Alta, Média e Baixa, conforme a Figura 4.5.

AMBIENTAIS	Relação Cliente - Fornecedor Mudanças Organizacionais Estabilidade da estratégia do Subcontratado Faltas, Doenças, Acidentes, Morte em Família Impactos Políticos e Legais Conflitos Mundiais, Desastres Naturais Eventos Sociais Regulamentos Internacionais e Nacionais Recessão, Crash no Mercado de Ações, Inflação
TÉCNICO REQUERIMENTOS	Exequíveis Consistentes Interfaces Dividido em Fases Claro e sem possibilidade de má interpretação
COMPLEXIDADE	Integração de vários padrões de aplicações Performance Mudanças de produtos padrão Interfaces claramente e bem definidas Dificuldade de implementação das funções Configuração Complexidade das funções a serem implementadas
SINGULARIDADE	Problema ou função totalmente nova Potencial de reuso Escolha da tecnologia

Figura 4.4 – RBS utilizada na identificação das causas dos riscos

Item	Causa	Possib. de Ocorrência	Descrição
1	Falta de recursos internos, quantidade e qualificado	Alta	Em alguns sites poderemos não ter os recursos necessários e ou não qualificados para as atividades de integração
2	Terceiro não possui filial no local do site	Média	Nos sites em que o terceiro não tiver escritório poderemos ter problemas e execução e suporte
3	Quantidade real dos novos sistemas que serão instalados	Baixa	Como ainda não foi feito um levantamento por site poderemos ter impacto nos prazos de migração

Figura 4.5 – Exemplo de documentação das causas dos riscos

Passo 4 – Avaliação dos riscos de vulnerabilidade

- Neste Passo, a equipe decidiu, de acordo com as características do projeto, como os Riscos seriam gerenciados durante a vida deste, montando uma estrutura hierárquica para seu gerenciamento. Nesta sistemática, essa estrutura foi dividida em níveis denominados Domínios, Características e Eventos de Riscos, como apresentado no capítulo 3.
- Foram analisados todos os riscos identificados e montada a estrutura para seu gerenciamento.

- Seguindo essa estrutura os riscos, foram documentados na planilha ‘Risco de Vulnerabilidade – Avaliação’, como mostra o exemplo na Figura 4.6.

Risco de Vulnerabilidade - Avaliação						
Id. Projeto		Descrição do Projeto				Data
		NMS MIGRAÇÃO E INSTALAÇÃO				1/mar
Domínio	TÉCNICO					Pontos
Característica	Migr/Instal do Escrit Central e Filiais					Pontos
Escala para Medir o Risco						
Evento de Risco	Baixo	1	Médio	3	Alto	7
Rec p/ Integr.	< 50 gt		50 - 200 gt		> 200 gt	
Qualificação do RH	Qualificado				Não Qualif	
Crterios de aceitação	> 125 pts		125 - 280 pts		< 280 pts	
Característica	Integração das Aplicações					Pontos
Escala para Medir o Risco						
Evento de Risco	Baixo	1	Médio	3	Alto	7
Atend.às normas	Sim				Não	
Quantd. De Aplic.	< 1000		1000 - 3000		> 3000	
Disponib. p/ testes	Alta		Média		Baixa	

Figura 4.6 – Cadastramento dos riscos de vulnerabilidade

- De acordo com a sistemática descrita no capítulo 3, multiplicou-se a quantidade de eventos de risco por 7 (Risco Alto) para obtenção da maior pontuação de risco do projeto, no momento. Em seguida, utilizando-se a planilha ‘Riscos de Vulnerabilidade – Resumo’ dividiu-se esta pontuação em tercís, obtendo-se as faixas para medição do risco do projeto. O resultado deste processo pode ser visto na Figura 4.7, onde, no momento da identificação dos riscos, foram encontrados 170 eventos de risco.

Risco de Vulnerabilidade - Resumo		
Id. Projeto		Data
NMS MIGRAÇÃO E INSTALAÇÃO		1/mar
Pontuação Total Máxima do Projeto = 1190		
Tercil 1 (1 a 25%)	Tercil 2 (26% a 50%)	Tercil 3 (51% a 100%)
1 a 297	298 a 595	596 a 1190
Risco Baixo	Risco Médio	Risco Alto

Figura 4.7 – Pontuação máxima dos riscos de vulnerabilidade

- A seguir foi efetuada a avaliação do que poderia acontecer com cada evento de risco, tomando-se como base as informações disponíveis do projeto no momento. Essa avaliação foi feita marcando-se com um 'X' as colunas identificadas com Alto, Médio ou Baixo Risco na planilha 'Risco de Vulnerabilidade – Avaliação'.
- Totalizaram-se os pontos marcados, nos Eventos de Riscos, por Características e em seguida por Domínio, obtendo-se o resultado mostrado na Figura 4.8.

Risco de Vulnerabilidade - Avaliação						
Id. Projeto		Descrição do Projeto				Data
		NMS MIGRAÇÃO E INSTALAÇÃO				1/mar
Domínio		TÉCNICO				Pontos 230
Característica		Migr/Instal do Escrit Central e Filiais				Pontos 11
Escala para Medir o Risco						
Evento de Risco	Baixo	1	Médio	3	Alto	7
Rec p/ Integr.	< 50 gt	X	50 - 200 gt		> 200 gt	
Qualificação do RH	Qualificado				Não Qualif	X
Crítérios de aceitação	> 125 pts		125 - 280 pts	X	< 280 pts	
Característica		Integração das Aplicações				Pontos 7
Escala para Medir o Risco						
Evento de Risco	Baixo	1	Médio	3	Alto	7
Atend.às normas	Sim	X			Não	
Quantd. De Aplic.	< 1000		1000 - 3000	X	> 3000	
Disponib. p/ testes	Alta		Média	X	Baixa	

Figura 4.8 – Avaliação dos riscos de vulnerabilidade

- As totalizações de todos os Domínios foram transcritas na planilha 'Risco de Vulnerabilidade – Resumo', obtendo-se o total de pontos para todos os Domínios. Essa pontuação de risco do projeto no momento é comparada com a escala de Tercis indicando o Fator de Vulnerabilidade do Projeto. Essa avaliação é mostrada na Figura 4.9.

Risco de Vulnerabilidade - Resumo											
Id. Projeto	Descrição do Projeto	Data									
	NMS MIGRAÇÃO E INSTALAÇÃO	1/mar									
Pontuação Total Máxima do Projeto		= 1190									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tercil 1 (1 a 25%)</th><th>Tercil 2 (26% a 50%)</th><th>Tercil 3 (51% a 100%)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 a 297</td><td>298 a 595</td><td>596 a 1150</td></tr> <tr> <td>Risco Baixo</td><td>Risco Médio</td><td>Risco Alto</td></tr> </tbody> </table>			Tercil 1 (1 a 25%)	Tercil 2 (26% a 50%)	Tercil 3 (51% a 100%)	1 a 297	298 a 595	596 a 1150	Risco Baixo	Risco Médio	Risco Alto
Tercil 1 (1 a 25%)	Tercil 2 (26% a 50%)	Tercil 3 (51% a 100%)									
1 a 297	298 a 595	596 a 1150									
Risco Baixo	Risco Médio	Risco Alto									
Descrição dos Domínios		Pontos									
Terceiros		190									
Financeiro		80									
Treinamento		100									
Técnico		230									
Integração Novas Aplicações		140									
Pontuação Total		740									
Fator de Vulnerabilidade do Projeto		ALTO									

Figura 4.9 – Determinação do Fator de Vulnerabilidade

Passo 5 – Análise da avaliação dos riscos de vulnerabilidade

- Os passos de 1 a 4 foram executados periodicamente durante o ciclo de vida do projeto. A cada execução obteve-se uma nova pontuação total de risco do projeto que foi utilizada para verificação da tendência dos riscos no projeto através de um gráfico contendo a pontuação no tempo.
- O resultado da avaliação mostrado na Figura 4.9 contém algumas informações importantes para o gerenciamento dos riscos do projeto. Através da análise da pontuação encontrada para cada Domínio obteve-se a priorização das áreas de maior risco para o projeto; nesse caso, a ordem decrescente é: Técnico (230 pontos), 31% dos riscos do projeto é causado por este Domínio; Terceiros (190 pontos), 25% dos riscos; Integração (140 pontos), 18% dos riscos; Treinamento (100 pontos), 14% dos riscos e Financeiro (80 pontos) 12% dos riscos.
- Focando-se no Domínio Técnico, por exemplo, na Figura 4.8 identificou-se qual Característica tem maior pontuação dentro do Domínio, e dentro dessa Característica foram desenvolvidas respostas para os riscos assinalados como 'Alto'. Esta é a forma como essa sistemática priorizou os riscos que mereciam atenção.

Passo 6 – Documentação dos riscos potenciais

- Durante a identificação dos riscos de vulnerabilidade, foram descobertas causas de risco, externas ao projeto, e que poderiam ocorrer independente da existência do projeto. Essas causas são denominadas, por essa sistemática, como Riscos Potenciais ao projeto. Esses riscos também foram identificados através do processo de questionamento 'E se ...' (What If?). A forma de se trabalhar com esses riscos foi apresentada no capítulo 3.
- Através do processo de identificação e com a relação das causas de risco de vulnerabilidade que são externas ao projeto, foram documentados os Riscos Potenciais do projeto, utilizando-se a planilha 'Riscos Potenciais – Avaliação'. Foi preenchida uma planilha para cada risco identificado, como mostra a Figura 4.10.

Riscos Potenciais - Avaliação																															
Id. Projeto	Descrição do Projeto		Data																												
	NMS MIGRAÇÃO E INSTALAÇÃO		1/mar																												
Nº Item	Descrição dos Itens de Risco Potencial																														
1	Greve nos Prestadores de Serviços da																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Possíveis Causas</th> <th colspan="3">Grade de Risco</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Probabilidade</td> <td>A</td> <td>Médio</td> <td>Alto</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>Baixo</td> <td>Médio</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Baixo</td> <td>Baixo</td> <td>Open</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>B</td> <td>M</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="3">IMPACTO</td> </tr> </tbody> </table>				Possíveis Causas		Grade de Risco			Probabilidade	A	Médio	Alto	Alto	M	Baixo	Médio	Alto	B	Baixo	Baixo	Open			B	M	A			IMPACTO		
Possíveis Causas		Grade de Risco																													
Probabilidade	A	Médio	Alto	Alto																											
	M	Baixo	Médio	Alto																											
	B	Baixo	Baixo	Open																											
		B	M	A																											
		IMPACTO																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Classificação do Risco Potencial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Classificação do Risco Potencial																											
Classificação do Risco Potencial																															

Figura 4.10 – Exemplo de documentação dos riscos potenciais

- Após o cadastramento, a equipe do projeto discutiu sobre as possíveis causas que poderiam deflagrar o problema, com o objetivo de nivelar o conhecimento da real possibilidade de sua ocorrência. Documentou-se na planilha todas as possíveis causas encontradas, como mostra a Figura 4.11.

Riscos Potenciais - Avaliação

Id. Projeto	Descrição do Projeto	Data
	NMS MIGRAÇÃO E INSTALAÇÃO	1/ mar
Nº Item	Descrição dos Itens de Risco Potencial	
1	Greve nos Prestadores de Serviços da	

Possíveis Causas
Problemas Salariais; Condições do local de trabalho; Prestador de serviço sem estrutura trabalhista; Disputas religiosas

				Grade de Risco		
Probabilidade		A	M	B		
		Médio	Alto	Alto		
		Baixo	Médio	Alto		
		Baixo	Baixo	Open		
		B	M	A		
		IMPACTO				

Classificação do Risco Potencial

Figura 4.11 – Documentação das causas de riscos potenciais

Passo 7 – Avaliação dos riscos potenciais

- Para cada risco potencial identificado, a equipe do projeto analisou a possibilidade de sua ocorrência e o impacto que haveria sobre os objetivos do projeto (Escopo, Prazo, Custo e Qualidade). Foi assinalado na matriz de impacto de riscos (Grade de Risco na planilha) de forma qualitativa (A-alto, M-médio, B-baixo) o que poderia acontecer ao projeto, ou seja, no cruzamento da avaliação da probabilidade com o impacto obteve-se o que nessa sistemática é denominada 'Classificação do Risco Potencial'.
- Um exemplo dessa avaliação pode ser visto na Figura 4.12, onde grau do risco potencial analisado foi 'Alto'. As ações que foram desenvolvidas como respostas para cada risco potencial, em função da classificação encontrada, seguiram o descrito no capítulo 3.

Riscos Potenciais - Avaliação																													
Id. Projeto	Descrição do Projeto	Data																											
	NMS MIGRAÇÃO E INSTALAÇÃO	1/mar																											
Nº Item	Descrição dos Itens de Risco Potencial																												
1	Greve nos Prestadores de Serviços da																												
<table><tr><th>Possíveis Causas</th><th>Grade de Risco</th></tr><tr><td>Problemas Salariais; Condições do local de trabalho; Prestador de serviço sem estrutura trabalhista; Disputas religiosas</td><td><table><tr><td rowspan="3">Probabilidade</td><td>A</td><td>Médio</td><td>Alto</td><td>Alto</td></tr><tr><td>M</td><td>Baixo</td><td>Médio</td><td>Alto</td></tr><tr><td>B</td><td>Baixo</td><td>Baixo</td><td>Open</td></tr><tr><td></td><td></td><td>B</td><td>M</td><td>A</td></tr><tr><td></td><td></td><td colspan="3">IMPACTO</td></tr></table></td></tr></table>			Possíveis Causas	Grade de Risco	Problemas Salariais; Condições do local de trabalho; Prestador de serviço sem estrutura trabalhista; Disputas religiosas	<table><tr><td rowspan="3">Probabilidade</td><td>A</td><td>Médio</td><td>Alto</td><td>Alto</td></tr><tr><td>M</td><td>Baixo</td><td>Médio</td><td>Alto</td></tr><tr><td>B</td><td>Baixo</td><td>Baixo</td><td>Open</td></tr><tr><td></td><td></td><td>B</td><td>M</td><td>A</td></tr><tr><td></td><td></td><td colspan="3">IMPACTO</td></tr></table>	Probabilidade	A	Médio	Alto	Alto	M	Baixo	Médio	Alto	B	Baixo	Baixo	Open			B	M	A			IMPACTO		
Possíveis Causas	Grade de Risco																												
Problemas Salariais; Condições do local de trabalho; Prestador de serviço sem estrutura trabalhista; Disputas religiosas	<table><tr><td rowspan="3">Probabilidade</td><td>A</td><td>Médio</td><td>Alto</td><td>Alto</td></tr><tr><td>M</td><td>Baixo</td><td>Médio</td><td>Alto</td></tr><tr><td>B</td><td>Baixo</td><td>Baixo</td><td>Open</td></tr><tr><td></td><td></td><td>B</td><td>M</td><td>A</td></tr><tr><td></td><td></td><td colspan="3">IMPACTO</td></tr></table>	Probabilidade	A	Médio	Alto	Alto		M	Baixo	Médio	Alto	B	Baixo	Baixo	Open			B	M	A			IMPACTO						
Probabilidade	A		Médio	Alto	Alto																								
	M		Baixo	Médio	Alto																								
	B	Baixo	Baixo	Open																									
		B	M	A																									
		IMPACTO																											
Classificação do Risco Potencial		Alto																											

Figura 4.12 – Classificação do risco potencial

- O resultado final das avaliações dos riscos potenciais foi transcrito para a planilha 'Riscos Potenciais – Resumo' ficando documentado como mostra a Figura 4.13.

Riscos Potenciais - Resumo		
Id. Projeto	Descrição do Projeto	Data
	NMS MIGRAÇÃO E INSTALAÇÃO	1/mar
Nº Item	Descrição dos Itens de Risco Potencial	Classe do Risco
1	Greve nos Prestadores de Serviço da	Alto
2	Incorporação do Fornecedor	Médio
3	Reestruturação Organizacional no Fornecedor	Baixo
4	Mudanças na legislação	Médio
5	Variações cambiais no país	Médio
6	Greve na Alfândega	Alto
7	Problemas de comunicação devido à língua	Alto
8	Catástrofes Naturais	Médio
9	Problemas com logística de transporte	Alto
		
		
		

Figura 4.13 – Documentação da avaliação dos riscos

Essa foi a sistemática que a NMS Inc utilizou para identificar e fazer a análise qualitativa dos riscos do seu maior projeto.

4.2 UMA EMPRESA NA ÁREA DE COMMODITY

A MultiUSA Inc., em sociedade com várias outras empresas nacionais e internacionais, decidiu elaborar um estudo de viabilidade para construção de uma nova unidade produtora no norte do País. Para obtenção dos investimentos necessários, o Brasil estava competindo com outros países da América Latina.

Um dos fatores decisivos para a escolha do local de instalação era a qualidade do projeto. Para que esta avaliação fosse totalmente independente, livre das influências dos vários interessados, foi contratado o IPA para fazer a análise dos projetos.

4.2.1 Uma Visão do Escopo da Solução

Nessa empresa, como acontece com a maioria das empresas multinacionais na área de commodity, os sócios em cada empreendimento são concorrentes no mercado mundial e mesmo os participantes do conselho de administração têm interesses conflitantes com relação aos investimentos que serão efetuados.

O projeto para implantação da nova unidade produtora no norte do país foi estimado preliminarmente em US\$ 800 milhões, com o objetivo de aumentar a capacidade produtora de 1,4 mtpa para 3 mtpa (milhões de toneladas por ano).

A contratação do IPA foi uma imposição dos acionistas devido ao fato dele ter se tornado uma referência na avaliação de projetos exatamente pela sua atuação independente. O IPA utiliza neste tipo de trabalho uma metodologia própria denominada PES-Project Evaluation System, que tem como base um modelo estatístico construído a partir de um banco de dados próprio de informações de projetos, obtidas ao redor do mundo. No tópico específico para avaliação do projeto, é utilizado um processo denominado FEL-Front End Loading.

O FEL-Front End Loading é o processo pelo qual uma empresa desenvolve uma definição detalhada do escopo de um projeto que satisfaça aos objetivos do negócio.

A preparação para o FEL deve procurar responder às seguintes perguntas – Por quê?; O quê?; Quando?; Como? e Quem?.

Através da avaliação destas respostas, o IPA considera que um projeto aprovado irá atingir seus principais objetivos, que são **‘On Budget; On Time; Fast; Low Cost; Works as Expected; Safe’**.

Especificamente nesse projeto havia a concorrência com um outro na área do Caribe; portanto a qualidade do projeto para determinação dos investimentos que seriam feitos assumiu uma importância fundamental no processo de tomada de decisão. Um dos fatores que o IPA colocou como foco de sua análise foi a determinação do fundo de contingência para o projeto.

Para o IPA, um projeto é dividido em três etapas conhecidas como índices de FEL 1, FEL 2 e FEL 3, onde em cada uma delas é exigido um nível de detalhamento e conhecimento do projeto de forma crescente. Esses índices são comparados com as médias da indústria durante o processo de avaliação.

No projeto da MultiUSA Inc foi implementada uma sistemática para medir o nível de confiança com relação ao orçamento proposto em FEL 3 e determinar o fundo de contingência necessário para atingir 90% de nível de confiança.

4.2.2 A Sistemática

A sistemática adotada para atender às necessidades da empresa foi através da utilização da Simulação de Monte-Carlo, como apresentada no processo de análise de decisão descrito no capítulo 3.

A empresa dividiu o projeto em prédios (Centenas) separados em duas categorias de acordo com a utilização, ou seja, produção e infra-estrutura. As equipes responsáveis pelo projeto, separadas por especialidade, com base nas informações disponíveis elaboraram os orçamentos quantitativos, por prédio.

A empresa responsável pelos cálculos orçamentários utilizando-se de cotações, dados históricos, elaborou os orçamentos para cada prédio. Os orçamentos foram

divididos por Disciplina, considerando como disciplinas as áreas de Civil, Metálica, Mecânica, Tubulação e Instrumentação.

Passo 1 – Cadastramento dos prédios

- A empresa calculista desenvolveu uma planilha na qual acumula, por prédio, os orçamentos para cada disciplina. Essa planilha também contém as informações da disciplina separadas por 'Fornecimento' (Orçamento da compra dos materiais), 'Montagem' (Orçamento da montagem) e 'Quantidades' (Base quantitativa representativa daquele prédio). Na Figura 4.14 encontra-se um exemplo dessa planilha.

Resumo Geral							
Valores Expressos em US\$							
Prédio	Civil Montagem	Civil Fornecimento	Quantidades m3	Metálica Montagem	Metálica Fornecimento	Quantidades ton	Mecânica Montagem
002E	60.343,31	1.757,59	22,80	-	-	-	-
002J	10.244,86	729,55	16,60	-	-	-	-
005	91.053,20	8.498,09	112,00	82.990,95	152.181,27	69.210,00	33.03
005A	433,46	132,20	1,50	3.300,06	3.390,33	1.300,00	9.16
005B	-	-	-	-	-	-	3.21
005C	-	-	-	-	-	-	15.09
005D	-	-	-	-	-	-	1.73
006B	322.758,61	122.035,70	1.463,00	-	-	-	2.058.78
008	4.097,81	656,44	7,00	53.984,54	117.758,37	60.110,00	3.25
010	13.842.424,06	-	2.385,00	511.498,97	1.088.954,97	528.000,00	15.85
010F	-	-	-	-	-	-	-
010H	38.104,25	1.575,77	19,00	-	-	-	-
012	-	-	-	-	-	-	-
015	267.422,07	212.028,96	1.795,00	-	-	-	3.56
015A	-	-	-	-	-	-	-
015B	-	-	-	-	-	-	-
015C	20.169,85	6.511,26	75,00	222.711,64	549.782,70	262.630,00	3.95
017A	-	-	-	-	-	-	1.54
017C	-	-	-	-	-	-	-
025	438.330,30	348.251,06	3.586,00	904.564,60	1.466.707,66	690.590,00	1.018.07
025A	136.683,60	121.015,90	880,00	207.764,90	322.607,84	147.050,00	736.48
030	224.997,85	88.441,79	948,00	1.384.967,27	2.064.003,08	976.940,00	1.283.12
030A	83.092,72	31.153,94	238,00	66.019,36	90.200,63	40.500,00	375.33
030Z	9.233,87	1.917,75	22,60	-	-	-	1.16

Figura 4.14 – Orçamento de todos os prédios

- Cada prédio foi cadastrado em planilhas que acumulavam todos os valores orçados. O resultado é uma planilha, como a mostrada na Figura 4.15, contendo todos os orçamentos do prédio por disciplina. A disciplina Instrumentação não foi considerada durante a simulação, pois foi contratada no exterior a preço fechado; portanto, o seu valor foi adicionado ao valor total do projeto no final.

PRÉDIO - 030						
	CIVIL	METÁLICA	MECÂNICA	ELÉTRICA	TUBULAÇÃO	INSTRUM.
Bases de Cálculo						
Quantidade	948,00	976.940,00	1.181,19	30.629,00	765.713,43	
Unidade	m3	Kg	ton	m lineares	kg	
Custo de Fornec.	88.441,79	2.064.003,08	21.059.242,53	143.310,75	3.957.431,29	
Custo de Montagem	224.997,85	1.384.967,27	1.283.120,71	245.818,28	2.721.470,62	
Valoração						
Custo Unitário de Fornec.	93,29	2,11	17.828,84	4,68	5,17	
Custo Unitário de Montagem	237,34	1,42	1.086,29	8,03	3,55	
Custo da Disciplina	313.439,64	3.448.970,36	22.342.363,24	389.129,03	6.678.901,91	0,00
Custo Total Orçado	33.172.804,18					

Figura 4.15 – Modelo para cadastramento dos prédios

A planilha calculou, automaticamente em função das quantidades fornecidas, os custos unitários de ‘Fornecimento’ e ‘Montagem’.

Passo 2 – Revisões orçamentárias

- Nas apresentações do projeto para os vários interessados, verificou-se que ocorriam alterações e revisões que incidiam percentualmente sobre as bases quantitativas de cada disciplina. Para atender este objetivo, a planilha foi modificada, como mostra a Figura 4.16.

PRÉDIO - 030						
	CIVIL	METÁLICA	MECÂNICA	ELÉTRICA	TUBULAÇÃO	INSTRUM.
Bases de Cálculo						
Quantidade	948,00	976.940,00	1.181,19	30.629,00	765.713,43	
Unidade	m3	Kg	ton	m lineares	kg	
Custo de Fornec.	88.441,79	2.064.003,08	21.059.242,53	143.310,75	3.957.431,29	
Custo de Montagem	224.997,85	1.384.967,27	1.283.120,71	245.818,28	2.721.470,62	
Valoração						
Custo Unitário de Fornec.	93,29	2,11	17.828,84	4,68	5,17	
Custo Unitário de Montagem	237,34	1,42	1.086,29	8,03	3,55	
Custo da Disciplina	313.439,64	3.448.970,36	22.342.363,24	389.129,03	6.678.901,91	0,00
Custo Total Orçado	33.172.804,18					
Avaliação das Revisões Anteriores	10%	15%	0%	20%	6%	
Revisões PEER-Australia	0%	0%	0%	0%	0%	
Qtde Reavaliada	1.043	1.123.481	1.181	36.755	811.656	
Custo da Disciplina Reavaliada	344.783,61	3.966.315,91	22.342.363,24	466.954,84	7.079.636,02	
Custo Total Orçado Reavaliado	34.200.053,61					

Figura 4.16 – Modelo de cadastramento dos prédios com reavaliação

Passo 3 – Avaliação das bases quantitativas do projeto

- As equipes que elaboraram os orçamentos quantitativos de cada disciplina e prédio foram convocadas para avaliação da confiança que existia nas informações fornecidas. Para estas reuniões de avaliações foram utilizadas listas de informações necessárias para elaboração dos orçamentos com indicativos da confiança existente (dependente das informações disponíveis no momento do orçamento). A Figura 4.17 mostra

o mesmo exemplo que está no capítulo 3, onde se encontra uma descrição detalhada desse processo.

CIVIL			
DOCUMENTO DE REFERÊNCIA	Alta Conf.	Média Conf.	Baixa Conf.
Sondagens	X	X	X
Lista de cargas estáticas e dinâmicas	X	X	NÃO
Lista de cargas no Pipe Rack	X	X	NÃO
Layout do prédio novo	X	X	X
Layout da unidade	X	X	X
Lista de equipamentos/data sheets	X	X	X
Desenhos de equipamentos - catálogos	X	NÃO	NÃO
Arranjos de plataformas metálicas	X	X	NÃO
Projeto underground	X	X	NÃO
Considerou drenagens pluviais industriais	X	X	X
Considerou acabamentos arquitetônicos	X	X	NÃO

Figura 4.17 – Exemplo de lista de verificação

- Com base nas listas de verificação, foram analisados todos os prédios e determinada a variação percentual que deveria ocorrer no orçamento quantitativo em função da disponibilidade das informações no momento. Em primeiro lugar foi determinada a variação sobre a quantidade ‘mais provável’ e em seguida as variações percentuais para cálculo dos valores ‘otimista’ e ‘pessimista’, sobre este novo valor ‘mais provável’, como mostrado nos campos ‘Avaliação – Físico’ na Figura 4.18.

PRÉDIO - 030					
	CIVIL	METÁLICA	MECÂNICA	ELÉTRICA	TUBULAÇÃO
Bases de Cálculo					
Quantidade	948,00	976.940,00	1.181,19	30.629,00	765.713,43
Unidade	m3	Kg	ton	m lineares	kg
Custo de Fornec.	88.441,79	2.064.003,08	21.059.242,53	143.310,75	3.957.431,29
Custo de Montagem	224.997,85	1.384.967,27	1.283.120,71	245.818,28	2.721.470,62
Valoração					
Custo Unitário de Fornec.	93,29	2,11	17.828,84	4,68	5,17
Custo Unitário de Montagem	237,34	1,42	1.086,29	8,03	3,55
Custo da Disciplina	313.439,64	3.448.970,36	22.342.363,24	389.129,03	6.678.901,91
Custo Total Orçado	33.172.804,18				
Avaliação das Revisões Anteriores	10%	15%	0%	20%	6%
Revisões PEER.Australia	0%	0%	0%	0%	0%
Qtde Reavaliada	1.043	1.123.481	1.181	36.755	811.656
Custo da Disciplina Reavaliada	344.783,61	3.966.315,91	22.342.363,24	466.954,84	7.079.636,02
Custo Total Orçado Reavaliado	34.200.053,61				
Avaliação					
Físico					
Otimista (%)	0%	0%	-2%	0%	-5%
+ Provável (%)	5%	3%	11%	5%	20%
Pessimista (%)	2%	2%	4%	5%	5%

Figura 4.18 – Avaliação do orçamento quantitativo

Passo 4 – Avaliação dos valores financeiros

- Em reunião com as áreas de compras e financeiras ficou decidido que as variações que seriam determinadas para os valores de Fornecimento e Montagem seriam aplicadas para todos os prédios, visto que as negociações de fornecimento seriam efetuadas para o projeto todo.
- Foram separados todos os custos unitários de Fornecimento e Montagem calculados na elaboração do orçamento (Custos por metros cúbicos, metros lineares, quilograma, tonelagem etc.) para serem comparados com os custos históricos de obras recentes e custos de mercado.
- Através desta análise, foram definidas as variações percentuais que seriam aplicadas aos custos unitários de fornecimento e montagem que haviam sido calculados no cadastramento dos prédios (Campo 'Valoração' da planilha). Em primeiro lugar, avaliou-se a variação que deveria ocorrer no valor 'mais provável' calculado na planilha e depois as porcentagens para cálculo dos valores 'otimistas' e 'pessimistas' sobre este novo valor mais provável. Na Figura 4.19, encontra-se a planilha totalmente preenchida.

PRÉDIO - 030					
	CIVIL	METÁLICA	MECÂNICA	ELÉTRICA	TUBULAÇÃO
Bases de Cálculo					
Quantidade	948,00	976.940,00	1.181,19	30.629,00	765.713,43
Unidade	m3	Kg	ton	m lineares	kg
Custo de Fornec.	88.441,79	2.064.003,08	21.059.242,53	143.310,75	3.957.431,29
Custo de Montagem	224.997,85	1.384.967,27	1.283.120,71	245.818,28	2.721.470,62
Valoração					
Custo Unitário de Fornec.	93,29	2,11	17.828,84	4,68	5,17
Custo Unitário de Montagem	237,34	1,42	1.086,29	8,03	3,55
Custo da Disciplina	313.439,64	3.448.970,36	22.342.363,24	389.129,03	6.678.901,91
Custo Total Orçado	33.172.804,18				
Avaliação das Revisões Anteriores	10%	15%	0%	20%	6%
Revisões PEER-Australia	0%	0%	0%	0%	0%
Qtde Reavaliada	1.043	1.123.481	1.181	36.755	811.656
Custo da Disciplina Reavaliada	344.783,61	3.966.315,91	22.342.363,24	466.954,84	7.079.636,02
Custo Total Orçado Reavaliado	34.200.053,61				
Avaliação					
Físico					
Otimista (%)	0%	0%	-2%	0%	-5%
+ Provável (%)	5%	3%	11%	5%	20%
Pessimista (%)	2%	2%	4%	5%	5%
Fin. Fornecedor					
Otimista (%)	-5%	-2%	-5%	-5%	-5%
+ Provável (%)	0%	0%	0%	0%	0%
Pessimista (%)	2%	10%	10%	2%	10%
Fin. Montagem					
Otimista (%)	-10%	-5%	-5%	-2%	-5%
+ Provável (%)	0%	0%	0%	0%	0%
Pessimista (%)	2%	3%	2%	5%	2%

Figura 4.19 – Exemplo de um prédio totalmente avaliado

Passo 5 – Simulação dos prédios

- Com todos os prédios avaliados, iniciou-se o processo de simulação. Este processo foi executado prédio a prédio (não todos de uma única vez) com objetivo de se executar uma análise da PDF de cada prédio.
- A Figura 4.20 mostra o resultado da avaliação do Prédio 030 que está servindo de modelo para esta apresentação. Analisando a PDF, verifica-se que o valor orçado originalmente de \$ 34.200.053,61 está abaixo do limite mínimo de variação esperada para os custos do prédio. O Valor Esperado dos custos do prédio é de \$ 38.933.946,27, com um nível de confiança de 52,52% que os custos não ultrapassarão este valor.

Figura 4.20 – PDF dos custos do Prédio 030

- Para cada Prédio simulado analisou-se o intervalo de confiança total (o 'range' da PDF). Para intervalos com variação superior a 20%, uma verificação do orçamento e das avaliações efetuadas foi executada. Nos casos em que o valor orçado original ficou fora do intervalo de confiança, verificou-se que a causa era a falta de documentos ou informações importantes; portanto, os responsáveis pelo orçamento foram acionados para procurar melhorar o orçamento elaborado.
- Para as simulações consideradas corretas, foram geradas pastas nas planilhas de cada Prédio, contendo o percentil dos custos simulados, como mostra a Figura 4.21. Nesta planilha, estão marcados os valores por Disciplina e total do Prédio para os níveis de confiança de 50% e 90%.

Percentiles	030	Civil	Elétrica	Mecânica	Tubulação	Metálica
0%	36.544.305,61	335.031,62	479.752,08	23.378.182,32	7.886.570,86	3.991.518,62
10%	37.859.075,17	345.991,88	489.628,26	24.333.189,47	8.240.511,48	4.076.749,76
20%	38.184.706,14	349.672,96	492.687,03	24.639.463,22	8.342.227,52	4.101.879,56
30%	38.438.250,99	352.672,28	494.987,68	24.874.625,49	8.415.674,23	4.121.576,71
40%	38.663.361,49	355.220,54	497.128,68	25.087.702,79	8.483.971,04	4.141.192,54
50%	38.877.058,21	357.525,17	499.077,78	25.298.804,43	8.544.394,14	4.160.288,47
60%	39.124.318,82	359.337,35	501.194,08	25.532.119,78	8.608.524,04	4.181.561,00
70%	39.380.084,13	361.138,49	503.365,60	25.776.626,78	8.677.720,94	4.203.859,74
80%	39.697.454,34	363.027,59	506.421,29	26.096.089,29	8.753.332,70	4.233.699,17
90%	40.058.658,02	365.327,94	510.199,74	26.480.815,60	8.866.762,00	4.270.838,94
100%	41.546.566,54	373.574,41	528.538,59	27.719.031,88	9.304.106,06	4.413.823,26

Figura 4.21 - Percentil dos custos acumulados do Prédio 030

- Este processo foi repetido para as centenas de prédios do projeto. Foi desenvolvida uma planilha que acumulasse, automaticamente, todos os valores dos Prédios, por disciplina, na forma de Orçado (Custo Total Orçado Reavaliado, da Figura 4.19), com 50% de Confiança (Valores da faixa amarela da Figura 4.21) e com 90% de Confiança (Valores da faixa azul da Figura 4.21). O resultado destas acumulações é mostrado na Figura 4.22.

Building id		Total Buiding	Civil	Metálica	Mecânica	Elétrica	Tubulação
025A		6.199.748,37	265.430,49	546.283,93	3.910.574,20	175.273,18	1.302.186,57
	50%	6.754.895,50	275.766,22	584.567,06	4.252.715,19	186.958,91	1.454.888,12
	90%	6.997.049,77	280.923,54	599.955,76	4.417.779,00	190.784,98	1.507.606,50
030		34.200.053,61	344.783,61	3.966.315,91	22.342.363,24	466.954,84	7.079.636,02
	50%	38.860.090,00	357.525,17	4.160.288,47	25.298.804,43	499.077,78	8.544.394,14
	90%	40.493.944,22	365.327,94	510.199,74	26.480.815,60	8.866.762,00	4.270.838,94
030A		3.205.289,20	117.674,06	160.906,59	1.782.213,54	149.813,66	994.681,34
	50%	3.542.992,01	122.096,95	168.506,87	1.922.782,13	159.670,80	1.169.935,27
	90%	3.659.458,05	124.674,02	172.894,38	1.990.571,54	163.490,48	1.207.827,64
S53		2.164.857,44	158.816,94	67.528,43	72.966,18	1.865.545,89	0,00
	50%	2.187.447,73	164.295,79	71.042,54	73.603,28	1.878.506,12	0,00
	90%	2.245.961,46	168.100,41	73.222,30	76.865,22	1.927.773,54	0,00
TOTAL		67.129.188,25	2.199.653,18	6.380.195,55	39.354.961,21	5.206.910,17	13.987.468,14
	50%	74.631.503,94	2.279.526,40	6.705.770,80	43.755.963,46	5.568.955,36	16.321.287,92
	90%	77.571.936,72	2.332.194,91	3.124.175,40	45.734.804,35	14.076.063,64	12.304.698,41

Figura 4.22 – Resultado acumulado de todos os Prédios

Passo 6 – Avaliação do orçamento total do projeto

- A planilha da Figura 4.22 acumula automaticamente o custo total do projeto nas três faixas (Orçamento original; com 50% de nível de confiança; com 90% de nível de confiança) separados por Prédio e Disciplinas.
- Neste momento, a empresa estava preparando a apresentação de FEL 3 para o IPA; portanto, o valor a ser apresentado deveria ser com um nível de confiança de 90%, ou seja, de \$ 77.571.936,72.
- O IPA também solicitou que fosse desenvolvido e apresentado um modelo matemático para a determinação do Fundo de Contingência do projeto. Esse processo de medição do nível de confiança foi utilizado para essa finalidade. Com base na análise final dos números obtidos mostrou-se que seria necessário um fundo de contingência de \$ 10.442.748,47 (15%) para que a empresa trabalhasse com um nível de confiança de 90% em relação ao orçamento originalmente elaborado.
- Para a apresentação final ao IPA foi anexado, para alguns prédios, o relatório das premissas e avaliações estabelecidas, ficando os relatórios

dos outros Prédios disponíveis para consulta se necessário. No Apêndice A, encontra-se o relatório de Prédio 030 utilizado nestes exemplos.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O principal resultado que se procurou atingir com a aplicação das sistemáticas apresentadas foi minimizar as incertezas, ou seja, identificar e avaliar o que poderia acontecer no futuro, durante o andamento de um projeto, e obter as informações necessárias para se ter condições de atuar em benefício dos seus objetivos.

5.1 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE QUALITATIVA DOS RISCOS

Estes processos procuraram conceituar mais consistentemente o que são riscos de projeto para que o Gerente mantenha o foco naquilo que realmente importa para o projeto. A utilização e adaptação de uma metalinguagem para identificação das causas, riscos e suas conseqüências, como proposto por Hillson (2000), foi fundamental para o sucesso do processo.

A aplicação, no caso NMS, dessa metalinguagem sobre as variabilidades das métricas do nível de controle da WBS se mostrou muito eficiente na identificação dos riscos e para manter o foco nos objetivos do projeto (Escopo, Prazo, Custo e Qualidade).

O que se constatou, através desse caso apresentado, é que existe uma linha mestra que poderia ser seguida para qualquer tipo de projeto. Desenvolver uma WBS com métricas quantitativas de controle; ter ou utilizar uma sistemática de identificação e priorização dos riscos (Análise Qualitativa durante toda a vida do projeto) que leve em conta os impactos que poderão ocorrer sobre os objetivos do projeto pela variabilidade das métricas de controle; que essa sistemática informe a tendência dos riscos no projeto.

Outro ponto importante verificado foi a separação dos riscos em Riscos de Vulnerabilidade e Riscos Potenciais; isto foi muito interessante para o processo de gerenciamento, pois os riscos de vulnerabilidade estão relacionados diretamente com as métricas e objetivos do projeto; portanto, são prioritários na ação. Já os riscos potenciais são causas de riscos de vulnerabilidade sobre as quais não se tem

gerência, ou são eventos externos ao projeto que existirão mesmo que o projeto não ocorra; portanto, normalmente a ação a ser tomada será de proteção.

Essa sistemática apresenta um resultado muito importante, mostrado no capítulo 4. Após a execução da análise qualitativa, define-se como será a estrutura de gerenciamento dos riscos durante a vida do projeto, o que proporciona uma visão de áreas (Chamadas de Domínios) onde se concentram os maiores riscos do projeto. Descendo dentro da estrutura hierárquica de gerenciamento dos riscos, chega-se até as causas prioritárias. Esta forma de gerenciar os riscos nos projetos não consta de qualquer processo descrito pelos diversos autores citados neste trabalho.

A NMS, após o sucesso desta experiência, tornou a sistemática obrigatória em todos os projetos e iniciou ações para implementar, na organização, o processo completo de análise de decisão e gerenciamento dos riscos em projetos.

5.2 ANÁLISE DE DECISÃO

O caso da MultiUSA, no capítulo 4, apresentou o uso de uma sistemática, utilizando modelagem matemática e Simulação de Monte-Carlo, cujo objetivo foi ajudar no processo de tomada de decisões que atendessem às necessidades do negócio.

A sistemática utilizada serviu de suporte para todo o trabalho de planejamento do projeto da empresa por apresentar como resultado a medida do nível de confiança existente no planejamento. O modelo elaborado para essa análise foi do tipo probabilístico, que apresentou como resultado uma curva de distribuição (PDF) onde se mediu o nível de confiança no orçamento final do projeto, utilizando-se de variações quantitativas e financeiras das estimativas.

Para determinação do comportamento das variáveis de entrada do modelo, foi desenvolvida uma lista de checagem para cada disciplina, utilizada na elaboração dos orçamentos. Esta lista foi preparada com base no histórico de projetos da empresa e no conhecimento da equipe do projeto. A equipe de cada disciplina montou as listas dos requisitos mínimos necessários para se atingir os níveis exigidos pelo IPA em FEL 1, FEL 2 e FEL 3.

A validação da lista de checagem e a opção pela estimativa de amplitude (Três cenários – Otimista, Mais provável e Pessimista) foram preliminar e exaustivamente testadas em vários Prédios do projeto.

Um dos resultados importantes dessa sistemática foi a determinação do fundo de contingência do projeto, de acordo com o nível de confiança que a empresa desejava trabalhar. Em projetos anteriores, o fundo de contingência era definido com base em dados históricos de projetos, o que simplesmente não levava em consideração a singularidade de cada projeto. A partir desse modelo, todas as singularidades, sejam elas técnicas, administrativas ou do cliente, são incorporadas dentro do modelo de análise do nível de confiança.

A empresa foi parabenizada pelo IPA pela qualidade do projeto apresentado e principalmente pelo modelo de determinação do nível de confiança e do fundo de contingência.

A utilização de uma unidade quantitativa básica no orçamento, por disciplina, comprovou ser a melhor solução para o modelo implementado. Essa quantidade orçada serviu de base para avaliação do planejamento do projeto e, como foi utilizada nos cálculos dos custos unitários de fornecimento e montagem, incorporou, ao modelo, as incertezas dos custos de fornecimento e montagem.

O sucesso obtido com a implantação dessa sistemática levou a sua aplicação no projeto de desenvolvimento da mina que produzirá os insumos para a nova unidade fabril, um projeto na ordem de US\$ 600 milhões e também para o projeto de reforma de sua mais antiga unidade fabril, um projeto na ordem de US\$ 120 milhões.

5.3 RECOMENDAÇÕES

Não somente pelos casos apresentados no capítulo 4, mas também a prática na implementação das técnicas de análise de decisão e gerenciamento dos riscos nos projetos indica que para se ter sucesso, é necessário um total comprometimento da alta administração com apoio formal e financeiro para treinamentos, aquisição de ferramentas, consultoria, aquisição e levantamento de informações etc.

Observa-se que o sucesso dessa implementação, em qualquer empresa, está intimamente relacionado com a sua cultura, e ele somente foi alcançado quando foram adotadas as seguintes diretrizes:

- 1. O medo de tomar decisões tem que ficar fora da empresa.** O funcionário tem que saber que ele não deve ter medo de tomar decisões;
- 2. Os funcionários são avaliados pela decisão tomada e não pelo resultado da decisão.** Uma boa decisão é aquela que utilizou o processo certo com as melhores informações disponíveis no momento. Se o resultado não foi bom, avaliam-se os porquês e procura-se melhorar o processo. Quando a empresa avalia o funcionário pelo resultado da decisão tomada, a tendência é que as próximas decisões sejam tomadas para se perder menos, e quando as pessoas decidem para perder menos, somente a empresa perde, pois as decisões não são para ganhar.

Para que haja alguma chance de sucesso, a implementação desses processos deverá ser o que for possível dentro da cultura atual da empresa. Se no momento apenas for possível implementar algum deles informalmente, que seja assim, pois sempre será melhor do que o processo atual. Se for possível implementar uma sistemática formal com utilização das técnicas e ferramentas existentes no mercado, melhor ainda.

Nos dos casos mostrados, observou-se que a melhor forma de implementação é fazer um processo contínuo e permanente através da implantação de pequenos processos, com objetivos claramente definidos e mensuráveis, fazendo ajustes no tempo e verificando se eles estão sendo efetivos. A adoção desta estratégia, em uma seqüência de projetos, resultará em um processo de análise de decisão e controle dos riscos muito aceitável com relação ao custo e esforço necessário.

É preciso pensar sobre os conceitos e técnicas que estão nesta dissertação do mesmo modo que se pensa em todo aquele conhecimento obtido nos cursos de engenharia. Existem alguns que serão utilizados quase todos os dias, outros que serão utilizados algumas vezes, outros que nunca serão utilizados; mas é importante que todos sejam de conhecimento e estejam lá, porque mesmo aqueles que não estão sendo utilizados têm sua aplicação e estarão disponíveis se um dia for preciso.

Uma boa definição de escopo e um bom planejamento, com certeza minimizam os riscos. Com relação ao planejamento, vale lembrar a frase de Dwight Eisenhower¹: “Na preparação para a batalha eu sempre acreditei que os planos são inúteis, mas o planejamento é indispensável”. Eisenhower reconheceu que, na guerra, de fato, poucas coisas aconteciam como estavam realmente planejadas, o que é uma grande verdade quando se fala de projetos; porém, o exercício do planejamento supre as necessidades para medir o progresso e rapidamente detectar desvios e problemas.

Para uma sistemática de gerenciamento dos riscos, verificar periodicamente o progresso do projeto e monitorar os riscos não é apenas prudente, mas obrigatório. Falhas na execução deste monitoramento fazem com que pequenos problemas cresçam e tornem-se incontroláveis. Pequenos problemas podem ser resolvidos rapidamente, preservando os objetivos do projeto, mas grandes problemas geralmente podem levar o projeto ao insucesso.

Gerenciar os riscos e tomar decisões é muito fácil quando se tem sorte. Mas sorte não é algo que surge do nada; é preciso trabalhar para que ela aconteça.

¹ Dwight Eisenhower foi o presidente dos Estados Unidos da América durante a Segunda Guerra Mundial. Sua frase original foi: “In preparing for battle I have always found that plans are useless, but planning is indispensable”.

6 CONCLUSÃO

Esta dissertação mostrou algumas alternativas de processos para o gerenciamento de riscos nos projetos. Sabe-se que a implementação do gerenciamento de riscos em uma organização é um grande desafio e que não é possível fazê-lo em um período curto de tempo. O gerenciamento de riscos não é um simples processo de identificar as técnicas necessárias, enviar as pessoas para serem treinadas e comprar os softwares necessários. A capacidade para gerenciar os riscos dos projetos possui uma amplitude que vai da utilização informal de técnicas de controle de riscos até processos rotineiros e formais, fortemente aplicados pró-ativamente no gerenciamento das incertezas.

Uma sistemática de Gerenciamento dos Riscos e Análise de Decisão, como foi apresentada, é um caminho para descobrir se um projeto é factível, ou seja, com qual nível de confiança ele poderá atingir seus objetivos. E também servirá para identificar as ameaças aos objetivos e atuar sobre elas. A maior parte da bibliografia disponível sobre o assunto dá um enfoque teórico ao problema; por outro lado, os casos aqui apresentados procuraram mostrar uma sistemática que pudesse ser aplicada para que a principal meta, que é de lidar com as incertezas dentro das organizações, fosse atingida.

Um dos dilemas-chave na implementação do gerenciamento de riscos nas empresas é a lacuna entre as práticas comuns e as melhores práticas. O ponto central desse distanciamento é a falha no entendimento das relações entre as formas simples de trabalhar, que são apropriadas em determinadas circunstâncias e as formas mais complexas que dão excelentes resultados quando os aspectos que elas focam merecem grande atenção pelo seu impacto nos objetivos do projeto. O problema é que quanto mais sofisticado for o tratamento dos riscos mais relevante será a necessidade de uma boa conceituação e um forte apoio de ferramentas computacionais.

A percepção na confiança de uma decisão, baseada na credibilidade das informações disponíveis, é essencial para o sucesso do projeto, e a informação sobre os riscos é o dado-chave necessário ao processo de decisão. O objetivo principal da avaliação dos riscos é facilitar a escolha de alternativas.

Foram apresentadas algumas técnicas para a tomada de decisão, a identificação e a análise dos riscos nos projetos e sua aplicação prática. Seria legítimo questionar se essas técnicas são sempre necessárias e se poderiam ser usadas como modelo para outros projetos. Cada uma delas poderá ser muito importante para alguns projetos em determinado momento, mas é difícil imaginar que qualquer projeto poderia se beneficiar, suficientemente, delas.

Qualquer tipo de projeto poderá se beneficiar dos conceitos que aqui foram discutidos e apresentados, que, por si só, justificam a utilização ou o desenvolvimento de uma sistemática para análise de decisão e gerenciamento dos riscos. O quanto do que foi apresentado poderia ser utilizado em outros projetos? Depende de vários fatores, como da similaridade do projeto, da aplicabilidade do modelo, dos processos de tomada de decisão da empresa, da maturidade da equipe etc.; portanto, depende de uma análise e julgamento do Gerente de Projeto.

O trabalho aqui apresentado pretende ser o passo inicial para implementação do gerenciamento dos riscos de projeto. Foi mostrada uma sistemática, utilizando-se simulação de Monte-Carlo, para trabalhar com as incertezas existentes dentro dos projetos, o que comprovadamente melhorou o processo de decisão sob condições de incerteza. Porém, o enfoque dado foi sempre no aspecto de ameaça aos objetivos do projeto. Um caminho que poderia dar continuidade a este trabalho seria a verificação ou elaboração de um novo modelo que também pudesse ser utilizado para avaliar e medir o nível de confiança com relação às oportunidades.

O modelo de tomada de decisão foi implementado, além do caso apresentado, em outras empresas do ramo petroquímico e de informática com sucesso; porém, existe claramente uma oportunidade de melhoria do modelo nos aspectos dos processos para determinação e avaliação das informações quantitativas, financeiras e também na utilização da estimativa de amplitude (estimativa de três pontos).

A sistemática de identificação e análise qualitativa dos riscos atendeu a praticamente todos os objetivos propostos no início deste trabalho, principalmente responder aos questionamentos que outras metodologias não conseguiam, do tipo:

- Qual prestador de serviço impõe maior risco ao projeto?
- Qual tipo de risco (Técnico, Administrativo, Qualidade) deverá ter maior atenção?

- Qual o nível de confiança (Probabilidade de ocorrer) de se atingir um determinado objetivo?
- Qual o nível de confiança no sucesso do projeto?

Mas somente uma sistemática consistente não resolve os problemas dos riscos. O estudo dos casos apresentados mostrou que, para gerenciar os riscos, é necessária a presença de um profissional que, entre outras habilidades importantes, tem que influenciar pessoas que normalmente não querem ser influenciadas. Esta é uma das grandes incoerências nos projetos – as pessoas contratam quem tem condições de resolver problemas, mas não querem que ocorram problemas.

Esta constatação abre mais uma oportunidade de continuidade deste trabalho, ou seja, o desenvolvimento, e a forma de implementar, processos de tomada de decisão perante os riscos nas empresas, levando em consideração a Teoria da Utilidade e a Teoria da Perspectiva.

Dentre todos os processos para gerenciamento dos riscos foram tratados, neste trabalho, a Identificação, Análise Qualitativa e Quantitativa dos Riscos e também da ferramenta Análise de Decisão. A continuidade natural dos trabalhos seriam os processos de:

- **Desenvolvimento de Respostas aos Riscos** – utilizando como suporte os processos de tomada de decisão das empresas e as Teorias da Utilidade e Perspectiva;
- **Monitoramento e Controle das Respostas aos Riscos** – utilizando principalmente as técnicas de Earned Value.

O término deste trabalho somente poderia ser com a constatação de que o pior dos sentimentos que um Gerente de Projeto pode ter é a esperança. Gerente de Projeto tem que trabalhar com confiança, saber medir o nível de confiança nas decisões tomadas. Saber sair de uma situação complicada talvez seja a mais difícil das habilidades de um Gerente de Projeto. Este profissional torna-se um vencedor quando aprende a perder. Um Gerente de Projeto precisa lembrar sempre que “Otimismo significa esperar o melhor, mas confiança significa saber como se lidará com o pior”. (GUNTHER, 2003, p. 119).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, João Alberto Arantes do; SBRAGIO, Ricardo. **A dinâmica do projeto**: uma visão sistêmica das conseqüências de ações gerenciais. São Paulo: Scortecci, 2003. 104 p.

ANDERSON, David R.; SWEENEY, Dennis J.; WILLIAMS, Thomas A. **Estatística aplicada à administração e economia**. Tradução da 2. ed. norte-americana Luiz Sérgio de Castro Paiva. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. 641 p.

_____. **An introduction to management science**: quantitative approaches to decision making. 10th ed. Mason: South-WesternThomson Learning, 2003. 881 p.

BARTON, Thomas L.; SHENKIR, Willian G.; WALKER, Paul L. **Making enterprise risk management pay off**: how leading companies implement risk management. New Jersey: Financial Times Prentice Hall, 2002. 272 p.

BÊRNI, Duilio de Avila. **Teoria dos jogos**: jogos de estratégia, estratégia decisória, teoria da decisão. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2004. 138 p.

BERNSTEIN, Peter L. **Desafio aos deuses**: a fascinante história do risco. Tradução de Ivo Korytowski. 9. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 340 p.

BRYAN, Lowell L. **Just-in-time strategy for a turbulent world**. New York: The McKinsey Quarterly, 2002, p.17-27. Special edition: Risk and resilience.

CLEMONS, Eric K. Past experience points the way to the future. **Financial Times** : Mastering Uncertainty, Mar. 16 2006. Disponível em:
<<http://financialtimes.printthis.clickability.com/pt/>>. Acesso em: 02 maio 2006.

COOPER, Dale F. et al. **Project risk management guidelines**: managing risk in large projects and complex procurements. Chichester, UK: John Wiley and Sons, 2005. 401 p.

CRYSTAL Ball® 2000.2: user manual. Denver: Decisioneering, 1988-2001. 412 p.

DEL CAÑO, Alfredo; DE LA CRUZ, M. Pilar. Integrated methodology for project risk management. **Journal of Construction Engineering and Management**, p. 473-485, Nov./Dec. 2002.

DOBSON, Paul; DONKIN, Richard. When alarm bells ring. **Financial Times** : Mastering Uncertainty, Apr. 6, 2006. Disponível em: <<http://financialtimes.printthis.clickability.com/pt/>>. Acesso em: 02 maio 2006.

EPPEN, G. D. et al. Monte Carlo simulation. In: _____. **Introductory management science**: decision modeling with spreadsheets. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2000. cap. 11, p. 506-572.

EVANS, James R.; OLSON, David L. **Introduction to simulation and risk analysis**. 2nd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 387 p.

FLEMING, Quentin W.; KOPPELMAN, Joel M. **Earned value project management**. Upper Darby: PMI, 1996. 141 p.

FONSECA, Eduardo Giannetti da. **Auto-Engano**. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. 270 p.

GOFFEE, Rob. Turn on, tune in and sense the way ahead. **Financial Times** : Mastering Uncertainty, Mar. 23, 2006. Disponível em: <<http://financialtimes.printthis.clickability.com/pt/>>. Acesso em: 02 maio 2006.

GOLDMAN, Lawrence. **Risk analysis and Monte Carlo simulation**. Decisioneering, 2000. Disponível em: <<http://www.crystalball.com/newsletters/>>. Acesso em: 09 dez. 2005.

GONÇALVES, Almir Rogério. Uma análise jurídica do estudo e gerenciamento dos riscos envolvidos na atividade financeira e seu tratamento atual no Brasil. **Revista de Direito Mercantil**, São Paulo, n. 128, p. 101-121, out./dez. 2002.

GOODPASTURE, John C. **Quantitative methods in project management**. Boca Raton: J. Ross, 2004. 268 p.

GRAVES, Roger. Qualitative risk assessment. **PM Network**: the professional magazine of the PMI, v. 14, n. 10, p. 61-66, Oct. 2000.

GREY, Stephen. **Practical risk assessment for project management**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2003. 135 p. (Wiley series in software engineering practice)

GROENENDAAL, Huybert; VOSE, David. Did you loathe statistics too? In: CRYSTAL BALL USER CONFERENCE, 2004. **Proceedings...** 2004. p. 1-8.

GUIMARÃES, Leonam dos Santos. **Gerenciamento de riscos e segurança de sistemas**. São Paulo: iEditora, 2003. 187 p.

GUNTHER, Max. **Os axiomas de Zurique**. Tradução de Isaac Piltcher. 9. ed. Rio de Janeiro: Record, 2003. 155 p.

HALL, Dave; HULETT, David (Coord). **Universal risk project**: final report. INCOSE RMWG : PMI RiskSIG. [S.l.], Feb. 2002. 46 p. Disponível em: <<http://www.risksig.com/>>. Acesso em: 11 Mar. 2005.

HALL, Earl; JOHNSON, Juliane. **Integrated project management**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 256 p.

HALPERN, Joseph Y. **Reasoning about uncertainty**. Massachusetts: MIT Press, 2003.

HANNSON, Sven Ove, **Decision theory**: a brief introduction. Uppala: Uppala University, 1994.95 p.

HILLSON, David. Project risks: identifying causes, risks end effects. **PM Network**: the professional magazine of the PMI, v. 14, n. 9, p. 48, Sept. 2000.

_____. The risk breakdown structure (RBS) as an aid to effective risk management. In: EUROPEAN PROJECT MANAGEMENT CONFERENCE, 5., 2002, Cannes. Cannes: PMI Europe, 2002. p. 1-11.

HOLAN, Pablo Martin de. Out with the old, in with the new. **Financial Times** : Mastering Uncertainty, Apr. 6 2006. Disponível em: <<http://financialtimes.printthis.clickability.com/pt/>>. Acesso em: 02 maio 2006.

INGEBRETSON, Mark. In no uncertain terms. **PM Network**: the professional magazine of the PMI, v. 16, n. 12, p. 29-32, Dec. 2002.

IPA INSTITUTE. **IPA research studies**. 5 p. Disponível em: <www.ipaglobal.com>. Acesso em: 05 Setembro 2005.

JORION, Philippe. **Financial risk manager handbook**. 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2003. 733 p.

JOSHI, Narayan. Benchmarking and best practices for turnarounds. In: IQPC TURNAROUND CONFERENCE, 2003, London. London, 2003. 7 p.

KÄHKÖNEN, Kalle; ARTTO, Karlos. Balancing project risks and opportunities. In: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE ANNUAL SEMINARS & SYMPOSIUM, 2000, Houston. **Proceedings**... Houston, 2000.

KAHNEMAN, Daniel; TVERSKY, Amos. Prospect theory: an analysis of decision under risk. **Econometrica**, v. 47, n. 2, p. 263-292, Mar.1979.

KELLY, Eamonn; WEBER, Steve. A delicate balance between risk and reward. **Financial Times** : Mastering Risk, Sept. 8 2005. Disponível em: <<http://financialtimes.printthis.clickability.com/pt/>>. Acesso em: 02 May 2006.

KENDRICK, Tom. **Identifying and managing project risk**: essential tools for failure-proofing your project. New York: American Management, 2003. 354 p.

KERZNER, Harold. **Project management**: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. 6th ed. New York: John Wiley & Sons, 1998. 1180 p.

KINDINGER, John P.; DARBY, John L. Risk factor analysis: a new qualitative risk management tool. In: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE ANNUAL SEMINARS & SYMPOSIUM, 2000, Houston. **Proceedings**... Houston, 2000. p. 1-5.

KNUDSON, Joan; BITZ, Ira. **Project management**. New York: AMACOM Books, 1991. 163 p.

LEACH, Patrick. **Why can't you just give me the number?**: an executive's guide to using probabilistic thinking to manage risk and make better decision. Gainesville, FL: Probabilistic Publishing, 2006. 197 p.

LIKIERMAN, Sir Andrew. Assessing risk is key to good performance . **Financial Times**: Mastering Risk, Sept. 22 2005. Disponível em: <<http://financialtimes.printthis.clickability.com/pt/>>. Acesso em: 02 maio 2006.

LOCH, Christoph et al. Step into the unknown . **Financial Times**: Mastering Uncertainty, Mar. 23 2006. Disponível em: <<http://financialtimes.printthis.clickability.com/pt/>>. Acesso em: 02 maio 2006.

MANAGEMENT & INFORMATION TECHNOLOGY CONSULTANTS. **Risk management interactive process**: user guide. [s.l.]: Mit Consultants, [19-]. 24 p.

MANDELBROT, Benoit; TALEB, Nassim. A focus on the exceptions that prove the rule. **Financial Times**: Mastering Uncertainty, Mar. 23 2006. Disponível em: <<http://financialtimes.printthis.clickability.com/pt/>>. Acesso em: 02 maio 2006.

METROPOLIS, N. The beginning of the Monte Carlo method. **Los Alamos Science**, p. 125-130, 1987. Special Issue.

MIGUEL, António. **Gestão do risco e da qualidade no desenvolvimento de software**. Lisboa: FCA, 2002. 438 p.

MSF risk management discipline v.1.1. USA: Microsoft Corporation, 2002. 54 p. (White paper, June 2002). Disponível em: <<http://www.microsoft.com/msf>>. Acesso em: 05 maio 2006.

PHELPS, Robert; MELLOR, Niki. An integrated approach to managing risk. **Financial Times** : Mastering Risk, Sept. 30 2005. Disponível em: <<http://financialtimes.printthis.clickability.com/pt/>>. Acesso em: 02 maio 2006.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Combined standards glossary**. 2nd ed. Newtown Square: PMI, 2005. 68 p.

_____. **Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos: Guia PMBOK®**. 3. ed. Newtown Square: PMI, 2004. 388 p.

_____. **Practice standard for earned value management**. Newtown Square: PMI, 2005. 51 p.

_____. **Practice standard for work breakdown structures**. Newtown Square: PMI, 2001. 80 p.

RAGSDALE, Cliff T. **Spreadsheet modeling and decision analysis**: a practical introduction to management science. 3th ed. Cincinnati: South-Western College Publishing, 2001. 794 p.

REYCK, Bert de. Tools to keep projects on the rails. **Financial Times** : Mastering Risk, Sept. 8 2005. Disponível em: <<http://financialtimes.printthis.clickability.com/pt/>>. Acesso em: 02 maio 2006.

RISK analysis overview. Denver: Decioneering, 2000-2005. 7 p. Disponível em: [http. // www.decioneering.com](http://www.decioneering.com). Acesso em: 25 maio 2006.

ROSENZWEIG, Phil. The fruitless search for certainty. **Financial Times** : Mastering Uncertainty, Apr. 6 2006. Disponível em: <<http://financialtimes.printthis.clickability.com/pt/>>. Acesso em: 02 maio 2006.

ROYER, Paul S. Risk management: the undiscovered dimension of project management. **PM Network**: the professional magazine of the PMI, v. 14, n. 9, p. 31-39, Sept. 2000.

SALIBY, Eduardo; ARAÚJO, Marcos Moura Silva. Cálculo do valor em risco através de simulação Monte Carlo: uma avaliação de uso de métodos amostrais mais eficientes em portfolios com opções. In: SIMPÓSIO OPERACIONAL E O MEIO AMBIENTE, 33., 2001, Campos do Jordão. Campos do Jordão, 2001. p. 605-614.

SCHUYLER, John R. **Decision analysis in projects**. Upper Darby, PA: PMI, 1996. 144 p.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2002. 335 p.

SHIMIZU, Tamio. **Decisão nas organizações**: introdução aos problemas de decisão encontrados nas organizações e nos sistemas de apoio à decisão. São Paulo: Atlas, 2001. 317 p.

SMITH, Preston G.; MERRITT, Guy M. **Proactive risk management**: controlling uncertainty in product development. New York: Productivity Press, 2002. 226 p.

SRHNEIER, Robert; MIRROLI, Jerry. Gerenciamento holístico do risco. **HSM Management**, n. 10, set./out.1998.

STONEBURNER, Gary; GOGUEN, Alice; FERINGA, Alexis. **Risk management guide for information technology systems**: recommendations of the National Institute of Standards and Technology. Washington, D.C.: Government Printing Office, 2001. 55 p. (NITS special publications, n. 800-30)

SULL, Donald. Difficult decisions for an uncertain world . **Financial Times** : Mastering Uncertainty, March 16 2006. Disponível em: <<http://financialtimes.printthis.clickability.com/pt/>>. Acesso em: 02 maio 2006.

USEEM, Michael. A cure for selection fever. **Financial Times** : Mastering Uncertainty, Mar. 30 2006. Disponível em: <<http://financialtimes.printthis.clickability.com/pt/>>. Acesso em: 02 maio 2006.

VOSE, David. **Risk analysis**: a quantitative guide. 2nd ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2000.

WEINBERG, Gerald M. **Consultoria**: o segredo do sucesso. Tradução de Barbara Theoto Lambert. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1990. 261 p.

WIDEMAN, R Max (Ed.). **Project and program risk management**: a guide to managing project risks and opportunities. Newtown Square: PMI, 1992. (The PMBOX handbook series, v. 6)

WYSOCKI, Robert K.; MCGARY, Rudd. **Effective project management**: traditional, adaptive and extreme. 3th ed. New Jersey: John Wiley & Sons , 2003. 300 p.

YATES, J. Frank. **Decision management**: how to assure better decisions in your company. San Francisco: John Wiley & Sons, 2003. 253 p. (University of Michigan Business School management series)

APÊNDICE A – Relatório final de avaliação do Prédio 030

Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 7/17/2006 at 20:02:58

Simulation stopped on 7/17/2006 at 20:03:08

Run preferences:

Number of trials run	4.000
Monte Carlo	
Seed	999
Precision control on	
Confidence level	95,00%

Run statistics:

Total running time (sec)	5552,01
Trials/second (average)	1
Random numbers per sec	11

Crystal Ball data:

Assumptions	15
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	6

Forecasts

Worksheet: [DIGESTION-030.xls]Prédio-1

Forecast: 030

Cell: D59

Summary:

Certainty level is 52.52%
 Certainty range is from -Infinito to 38,933,956.27
 Entire range is from 36,544,305.61 to 41,546,566.54
 Base case is 38,911,434.45
 After 4,000 trials, the std. error of the mean is 13,210.16

Statistics:	Forecast values
Trials	4.000
Mean	38.933.956,27
Median	38.877.058,21
Mode	---
Standard Deviation	835.483,84
Variance	698.033.242.422,79
Skewness	0,19906
Kurtosis	2,53
Coeff. of Variability	0,02146
Minimum	36.544.305,61
Maximum	41.546.566,54
Range Width	5.002.260,93
Mean Std. Error	13.210,16

Forecast: 030 (cont'd)**Cell: D59**

Percentiles:	Forecast values
0%	36.544.305,61
10%	37.859.075,17
20%	38.184.706,14
30%	38.438.250,99
40%	38.663.361,49
50%	38.877.058,21
60%	39.124.318,82
70%	39.380.084,13
80%	39.697.454,34
90%	40.058.658,02
100%	41.546.566,54

Forecast: Custo - Civil**Cell: D55****Summary:**

Entire range is from 335,031.62 to 373,574.41

Base case is 356,431.71

After 4,000 trials, the std. error of the mean is 115.29

Statistics:**Forecast values**

Trials	4.000
Mean	356.477,01
Median	357.525,17
Mode	---
Standard Deviation	7.291,31
Variance	53.163.209,17
Skewness	-0,39885
Kurtosis	2,46
Coeff. of Variability	0,02045
Minimum	335.031,62
Maximum	373.574,41
Range Width	38.542,79
Mean Std. Error	115,29

Forecast: Custo - Civil (cont'd)**Cell: D55**

Percentiles:	Forecast values
0%	335.031,62
10%	345.991,88
20%	349.672,96
30%	352.672,28
40%	355.220,54
50%	357.525,17
60%	359.337,35
70%	361.138,49
80%	363.027,59
90%	365.327,94
100%	373.574,41

Forecast: Custo - Elétrica**Cell: G55****Summary:**

Entire range is from 479,752.08 to 528,538.59

Base case is 499,787.25

After 4,000 trials, the std. error of the mean is 124.53

Statistics:**Forecast values**

Trials	4.000
Mean	499.618,86
Median	499.077,78
Mode	---
Standard Deviation	7.876,12
Variance	62.033.278,57
Skewness	0,32080
Kurtosis	2,85
Coeff. of Variability	0,01576
Minimum	479.752,08
Maximum	528.538,59
Range Width	48.786,52
Mean Std. Error	124,53

Forecast: Custo - Elétrica (cont'd)**Cell: G55**

Percentiles:	Forecast values
0%	479.752,08
10%	489.628,26
20%	492.687,03
30%	494.987,68
40%	497.128,68
50%	499.077,78
60%	501.194,08
70%	503.365,60
80%	506.421,29
90%	510.199,74
100%	528.538,59

Forecast: Custo - Mecânica**Cell: F55****Summary:**

Entire range is from 23,378,182.32 to 27,719,031.88

Base case is 25,343,212.38

After 4,000 trials, the std. error of the mean is 12,611.27

Statistics:	Forecast values
Trials	4.000
Mean	25.360.759,87
Median	25.298.804,43
Mode	---
Standard Deviation	797.606,54
Variance	636.176.185.743,22
Skewness	0,23308
Kurtosis	2,46
Coeff. of Variability	0,03145
Minimum	23.378.182,32
Maximum	27.719.031,88
Range Width	4.340.849,56
Mean Std. Error	12.611,27

Forecast: Custo - Mecânica (cont'd)**Cell: F55**

Percentiles:	Forecast values
0%	23.378.182,32
10%	24.333.189,47
20%	24.639.463,22
30%	24.874.625,49
40%	25.087.702,79
50%	25.298.804,43
60%	25.532.119,78
70%	25.776.626,78
80%	26.096.089,29
90%	26.480.815,60
100%	27.719.031,88

Forecast: Custo - Tubulação

Cell: H55

Summary:

Entire range is from 7,886,570.86 to 9,304,106.06

Base case is 8,544,843.66

After 4,000 trials, the std. error of the mean is 3,771.50

Statistics:

Forecast values

Trials	4.000
Mean	8.549.425,33
Median	8.544.394,14
Mode	---
Standard Deviation	238.530,58
Variance	56.896.835.505,37
Skewness	0,08654
Kurtosis	2,71
Coeff. of Variability	0,02790
Minimum	7.886.570,86
Maximum	9.304.106,06
Range Width	1.417.535,21
Mean Std. Error	3.771,50

Forecast: Custo - Tubulação (cont'd)**Cell: H55**

Percentiles:	Forecast values
0%	7.886.570,86
10%	8.240.511,48
20%	8.342.227,52
30%	8.415.674,23
40%	8.483.971,04
50%	8.544.394,14
60%	8.608.524,04
70%	8.677.720,94
80%	8.753.332,70
90%	8.866.762,00
100%	9.304.106,06

Forecast: Metálica - Custos**Cell: E55****Summary:**

Entire range is from 3,991,518.62 to 4,413,823.26

Base case is 4,167,159.45

After 4,000 trials, the std. error of the mean is 1,151.61

Statistics:**Forecast values**

Trials	4.000
Mean	4.167.675,20
Median	4.160.288,47
Mode	---
Standard Deviation	72.834,01
Variance	5.304.792.339,32
Skewness	0,34773
Kurtosis	2,54
Coeff. of Variability	0,01748
Minimum	3.991.518,62
Maximum	4.413.823,26
Range Width	422.304,63
Mean Std. Error	1.151,61

Forecast: Metálica - Custos (cont'd)**Cell: E55**

Percentiles:	Forecast values
0%	3.991.518,62
10%	4.076.749,76
20%	4.101.879,56
30%	4.121.576,71
40%	4.141.192,54
50%	4.160.288,47
60%	4.181.561,00
70%	4.203.859,74
80%	4.233.699,17
90%	4.270.838,94
100%	4.413.823,26

End of Forecasts

Assumptions

Worksheet: [DIGESTION-030.xls]Prédio-1

Assumption: Civil - Custo de Montagem

Cell: D53

Triangular distribution with parameters:

Minimum	213,61	(=D44)
Likeliest	237,34	(=D46)
Maximum	242,09	(=D48)

Assumption: Civil - Custo Fornecimento

Cell: D52

Triangular distribution with parameters:

Minimum	88,63	(=D36)
Likeliest	93,29	(=D38)
Maximum	95,16	(=D40)

Assumption: Civil - Quantidades

Cell: D51

Triangular distribution with parameters:

Minimum	1.095	(=D28)
Likeliest	1.095	(=D30)
Maximum	1.117	(=D32)

Assumption: Civil - Quantidades (cont'd)

Cell: D51

Assumption: Elétrica - Custo de Fornec.

Cell: G52

Triangular distribution with parameters:

Minimum	4,44	(=G36)
Likeliest	4,68	(=G38)
Maximum	4,77	(=G40)

Assumption: Elétrica - Custo de Montagem

Cell: G53

Triangular distribution with parameters:

Minimum	7,87	(=G44)
Likeliest	8,03	(=G46)
Maximum	8,43	(=G48)

Assumption: Elétrica - Quantidades**Cell: G51**

Triangular distribution with parameters:

Minimum	38.593	(=G28)
Likeliest	38.593	(=G30)
Maximum	40.522	(=G32)

Assumption: Mecânica - Custo de Fornec.**Cell: F52**

Triangular distribution with parameters:

Minimum	16.937,39	(=F36)
Likeliest	17.828,84	(=F38)
Maximum	19.611,72	(=F40)

Assumption: Mecânica - Custo de Montagem**Cell: F53**

Triangular distribution with parameters:

Minimum	1.031,98	(=F44)
Likeliest	1.086,29	(=F46)
Maximum	1.108,02	(=F48)

Assumption: Mecânica - Quantidades

Cell: F51

Triangular distribution with parameters:

Minimum	1.285	(=F28)
Likeliest	1.311	(=F30)
Maximum	1.364	(=F32)

Assumption: Metálica - Fornecedor

Cell: E52

Triangular distribution with parameters:

Minimum	2,07	(=E36)
Likeliest	2,11	(=E38)
Maximum	2,32	(=E40)

Assumption: Metálica - Montagem

Cell: E53

Triangular distribution with parameters:

Minimum	1,35	(=E44)
Likeliest	1,42	(=E46)
Maximum	1,46	(=E48)

Assumption: Metálica - Quantidades

Cell: E51

Triangular distribution with parameters:

Minimum	1.157.184	(=E28)
Likeliest	1.157.185	(=E30)
Maximum	1.180.329	(=E32)

Assumption: Tubulação - Custo de Fornec.

Cell: H52

Triangular distribution with parameters:

Minimum	4,91	(=H36)
Likeliest	5,17	(=H38)
Maximum	5,69	(=H40)

Assumption: Tubulação - Custo de Montagem

Cell: H53

Triangular distribution with parameters:

Minimum	3,38	(=H44)
Likeliest	3,55	(=H46)
Maximum	3,63	(=H48)

Assumption: Tubulação - Quantidades

Cell: H51

Triangular distribution with parameters:

Minimum	925.288	(=H28)
Likeliest	973.987	(=H30)
Maximum	1.022.687	(=H32)

End of Assumptions