

CARLOS BADINI VILLAR

**B-RISK:
MODELO DE GERENCIAMENTO DE RISCO PARA
PROJETOS DE TI – UMA PROPOSTA EVOLUTIVA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Informática, Curso de Pós-Graduação em Informática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Eber A. Schmitz, Ph.D.

Co-Orientador: Prof. Antonio J. M. S. Alencar, D. Phil.

**RIO DE JANEIRO
2005**

**B-RISK:
MODELO DE GERENCIAMENTO DE RISCO PARA
PROJETOS DE TI – UMA PROPOSTA EVOLUTIVA**

Carlos Badini Villar

Dissertação submetida ao corpo docente do Núcleo de Computação Eletrônica / Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências em Informática.

Aprovada por:

Prof. Eber A. Schmitz, Ph.D.

Prof. Antonio J. M. S. Alencar, D. Phil.

Prof. Paulo F. Pires, D. Sc.

Prof. Marcio Barros, D. Sc.

Rio de Janeiro – RJ
Maio de 2005

DEDICATÓRIA

A minha família em especial a minha esposa que sempre apoiou a realização desse trabalho e me deu o suporte necessário.

AGRADECIMENTOS

A toda equipe do NCE pela presteza.

Ao Prof. Eber pelo encorajamento.

Ao Prof. Juarez pelas opiniões objetivas.

A Tia Deise pelos anos de dedicação e liderança frente à secretária do curso.

EPÍGRAFE

Os que muito sabem, de pouca coisa se admiram,
e os que nada sabem se admiram de tudo.

Sêneca

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS.....	vii
LISTA DE FÓRMULAS E AXIOMAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. Introdução.....	1
1.1. Apresentação.....	1
1.2. Motivação.....	1
1.3. Objetivo.....	3
1.4. Estrutura do Trabalho.....	3
2. Riscos em Projetos de TI.....	4
2.1. Percepção de Fatores de Riscos.....	5
2.2. Categorizando Fatores de Riscos.....	8
2.3. Priorização de Fatores de Riscos.....	9
2.4. Probabilidade Subjetiva.....	11
2.5. Gerenciamento de Riscos.....	14
3. Modelos Qualitativos de Análise de Risco.....	17
3.1. Modelo de Machado.....	18
3.2. Modelo de Houston.....	23
3.3. Modelo de Moynihan.....	24
3.4. Modelo de Karolak.....	27
4. Modelo B-Risk.....	34
4.1. Introdução de Novos Elementos.....	34
4.2. Estimativas de Probabilidade Utilizando Faixas de Valores.....	35
4.3. Múltiplos Avaliadores.....	37
4.4. Dependência entre Fatores de Risco.....	38
4.5. Definição formal do Modelo B-Risk.....	39
4.5.1. Solução Analítica Aproximada para o Cálculo dos Riscos..	40
4.5.2. Solução Aproximada Usando a Técnica de Monte Carlo.....	44
5. Estudos de Caso.....	46
5.1. Validação do Modelo SERIM.....	46
5.2. Utilização do Modelo B-Risk.....	48
5.2.1. Características do Projeto em Análise.....	48
5.2.2. Avaliação do risco do projeto usando o Modelo B-Risk.....	49
5.2.3. Resultados Obtidos.....	50
5.3. Discussão.....	58
5.3.1. Sobre a Validade do Modelo SERIM.....	58
5.3.2. Sobre o modelo B-Risk.....	60
5.3.3. Situação atual do Projeto do Estudo de Caso.....	61
6. Conclusões.....	63
6.1. Como o novo modelo foi desenvolvido.....	64
6.2. Como cada alteração foi introduzida no Modelo.....	64
6.3. Como o novo Modelo foi construído.....	66
6.4. Diferenciais do Modelo.....	67
6.5. Quais são os Principais Benefícios da utilização do Modelo.....	68
6.6. Sugestões para Trabalhos Futuros.....	69

7.	Referências:	70
8.	Anexo A – Métricas do Modelo SERIM.....	72
9.	Anexo B – Aderência do Modelo SERIM para Projetos Brasileiros.....	88

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 2.1 -	P-I.....	13
Tabela 3.1 -	Fatores de Risco - Machado.....	18
Tabela 3.2 -	Escala de Probabilidade dos Fatores de Risco - Machado.....	21
Tabela 3.3 -	Avaliação de Impacto – Machado.....	21
Tabela 3.4 -	Avaliação de Impacto – CELPAR.....	22
Tabela 3.5 -	Fatores de Risco – Houston.....	22
Tabela 3.6 -	Fatores de Risco – Moynihan.....	24
Tabela 3.7 -	Influência dos Indicadores de Risco Junto às Áreas de Risco	24
Tabela 3.8 -	Influência das Subcategorias de risco junto as Categorias de Risco	29
Tabela 3.9 -	Influência dos Fatores de Risco Junto aos Elementos de Risco.....	31
Tabela 3.10 -	Relação dos Fatores de Risco com as Subcategorias de Risco	32
Gráfico 4.1 -	Exemplo Distribuição de Probabilidade Triangular.....	35
Tabela 4.1 -	Relação dos Fatores de Risco com as Subcategorias de Risco	40
Tabela 4.2 -	Influência das Subcategorias de Risco junto as Categorias de Risco	42
Figura 4.1 -	Questionário para Coleta de Avaliações	44
Figura 4.2 -	Implementação do Modelo B-Risk com Microsoft Excel	44
Tabela 5.1 -	Probabilidade de Sucesso Subcategorias – Karolak.....	48
Tabela 5.2 -	Probabilidade de Sucesso Categorias – Karolak.....	48
Tabela 5.3 -	Probabilidade de Sucesso Projeto – Karolak.....	48
Gráfico 5.1 -	Probabilidade de Sucesso do Projeto – Karolak.....	48
Gráfico 5.2 -	Probabilidade de Sucesso de Prazo – Karolak.....	49
Gráfico 5.3 -	Probabilidade de Sucesso Técnico – Karolak	49
Gráfico 5.4 -	Probabilidade de Sucesso de Custo – Karolak	49
Tabela 5.4 -	Pesos dos Avaliadores por Subcategorias –Modelo Analítico.....	50
Tabela 5.5 -	Prob. Sucesso Subcategorias –Modelo Analítico.....	50
Tabela 5.6 -	Prob.Sucesso Categorias –Modelo Analítico.....	50
Tabela 5.7 -	Prob.Sucesso Projeto – Modelo Analítico.....	50
Gráfico 5.5 -	Probabilidade de Sucesso do Projeto – Modelo Analítico.....	51
Gráfico 5.6 -	Probabilidade de Sucesso de Prazo – Modelo Analítico.....	51
Gráfico 5.7 -	Probabilidade de Sucesso Técnico – Modelo Analítico.....	51
Gráfico 5.8 -	Probabilidade de Sucesso de Custo – Modelo Analítico.....	52
Tabela 5.8 -	Probabilidade de Sucesso Subcategorias – B-Risk.....	52
Tabela 5.9 -	Probabilidade de Sucesso Categorias – B-Risk.....	53
Tabela 5.10 -	Probabilidade de Sucesso Projeto – B-Risk.....	53
Gráfico 5.9 -	Probabilidade de Sucesso Projeto – B-Risk.....	53
Gráfico 5.10 -	Probabilidade de Sucesso Prazo – B-Risk.....	53
Gráfico 5.11 -	Probabilidade de Sucesso Técnico – B-Risk	54
Gráfico 5.12 -	Probabilidade de Sucesso Custo – B-Risk.....	54

LISTA DE FÓRMULAS E AXIOMAS

Axioma 2.1 - Regras de Coerência.....	06
Formula 3.1 - Equação de Cenário – Machado.....	20
Fórmula 3.2 - Equação de Impacto – Machado.....	21
Fórmula 3.3 - Equação do Cenário de Impacto – Machado.....	22
Fórmula 3.4 – Modelo de Risco Moynihan.....	26
Fórmula 3.5 – Modelo SERIM – Probabilidade de Sucesso da Subcategoria de Risco	30
Fórmula 3.6 – Modelo SERIM – Probabilidade de Sucesso das Categorias de Risco..	31
Fórmula 3.7 – Modelo SERIM – Probabilidade Sucesso do Projeto.....	32
Fórmula 4.1 – Parâmetros Distribuição Triangular.....	36
Fórmula 4.2 – Modelo B-Risk – Probabilidade Sucesso Fator de Risco.....	40
Fórmula 4.3 – Modelo B-Risk – Probabilidade Sucesso Subcategoria de Risco.....	40
Fórmula 4.5 – Modelo B-Risk – Probabilidade Sucesso Categoria de Risco.....	41
Fórmula 4.6 – Modelo B-Risk – Probabilidade Sucesso Projeto.....	42

RESUMO

O estudo das falhas e respectivas causas em projetos de TI tem sido alvo de muitos estudos, tanto acadêmicos como de empresas. Como resultado destes estudos, um grande número de métodos tem sido produzido para a gestão de risco de projetos de TI. A gestão de risco compreende, basicamente, as atividades de: análise, monitoramento e controle de riscos. A análise de risco procura levantar as relações existentes entre os fatores de risco e o resultado desejado de uma variável de sucesso do projeto. Dentre as linhas de análise de risco, a análise qualitativa de risco, procura relacionar o conjunto de fatores de risco, na forma de eventos de risco, com o resultado da variável de sucesso. Esta relação normalmente está expressa na forma de um modelo linear que produz como resultado a probabilidade de obter um resultado favorável para a variável de sucesso.

Esse trabalho apresenta o B-Risk, um modelo para análise de risco qualitativa, que adiciona três novos componentes aos modelos tradicionais, a saber: múltiplos avaliadores, especificação dos fatores de risco usando uma distribuição triangular de probabilidade, o uso de correlação entre os fatores de risco. O resultado passa a ser então, a distribuição de probabilidade da obtenção de um resultado favorável, que incorpora as avaliações subjetivas dos fatores de risco dentre os vários avaliadores. Como o modelo explicita a relação entre os fatores de risco, se torna muito fácil à inclusão ou exclusão de novos fatores no modelo. O modelo foi aplicado a um projeto do mundo real onde se mostrou aderente a realidade dos projetos brasileiros e de bastante utilidade no diagnóstico dos riscos do projeto.

ABSTRACT

The study of failures and its respective causes in IT projects has been the subject of a very intense effort, both academic as in the industry. As a result of these studies, a variety of IT Risk Management methods have been produced. Risk Management activities comprise the activities of: Analysis, Tracking and Control. The aim of Risk Analysis is to present the relations between the risk factors and the possible results of a success variable for the project - usually time, cost or quality. Among the several trends in Risk Analysis, the Qualitative Risk Analysis branch seeks to relate the risk factors to the result of a project success variable. This relation is usually expressed in the form of a linear model which produces as result the probability of a favorable result as a linear combination of the risk factors.

This work shows B-Risk, a model for Qualitative Risk Analysis which add three new components to the traditional models: evaluation for multiple specialists, the expression of the value for a risk factor using a triangular probability distribution and the correlation factors expressing the dependency among the risk factors. As the model explicitly shows the relation among the risk factors, it is very simple to add new (or remove old) risk factors to the model. The model was applied to a real world IT project where it was shown to be adherent to the Brazilian IT project reality and proved to be very valuable in the diagnosis of the project risk.

1. Introdução

A tecnologia da informação e os sistemas de informação em particular, estão se tornando, cada vez mais, componentes importantes da estratégia empresarial. Com isto, os investimentos em TI formam uma parte substancial da carteira de investimentos das empresas, que, com esses investimentos esperam obter vantagens competitivas na intensa batalha empresarial do mundo cada vez mais globalizado. Entretanto, tem sido observado que uma fração substancial destes investimentos não conseguem trazer os resultados esperados para o negócio. Atrasos, escalada de custos e falta de qualidade tem sido apontados como os culpados pela incapacidade de contribuição dos projetos de TI aos objetivos do negócio.

1.1. Apresentação

Este trabalho apresenta um modelo para análise de risco para projetos de TI. Inicialmente é feita revisão dos modelos de gerenciamento de riscos mais utilizados. Como evolução destes modelos, é apresentado o modelo B-Risk que visou à facilidade de utilização e de adaptação para as diversas culturas e realidades existentes no processo de desenvolvimento de software.

1.2. Motivação

Os investimentos em TI formam uma parte substancial dos investimentos das empresas. Entretanto, uma fração substancial destes investimentos não consegue trazer os resultados esperados para o negócio. Podemos entender uma falha em um projeto como o não cumprimento do seu cronograma, o custo total do projeto ser maior que o estimado ou, até mesmo, o produto final não atender às suas especificações [CAPERS,1996]. Falhas nos projetos de TI como atrasos, escalada de custos e falta de qualidade tem sido apontados como os culpados pela incapacidade de contribuição dos projetos de TI aos objetivos do negócio.

Fatores de risco são elementos que podem afetar os critérios de sucesso de um projeto de forma positiva ou negativa. Um fator de risco tem uma causa, se essa ocorrer, uma consequência. Riscos são medidas de probabilidade dos diferentes valores dos fatores de sucesso de um projeto em função dos fatores de risco [PMBOK GUIDE,2000].

Para aumentarmos a probabilidade de sucesso de um projeto devemos utilizar métodos formais para maximizar a probabilidade de ocorrência de eventos positivos e minimizar a probabilidade de ocorrência de eventos negativos. Caso um evento negativo ocorra, devemos estar preparados para agir visando à diminuição das suas consequências no projeto. A Gerencia de Risco é um processo sistemático para identificar, analisar e responder a ocorrência de fatores de risco [PMBOK GUIDE,2000].

A identificação dos fatores de risco que o projeto está exposto é de suma importância pois, não é possível realizar o planejamento de algo que não é conhecido. É necessário identificar os fatores de risco aos quais o projeto está exposto e quais são as possíveis consequências associadas a eles. Entretanto, a identificação dos fatores de risco não é uma atividade simples, principalmente quando não existe uma “cultura de risco” na organização [GREY,1995].

A análise dos fatores de risco tem como objetivo a priorização dos fatores de risco e quais ações de planejamento serão tomadas para cada um dos fatores de risco identificados. A análise de risco pode ser feita de forma qualitativa ou quantitativa. A diferença entra a análise de risco quantitativa, se preocupa em atribuir a probabilidade de ocorrência de um fator de risco e mensurar os impactos no projeto caso o fator de risco ocorra. A análise de risco qualitativa utiliza faixas de valores ou graus (ex.: alto, médio, baixo) para a probabilidade de ocorrência e/ou para os possíveis impactos [YACOV,1998].

1.3. Objetivo

Nesse trabalho avaliamos os modelos para a Análise de risco qualitativa para projetos de TI mais utilizados e propomos um novo modelo como uma evolução dos modelos existentes. O modelo proposto foi aplicado a um projeto do mundo real onde se mostrou aderente a realidade dos projetos brasileiros e de bastante utilidade no diagnóstico dos riscos do projeto.

1.4. Estrutura do Trabalho

No segundo capítulo, buscamos unificar o entendimento sobre os conceitos envolvidos na Gerencia de Risco, como risco, fator de risco e percepção de risco. No terceiro capítulo, é feito um estudo dos métodos de análise de risco qualitativo de projetos de TI mais utilizados. No capítulo quatro, apresentamos o método B-Risk que é uma evolução dos métodos analisados anteriormente. No quinto capítulo, é apresentada uma avaliação do SERIM para as condições brasileiras, seguido de um estudo de caso da utilização do método B-Risk. No sexto capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho e as sugestões para o aprimoramento do método B-Risk .

2. Riscos em Projetos de TI

A sociedade atual necessita lidar com eventos incertos e ambíguos, cujas conseqüências nem sempre são claras. Critérios de sucesso são variáveis que quantificam o atendimento a um objetivo do projeto. Fatores de risco são eventos que podem afetar os critérios de sucesso de um projeto. Riscos são medidas de probabilidade dos diferentes valores dos fatores de sucesso de um projeto em função dos fatores de risco.

Segundo Yacov [YACOV,1998], risco é incerteza, uma medida de probabilidade e da severidade de que fatos adversos ocorram. Incertezas estão presentes nos processos de tomada de decisão, independentemente dos fatores envolvidos, se estão envolvidos em mais de uma parte, se existem restrições orçamentárias, tecnológicos ou mesmo influenciado por diferentes patrocinadores. Neste contexto, fatos negativos são eventos que causam impactos, reduzindo o retorno ou a performance de determinados atributos do projeto – preço, custo, resultados, disponibilidade, taxa de retorno, etc. [PAIXÃO,2000]

Robert Charret [PRESSMAN,2002] definiu conceitualmente o risco como:

“Em primeiro lugar, risco afeta acontecimentos futuros. Presente e passado não preocupam, pois o que colhemos hoje já foi semeado por nossas ações anteriores. A questão é: mudando nossas ações hoje, podemos criar oportunidade para uma situação diferente e possivelmente melhor para nós amanhã? Isso significa, em segundo lugar, que risco envolve mudança como, por exemplo, mudança de pensamento, opinião, ações ou lugares. Em terceiro lugar, o risco envolve a escolha e a incerteza que a própria escolha envolve. Assim, paradoxalmente, o risco, como a morte e os impostos, é uma das poucas certezas da vida”.

Fatores de risco de projeto são um evento ou condição incerta que, se ocorrer, tem um efeito positivo ou negativo no objetivo do projeto. Um fator de risco tem uma causa, se essa ocorrer, uma consequência [PMBOK GUIDE,2000].

Para lidar com tais eventos se faz necessária à implantação de um gerenciamento eficiente que pressupõe o conhecimento dos fatores de riscos a que estamos sujeitos e suas possíveis implicações. A identificação de um fator de risco engloba estudos para estimar a probabilidade de um conjunto de eventos ocorrer e suas consequências.

O Gerenciamento dos fatores de riscos do projeto é um processo sistemático de identificar, analisar e responder aos fatores de riscos do projeto. Isso inclui maximizar a probabilidade e consequência de eventos positivos e minimizar a probabilidade e consequência de eventos adversos aos objetivos do projeto [PMBOK GUIDE,2000].

As pessoas geralmente tendem a pensar mais nos riscos do que nos benefícios, em especial quando estão diante de novas tecnologias. Os riscos de uma nova tecnologia estão relacionados aos benefícios que tal tecnologia irá trazer. Os riscos se diferem pelo tempo no processo de gerenciamento que a intervenção para sua mitigação é aplicada ou onde a intervenção é mais eficiente [SJÖBERG,2001] .

2.1. Percepção de Fatores de Riscos

As primeiras pesquisas sobre percepção de fatores de riscos são da década de 60 e se iniciaram com a tecnologia nuclear e a exposição à radiação. Vários fatores influenciam a forma que as pessoas percebem os fatores de riscos. A percepção de fatores de riscos utiliza componentes emocionais e psicológicos e esses componentes devem ser considerados no processo de levantamento de fatores de riscos [SJÖBERG,2000].

O processo decisório das pessoas é bastante influenciado por suas emoções e por situações passadas. Uma das formas que as pessoas utilizam para realização de estimativas é a comparação com fatos ocorridos no passado. A percepção realística de fatores de riscos somente é esperada onde as pessoas envolvidas possuem alguma

experiência, direta ou indireta. Geralmente as pessoas só relacionam fatores de riscos que já ocorreram com elas ou ocorreram com outras pessoas e elas tomaram conhecimento do ocorrido. Quando não existe tal comparação, as pessoas tendem a superestimar a probabilidade de um fator de risco acontecer e/ou das possíveis perdas [HOWARD,2002].

As pessoas envolvidas com o levantamento de fatores de risco necessitam de um histórico sobre o que já se conhece de um determinado fator de risco, os possíveis danos que ele poderá causar e o grau de incerteza das estimativas realizadas. Qualquer decisão tomada durante o processo de levantamento de fatores de riscos deve ser feita de forma probabilística, mesmo de forma subjetiva.

A meta do risco, ou seja o grau limite de exposição a um risco antes de tomar qualquer ação de mitigação, é um item de grande importância na percepção dos fatores de riscos. É de fundamental importância a definição prévia do ambiente e quem (ou o que) estará sujeito aos fatores de riscos. As pessoas realizam estimativas diferentes para o mesmo fator de risco quando se muda quem (ou o que) está sujeito ao risco [SJÖBERG,2000].

As perdas ocasionadas pela ocorrência de um fator de risco podem ser de várias naturezas, como por exemplo: atraso no cronograma, suspensão de um projeto, materiais e financeiras. O modelo clássico de levantamento de fatores de risco se baseia em perdas financeiras.

Probabilidade subjetiva é a probabilidade de um evento que não é calculada empiricamente. A probabilidade subjetiva é calculada através da crença de um indivíduo, expressa em forma de probabilidade, baseada em uma combinação da experiência passada dele, sua opinião pessoal e a análise de uma situação específica.

Um dos principais problemas no levantamento dos fatores de riscos está na dificuldade de interpretação de probabilidades baixas. No caso de probabilidades baixas,

tipicamente são observados dois comportamentos: “Não acontecerá comigo” e “Certamente acontecerá comigo” como exemplo, citamos [HOWARD,2002]:

- Probabilidade de o estepe estar vazio?
- Probabilidade de um pneu furar durante uma viagem?
- Probabilidade de o pneu furar e o estepe estar vazio?

Números pequenos geralmente são ignorados. É aconselhável que seja feita uma transformação na forma de apresentação de probabilidades muito pequenas. Exemplo: a probabilidade de um motorista sofrer um acidente é de 33 % em 50 anos e de 0,001 % em um ano. Outra forma de mostrar probabilidades pequenas é através de razões ou com transformações na base levando as pessoas a refletirem melhor no evento. Exemplo: A probabilidade de carros recuperados após um roubo é de 0,10 % para carros segurados e de 0,01 % para carros não segurados. Essa probabilidade poderia ser apresentada da seguinte forma: a probabilidade de um carro seguro ser recuperado após um roubo é 10 vezes maior do que a de um carro não seguro [HOWARD,2002].

A ação a ser tomada após o levantamento dos fatores de risco deve ser sempre feita através de uma comparação do tipo “Custo X Benefício” das ações necessárias para reduzir os efeitos de um fator de risco. O levantamento de fatores de riscos deve ser complementado com um estudo de vulnerabilidade. As principais perguntas a serem feitas são:

- Quanto deveria ser investido para a redução de um fator de risco que tem uma baixa probabilidade de ocorrência?
- Quanto deveria ser investido para termos uma redução das perdas em caso de ocorrência do fator de risco?
- Como conseguir que a devida atenção seja dada a medidas de precaução?

2.2. Categorizando Fatores de Riscos

Devido a grande quantidade de fatores de riscos a que um projeto está exposto, é necessária a utilização de mecanismos eficientes para o gerenciamento dos mesmos. Um dos principais mecanismos é a agregação dos fatores de risco em categoria, a qual tem como objetivo o agrupamento de diversos fatores de riscos em um número gerenciável de categorias.

Um segundo fator que incentiva a utilização de categorias é que, no decorrer do tempo, as categorias tendem a ser mais estáveis do que os fatores de riscos vistos isoladamente. Não existe uma forma única para categorizar os fatores de riscos. Cada forma atenderá a um objetivo específico, e cada objetivo mais bem compreendido em uma determinada categorização.

É importante compreendermos como as pessoas aprendem e geram categorias e classificações. A primeira forma é a baseada na similaridade, na qual a inclusão de um item em uma categoria se dá pela comparação com alguma especificação abstrata. A outra forma é baseada na explanação, onde as categorias são vistas como um conjunto de relações entre os itens que compõem a categoria. Limitações cognitivas sugerem que o número total de categorias não seja maior do que algumas dúzias [MORGAN,2000] e Morgan [MORGAN,2001] defende que a utilização do modelo de explanação leva a um conjunto de categorias com menos ambigüidades, com maior aderência aos objetivos da organização e com maior utilidade.

O processo de categorização de fatores de riscos em um número de categorias gerenciáveis também necessita de diversas decisões. Os principais pontos a serem observados durante o processo de criação das categorias são os seguintes [MORGAN,2000]:

- As categorias resultantes deverão incorporar todos os fatores de riscos relevantes;
- As definições das categorias deverão ser claras e exatas;

- As categorias deverão ser mutuamente exclusivas, de forma que as decisões a serem tomadas durante o processo de gerenciamento não sofram com ambigüidades;
- As categorias deverão ser criadas de forma que os fatores de riscos possam ser avaliados de acordo com um conjunto comum de atributos;
- As categorias resultantes deverão refletir os objetivos do gerenciamento de riscos;
- As categorias resultantes deverão ser revistas, antes da conclusão do trabalho, pelos grupos que usarão as categorias;
- As prioridades resultantes do processo de categorização deverão ser respeitadas no processo de gerenciamento de riscos;
- A criação de subcategorias pode ser útil. Entretanto, elas deverão ser utilizadas apenas para auxiliar na definição das categorias;
- As subcategorias deverão ser priorizadas apenas dentro de uma mesma categoria.

Em [PRESSMAN,2002] é apresentada uma categorização genérica para riscos de projetos de TI:

- Riscos de projeto ameaçam o plano do projeto, atrasando o cronograma e aumentando os custos.
- Riscos técnicos ameaçam a qualidade e a pontualidade do software, tornando sua implementação difícil ou impossível.
- Riscos de negócio ameaçam a viabilidade do software a ser construído e freqüentemente afetam o projeto e o produto.

2.3. Priorização de Fatores de Riscos

Devido ao número de fatores de riscos existentes e os recursos para a mitigação desses fatores, devemos priorizá-los de forma a obtermos a maior redução das perdas possíveis com os recursos disponíveis. É necessário a utilização de um processo

eficiente e bem definido para a atribuição de prioridades entre os fatores de riscos (ou categorias) existentes.

Várias decisões são necessárias para decidir entre dois fatores de riscos, e escolher qual necessita de maior atenção. A utilização de um processo formal permite que as alterações nas prioridades sejam realizadas de forma organizada e periódica, evitando que sejam realizadas de forma caótica.

As prioridades atribuídas aos fatores de riscos, assim como os recursos alocados para sua mitigação, devem ser revistos periodicamente de acordo com o conhecimento adquirido sobre cada fator de risco. Recursos devem ser alocados especificamente para que os fatores de riscos sejam estudados, de forma que sua probabilidade de ocorrência e seus efeitos sejam conhecidos e melhores estimados. Após cada ciclo de investimento, deverão ser feitos uma avaliação dos recursos alocados, dos benefícios obtidos e uma nova rodada de priorização dos fatores de riscos. A priorização dos fatores de riscos deve ser baseada na sua probabilidade de ocorrência e no impacto sob os critérios de sucesso do projeto. A eficácia da priorização resultante poderá ser avaliada através da construção de cenários [VOSE,2000].

Uma ferramenta simples e eficaz para a realizar a priorização dos fatores de risco é a tabela de Probabilidade e Impacto (tabela P-I). Esta tabela possuiu como colunas a expectativa de ocorrência de um fator de risco e como linhas a expectativa do impacto caso o fator de risco ocorra. As expectativas são informadas através de categorias - geralmente nulo, muito baixo, baixo, alto, muito alto. Com base na tabela, são selecionadas as categorias que deverão ter os fatores de risco mitigados, quais deverão ter os fatores de riscos monitorados e quais não deverão ter nenhuma preocupação. Para facilitar a visualização, as regiões deverão ser coloridas como no exemplo abaixo onde, a região cinza escuro são os fatores de risco que deverão ser mitigados, na região cinza claro são os fatores de risco que deverão ser monitorados e na região branca são os fatores de risco que não demandam nenhuma ação.

Impacto	Muito Alto	Alto	Baixo	Muito Baixo	Nulo
Prob					
Muito Alto					
Alto					
Baixo					
Muito Baixo					
Nulo					

Tabela 2.1 - P-I.

O resultado da priorização dos fatores de riscos é altamente dependente das categorias utilizadas e, por isso, para que uma categorização seja utilizada em um trabalho de gerenciamento de risco é necessário um estudo prévio das decisões tomadas durante o processo de categorização. A criação de diversas alternativas antes da utilização de uma categorização final é de grande valia. Esse exercício leva os participantes a pensarem em “O Que” é importante nos fatores de riscos para categorizá-los e priorizá-los [MORGAN,2000].

2.4. Probabilidade Subjetiva

Como dito anteriormente, riscos são medidas de probabilidade dos diferentes valores dos fatores de sucesso de um projeto em função dos fatores de risco.

Existem três escolas principais de estatística: a empírica, a lógica e a subjetivista. A escola empírica identifica a probabilidade dentro do limite de uma frequência relativa. A escola lógica tem como característica essencial que dada uma sentença (ou um conjunto de sentenças constituindo evidências) existe um e apenas um grau de probabilidade que a sentença pode ter com relação a evidência dada. Na escola subjetivista, a probabilidade representa uma relação entre a sentença e o conjunto de evidências, entretanto essa relação não é puramente lógica e sim quase lógica e o valor numérico atribuído à probabilidade representa um grau de credibilidade. Do ponto de vista subjetivista, esse valor não é determinado unicamente: um fato pode ter qualquer probabilidade entre 0 e 1, de acordo com a opinião da pessoa cujo grau de crença a probabilidade representa [KYBURG, 1980].

A probabilidade subjetiva representa o grau de convicção de um indivíduo de que um certo fato acontecerá. Este grau de convicção se manifesta através do seu comportamento em relação ao fato. Ele sempre dependente das informações disponíveis ao sujeito que a especifica. Há princípios de coerência e consistência bem determinados e que precisam ser respeitados. Por esses motivos, normalmente se utiliza a probabilidade subjetiva para gerenciamento de risco.

Probabilidade não é meramente psicologia e a teoria de probabilidade subjetivista, não é uma teoria empírica de psicologia do grau de crença. A teoria de probabilidade subjetivista é uma teoria lógica no sentido que apenas algumas combinações de grau de crença são admissíveis. Na teoria subjetivista nem todas as distribuições de crença são admissíveis. O conjunto de crenças de uma pessoa deve ser coerente e consistente [KYBURG, 1980].

Para ser qualificado como probabilidade, os valores atribuídos a dois eventos A e B , definidos no espaço amostral S , devem satisfazer:

1. $P(A) \geq 0, P(B) \geq 0$.
2. Se $A \cap B = \emptyset$, então $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$
3. $P(S) = 1$

Axioma 2.1 - Regras de Coerência

Caso a distribuição dos graus de crença satisfaça essas três regras, a distribuição é dita coerente.

A pessoa deve ser consistente no sentido lógico: se as evidências denotam E , então a pessoa deve ter o grau de crença mais elevado de E . Se as evidências denotam a negação de E , então a pessoa deve ser o menor grau possível de crença em E [KYBURG, 1980].

Savage [SAVAGE,1972] propôs um conjunto de axiomas que estabelecem a condição necessária para a existência de uma medida de probabilidade.

P1: Se para dois fatos f e g , ou f não é mais preferido do que g , g não é mais preferido do que f , ou ambos; e se f não é mais preferido do que g , e g não é mais preferido do que h , então f não é mais preferido do que h .

P2: Se o espaço amostral é particionado em B , $\sim B$ e f, g e f', g' são tais que: Em $\sim B$, f e g resultam nas mesmas conseqüências (f e g coincidem), e f' e g' resultam nas mesmas conseqüências;

Em B , f e f' resultam nas mesmas conseqüências, e g e g' resultam nas mesmas conseqüências;

Se f não é mais preferido do que g , então f' não é mais preferido do que g' .

P3: Se um fato f leva à conseqüência β e um fato f' leva à conseqüência β' sobre todo o espaço amostral, f não é mais preferido do que f' dado um subconjunto B do espaço amostral, implica que β não é mais preferido do que β' . Se β não é mais preferido do que β' , f não é mais preferido do que f' dado qualquer subconjunto B do espaço amostral.

P4: O fato que um indivíduo escolhe para apostar entre dois fatos, não depende do tamanho da aposta.

P5: Existe ao menos um par de conseqüências (β, β') tais que β' não é mais preferido do que β .

P6: Se f não é estritamente mais preferido do que g e se β é qualquer conseqüência, existe uma partição do espaço amostral S tal que se f ou g forem modificados em um único elemento do espaço amostral tal que ele leva a conseqüência β para esse elemento, os outros valores se mantêm inalterados, f modificado ainda e estritamente menos preferido do que g modificado.

2.5. Gerenciamento de Riscos

Riscos devem ser analisados e gerenciados. O levantamento de fatos adversos ao projeto é uma atividade imprevisível, caracterizada pela criatividade e suportada pelo histórico de projetos ou atividades similares e pelas rotinas de *brainstorming*, na tentativa de identificar novos eventos. Haimes ainda foi mais específico na área tecnológica. Nela, gerenciamento de risco assemelha-se ao balanceamento ótimo entre benefícios incertos e custos incertos. [YACOV,1998]

Análise e gerenciamento de riscos devem fazer parte integral do processo de tomada de decisão - ao invés de um simples implemento da análise técnica - distinções devem ser feitas entre risco e segurança: mensuração de riscos é empírica, quantitativa, uma atividade científica. Julgamento da segurança é uma avaliação do nível de risco tolerado, uma atividade normativa, qualitativa, política. Essa distinção e análise devem permear todo o processo de tomada de decisão, bem como a gerência de projeto. [YACOV,1998]

De uma forma geral, podemos afirmar que as principais atividades relacionadas com o gerenciamento de risco são:

- Identificação: Encontrar e registrar os riscos específicos do projeto;
- Estratégia e Planejamento: Criação de planos e alternativas para endereçamento de cada um dos riscos identificados e incluir esses planos no planejamento global do projeto;
- Categorização: Categorizar cada um dos riscos identificados, determinando seus efeitos, determinando os riscos que serão ignorados e priorizando os demais riscos;
- Mitigação: Adoção das medidas planejadas para mitigação, visando diminuir a probabilidade de ocorrência de um risco ou até mesmo evitar sua ocorrência;
- Relato: Verificar e documentar o status de cada um dos riscos identificados;

- Previsão: Baseado em dados históricos e em estimativas estabelecer previsões sobre os riscos.

A análise de riscos depende essencialmente da interpretação de quem está avaliando, pois o que para uns é risco, para outros nem tanto ou até mesmo pode ser uma oportunidade. Normalmente existem amplas informações a respeito dos eventos sob análise de risco, sem no entanto estarem totalmente disponíveis devido aos diferentes interesses. Esses interesses associados a diferentes valores pessoais e pontos de vista tornam a análise de risco variável conforme a equipe que a executa [PAIXÃO,2000].

Um método não torna fácil uma decisão problemática, mas auxilia a administrá-la de modo mais sensato, auxiliando a observação de todos os aspectos tangíveis e intangíveis da situação, traduzindo todos os fatos, sentimentos, opiniões, crenças e orientações pertinentes. [PARRINI,2002]

Um método para análise de risco deve ser capaz de prever riscos em todas as etapas do desenvolvimento de um projeto. Um método de análise de risco, além de simples, deve possuir os seguintes critérios:

- Ser simples;
- Ser adaptável;
- Ser qualitativo (podendo ser quantitativo se desejável);
- Deve poder ser aplicado em todo ciclo de vida;
- Ser de fácil atualização de acordo com a evolução do projeto;
- Deve ser compatível com qualquer modelo de desenvolvimento de software.

De uma forma geral, podemos afirmar que as principais atividades relacionadas com o gerenciamento de risco são:

- Identificação: Encontrar e registrar os riscos específicos do projeto;

- Estratégia e Planejamento: Criação de planos e alternativas para endereçamento de cada um dos riscos identificados e incluir esses planos no planejamento global do projeto;
- Categorização: Categorizar cada um dos riscos identificados, determinando seus efeitos, determinando os riscos que serão ignorados e priorizando os demais riscos;
- Mitigação: Adoção das medidas planejadas para mitigação, visando diminuir a probabilidade de ocorrência de um risco ou até mesmo evitar sua ocorrência;
- Relato: Verificar e documentar o status de cada um dos riscos identificados;
- Previsão: Baseado em dados históricos e em estimativas estabelecer previsões sobre os riscos.

Os métodos de análise de risco utilizam modelos de análise de risco que tem por objetivo estimar a distribuição de probabilidade do critério de sucesso do projeto em função da probabilidade de ocorrência e impacto dos diversos fatores de risco.

3. Modelos Qualitativos de Análise de Risco

Projetos objetivam realizar algo que ainda não foi feito, e como tal é único. Ainda que seus objetivos pertençam a uma categoria muito ampla, como, por exemplo, a construção de um edifício, torna-se único pois possuem características e atributos diferentes entre si – diferentes proprietários, diferentes executores, diferentes datas. A presença de fatores repetitivos não descaracteriza a unicidade do projeto. Por conta disso, as características que distinguem o produto ou serviço devem ser progressivamente elaboradas, constituídas passo a passo em incrementos constantes por desenvolvimentos detalhados e sucessivos. [PAIXÃO,2000]

Dentre os diversos modelos para análise de riscos existentes para projetos de TI, destacamos os modelos de Houston [HOUSTON,2003], Moynihan [REAL TECH.,1993], Karolak [KAROLAK,1995] e Machado [Machado,2002]. Todos estes modelos são baseados em questionários sobre fatores de riscos. Após responder o questionário, temos um grau que indica o risco a que um projeto estará exposto.

Os modelos contém conjuntos de fatores de risco associados a probabilidade subjetiva do fator de risco ocorrer. Os fatores são correlacionados de alguma forma em categorias. A probabilidade da categoria de risco ocorrer é dada por uma soma ponderada dos fatores de riscos que compõem a categoria. Importante ressaltar que as respostas dos modelos são sempre normalizadas para o intervalo [0, 1] de forma que, representam uma distribuição de probabilidade da variável aleatória que representa o critério de sucesso do projeto.

Uma característica importante destes modelos é que eles podem ser utilizados antes do início de projeto, servindo, inclusive, como uma ferramenta para auxiliar a seleção de projetos que serão iniciados. Como o processo é subjetivo, a probabilidade atribuída a um evento específico pode variar no tempo dentro do ciclo de vida do software, de acordo com a pessoa que está respondendo ao questionário e até mesmo de acordo com a data em que está sendo respondido.

3.1. Modelo de Machado

A proposta do método por Machado [MACHADO,2002] é de facilitar a identificação e quantificação de riscos de prazo em projetos de software. O modelo categoriza e lista um conjunto de fatores de risco, definindo o peso de cada um baseado na compilação de diversos autores e pesquisas de campo. Os fatores de risco considerados para o método são:

- desgaste na relação com o cliente;
- danos financeiros para a empresa desenvolvedora;
- perda de lucratividade para a empresa desenvolvedora;
- perda de eficiência organizacional;
- prejuízo à imagem organizacional;
- prejuízo à reputação do departamento de Sistemas de Informação;
- prejuízo à reputação do departamento do cliente.

Na proposta original, existem três cenários de fatores de risco, com pesos diferentes para cada um: desenvolvimento de software sob encomenda em empresas públicas, desenvolvimento de software sob encomenda em empresas privadas e desenvolvimento de software sob encomenda na CELEPAR – Companhia de Informática do Paraná.

Fatores de Risco	
Código	Descrição
FR1	Ausência da participação do cliente
FR2	Cliente resistente a mudanças
FR3	Conflitos entre clientes
FR4	Cientes com atitudes negativas em relação ao projeto
FR5	Cientes não comprometidos com o projeto
FR6	Ausência de cooperação entre os clientes
FR7	Conflitos entre clientes e equipe de desenvolvimento
FR8	Membros da equipe de desenvolvimento treinados inadequadamente
FR9	Ausência de comprometimento dos membros da equipe de desenvolvimento em relação ao projeto
FR10	Membros da equipe inexperientes

Fatores de Risco	
Código	Descrição
FR11	Falta de boas práticas da equipe técnica
FR12	Conflitos entre os membros da equipe de desenvolvimento
FR13	Frequente rotação de pessoal na equipe de projeto
FR14	Equipe de desenvolvimento não familiarizada com as ferramentas
FR15	Membros da equipe de desenvolvimento não familiarizados com o negócio do cliente
FR16	Atitudes negativas da equipe de desenvolvimento
FR17	Ausência de perfil especializado na equipe de projeto para atender aos requisitos do projeto
FR18	Recursos retirados do projeto por causa de mudanças nas prioridades organizacionais
FR19	Mudanças na gerência da organização durante o projeto
FR20	Políticas corporativas com efeito negativo no projeto
FR21	Influência política no projeto (externa)
FR22	Ambiente organizacional instável
FR23	Reestruturação organizacional durante o projeto
FR24	Ausência de suporte gerencial de alto nível para o projeto
FR25	Ausência ou perda do comprometimento organizacional com o projeto
FR26	Dependência de fornecedores externos
FR27	Muitos fornecedores externos envolvidos com o projeto de desenvolvimento
FR28	Alto nível de complexidade técnica
FR29	Tarefas a serem automatizadas altamente complexas
FR30	Projeto afetando um grande número de departamentos ou unidades do cliente
FR31	Grande quantidade de interação com outros sistemas
FR32	Projeto envolvendo o uso de novas tecnologias
FR33	Inadequada transferência de tecnologia para o projeto
FR34	Condições de trabalho inadequadas
FR35	Padrões, políticas e metodologias de engenharia de software inadequados
FR36	Métodos e ferramentas de engenharia de software inadequados
FR37	Burocracia excessiva
FR38	Falta de suporte para a resolução de problemas técnicos
FR39	Falta de infra-estrutura para reuso
FR40	Falta de prática de reuso
FR41	Repositórios de projeto e controle de configuração inadequados
FR42	Ausência de uma metodologia efetiva de gerência de projetos
FR43	Planejamento inadequado do prazo
FR44	Planejamento inadequado dos recursos necessários
FR45	Planejamento inadequado do orçamento
FR46	Pressão excessiva de prazo
FR47	Baixa produtividade
FR48	Baixa qualidade dos produtos intermediários e finais
FR49	Ausência de "pessoas com perfil" para liderar o projeto

Fatores de Risco	
Código	Descrição
FR50	Acompanhamento do progresso do projeto insuficiente
FR51	Fraco planejamento de projeto
FR52	Falta de definição dos marcos do projeto
FR53	Gerente do projeto ineficiente
FR54	Gerente do projeto inexperiente
FR55	Comunicação ineficiente
FR56	Mudanças contínuas dos objetivos e escopo do projeto
FR57	Requisitos conflitantes
FR58	Mudanças contínuas dos requisitos
FR59	Requisitos não definidos de forma adequada
FR60	Requisitos não estão claros
FR61	Requisitos incorretos
FR62	Deficiência no entendimento dos usuários quanto às limitações ou capacidades do sistema

Tabela 3.1 - Fatores de risco – Machado.

A saída de um projeto é analisada apenas em relação ao prazo do projeto, sendo atribuído um valor absoluto para tal. O impacto da saída é calculado em função de um valor de saída, dentro do escopo e do prazo. Seu valor é dado pela diferença entre o prazo inicialmente previsto e o prazo real estimado.

O modelo faz a distinção dos fatores de risco e das saídas, facilitando o entendimento da propagação dos fatores de risco, através dos cenários, nas várias saídas do projeto e auxiliando na definição da equação de medição do risco. O método calcula a exposição ao risco de forma quantitativa, atribuindo um peso para cada fator de risco, associando uma probabilidade e, finalmente, inserindo na equação do valor do impacto a função de correlação no prazo do projeto e o cenário de impacto futuro.

No modelo, um cenário representa um conjunto de incertezas, ou fatores de risco, relacionado a um determinado tempo. Esta definição também se aplica a cenário de impacto, que se define como um conjunto de fatores de impacto relacionado a um determinado tempo.

A saída de um cenário pode ser vista sob quatro óticas:

- perfil funcional do produto;
- perfil de defeitos do produto;
- perfil de custo do projeto;
- prazo do projeto.

O cenário de saída é definido pela equação:

$$(S_i) = \left[\frac{\sum ((Rf_{ij} \times R_{w_{ij}} \times Rp_{ij}), \dots, (Rf_{in} \times R_{w_{in}} \times Rp_{in}))}{\sum R_{w_{in}}}, T_i \mid i = 1, j = 1, n \right]$$

Onde: Rf = fator de risco, Rw = peso do fator de risco, Rp = probabilidade do fator de risco e T = tempo.

A exposição ao risco é definida por:

$$Risco = \{(S_i, O_i, L_i, V_i) \mid i = 1, n\}$$

Onde: S = cenário, O = saída/resultado, L = probabilidade e V = impacto

Formula 3.1 - Equação de Cenário - Machado

A escala para probabilidade dos fatores de risco é:

Valor qualitativo	Valor quantitativo (rp)
Sem influência	0
Baixa	0,33
Razoável	0,66
Muita	1

Tabela 3.2 - Escala de probabilidade do fator de risco – Machado.

O valor do impacto de saída é definido através da equação:

$$V_i = [f \left\{ \frac{\text{Duração}(T_i - BT_i)}{BT_i} \times 100 \right\} + I_i \mid i = 1]$$

Onde:

$$f \left\{ \frac{\text{Duração}(T_i - BT_i)}{BT_i} \times 100 \right\}$$

é o valor quantitativo do impacto,

T é o prazo real estimado, BT é o prazo inicialmente previsto

f é a correlação do valor percentual com a tabela de impacto do modelo.

I é o cenário de impacto futuro, domínio de 0 a 1.

O domínio de V é de 1 a 10.

Fórmula 3.2 - Equação de Impacto – Machado

Valor qualitativo	Valor quantitativo	Cronograma
Muito	9	Cronograma irá ultrapassar o prazo em xx% ou Cronograma é impossível de ser cumprido
Razoável	6	Cronograma irá ultrapassar o prazo de xx% a xx% ou Possível deslize de cronograma
Pouco	3	Cronograma irá ultrapassar o prazo de xx% a xx% ou Cronograma realístico e alcançável
Sem	1	Cronograma não irá ultrapassar o prazo em mais de xx% ou Cronograma antecipado

Tabela 3.3 - Avaliação de impacto – Machado.

A definição do parâmetro de avaliação do impacto do risco deve ser realizada de acordo com a organização. Abaixo temos uma tabela com a avaliação de impacto feita para a CELEPAR.

Valor qualitativo	Valor quantitativo	Cronograma
Muito	9	Cronograma irá ultrapassar o prazo em 50% ou Cronograma é impossível de ser cumprido
Razoável	6	Cronograma irá ultrapassar o prazo de 30% a 49% ou Possível deslize de cronograma
Pouco	3	Cronograma irá ultrapassar o prazo de 10% a 29% ou Cronograma realístico e alcançável
Sem	1	Cronograma não irá ultrapassar o prazo em mais de 10% ou Cronograma antecipado

Tabela 3.4 - Avaliação de impacto - CELEPAR

O cenário do impacto se traduz na equação:

$$(I_i) \equiv \left[\left\{ \sum ((I_{ij} \times Iw_{ij} \times Ia_{ij}), \dots, (I_{in} \times Iw_{in} \times Ia_{in})), T_i \right\} \mid i = 1, j = 1, n \right]$$

Onde,

I_f = fator de impacto identificado,

I_w = peso do impacto,

I_a = presença ou ausência do fator de impacto futuro e T = tempo; sendo que o maior valor para o Cenário (I) é 1,00.

Fórmula 3.3 - Equação do Cenário de Impacto - Machado

3.2. Modelo de Houston

Houston [HOUSTON,2003] apresenta um conjunto de vinte e nove fatores de riscos que devem ser considerados. Seu modelo é baseado em uma abordagem de causa e efeito, associando os possíveis impactos caso um risco aconteça e os possíveis ganhos caso o risco seja mitigado. Os fatores de risco são:

Fatores de Risco	
Código	Descrição
FR1	Indisponibilidade de Pessoas Chave por falta de pessoal com habilidades técnicas específicas e necessárias ao projeto.
FR2	Dependência em poucas pessoas Chave devido aos seguintes fatores: a equipe alocada no projeto é mais inexperiente do que esperado; as pessoas muito experientes são resistentes em documentar seu trabalho, ensinar ou treinar outras pessoas; é esperado que os indivíduos chave exerçam esforços heróicos; o líder da equipe não promove o trabalho em equipe e insiste em tomar todas as decisões; a organização não pretende fornecer recursos para treinar adequadamente a equipe de projeto.
FR3	Instabilidade da equipe por perda de pessoal e de conhecimento quando o pessoal experiente deixa a equipe.
FR4	Falta de compromisso da equipe evidenciados pela falta de disciplina em atividades de desenvolvimento, falta de aderência ao processo definido da organização, desenvolvimento sem foco, má vontade para aprender o produto, má vontade em permanecer distante da tecnologia de ponta, e má vontade para executar atividades de controle de.
FR5	Baixa produtividade. Evidentes em projetos grandes e complexos, quando as atividades não são automatizadas, e em organizações inexperientes ou imaturas.
FR6	Falta de apoio do cliente que não fornece o apoio necessário para o projeto.
FR7	Falta de apoio do usuário. É mais comum nos sistemas voltados para vários perfis de usuários e de diversos setores. A falta de apoio pode ser devida à falta de habilidade do usuário em participar no processo de desenvolvimento ou ao desinteresse do usuário, que pode ser devido ao baixo compromisso do cliente com o projeto.
FR8	Falta de uma pessoa de contato que serve como elo entre o cliente e a organização de desenvolvimento.
FR9	Medidas erradas. Exemplo: “Linhas de código” (LOC) é uma métrica inadequada para dimensionar projetos, porque esconde o esforço necessário nas atividades para criação do software (a exceção é a atividade de codificação).
FR10	Falta de Maturidade Organizacional que limita a habilidade de execução consistente, contribuindo para a inexatidão dos objetivos e às variações no processo do desenvolvimento.
FR11	Falta de qualidade dos dados históricos nas atividades de engenharia de software: estimativa, produtividade, qualidade, gerência de requisitos, desempenho.

Fatores de Risco	
Código	Descrição
FR12	Estimativa de custo irreal devido a erros na estimativa dos tamanhos dos produtos a serem entregues, omissão de tarefas, erros na estimativa da quantidade do trabalho que pode ser atribuída à equipe e erros da taxa de produtividade.
FR13	Pressão excessiva no cronograma devido à expectativa que as entregas dos produtos podem ser feitas em prazos mais curtos do que realmente é possível tecnicamente. A fonte pode ser interna ao projeto, interna à organização ou externa.
FR14	Gerência de configuração inadequada. A gerência de configuração consiste na identificação, controle, auditoria, e no registro da configuração.
FR15	Confiança excessiva em uma melhoria no processo pela ilusão que qualquer ferramenta ou método podem produzir melhorias grandes na produtividade e na qualidade.
FR16	Papelada excessiva causada por um processo extremamente detalhado de desenvolvimento, inexperiência da equipe, uso exagerado da língua natural nas especificações, falta de medidas do trabalho burocrático, uso de modelos padrão que incluem itens irrelevantes, compensação para projetos com especificações e planos pobres e uma organização extremamente burocrática.
FR17	Entrega irreal de subprojeto que pode influenciar o cronograma e o desenvolvimento das interfaces.
FR 18	Requisitos do usuário arrastando-se ocorrem quando novos requisitos ou modificações significativas nos requisitos já levantados são feitos após o conjunto básico de requisitos terem sido acertados entre os clientes e os desenvolvedores. É também a falha de antecipar e planejar para requisitos em mudança.
FR19	Funcionalidades desnecessárias, desenvolvidas quando os clientes especificam os requisitos desnecessários e/ou os desenvolvedores "leram" nos requisitos novas funções que não foram solicitadas.
FR20	Projeto grande e complexo onde a seqüência de etapas do projeto é de difícil identificação. A conclusão do projeto requer um grande número de etapas. Falta uma boa definição de algumas atividades do projeto o que leva ao aparecimento de atividades não previstas. A conclusão bem sucedida não pode ser determinada imediatamente. O projeto tem objetivo múltiplo. Muitas atividades do projeto são dependentes de outras atividades.
FR21	Tecnologias imaturas, indicando que o processo do desenvolvimento não é refinado ou não foi utilizado na organização; a tecnologia da plataforma de desenvolvimento é nova ou nunca foi utilizada na organização.
FR22	Aplicação Complexa devido à complexidade da lógica da aplicação; a complexidade dos dados e dos modelos funcionais; a algoritmos e requisitos de processamento muito complexos.
FR23	Grande número de interfaces externas complexas, pois o produto pode ter que interagir com outros softwares ou hardwares ou o produto deve ser adaptável a sistemas futuros que ainda não foram especificados.
FR24	Gerenciamento de projeto fraco onde as funções de gerência de projeto são executadas tão mal que os projetos não são concluídos com sucesso.
FR25	Indisponibilidade do gerente do projeto, recursos insuficientes de pessoal para estimativas do projeto, planejamento, acompanhamento, medição, relatando, e revisando.
FR26	Falta de experiência com a plataforma/ambiente/métodos. Falta de experiência da equipe em desenvolvimento de software.
FR27	Falta de experiência com o tipo de software a ser desenvolvido no projeto.
FR28	Falta de experiência com o ambiente/operações dos usuários, e o ambiente de negócio e operacional do software.
FR29	Falta de apoio da gerência sênior quando os executivos não compreendem a produção de software, quando o desenvolvimento do software não é uma atividade principal, ou quando um produto de software não tem apoio de cliente importante.

Tabela 3.5 – Fatores de Risco Houston

3.3. Modelo de Moynihan

O modelo de Moynihan [MOYNIHAN,1989] lista um conjunto de diretivas de risco, atribuindo uma nota de 1 a 4 para cada um dos 23 fatores de riscos e efetuando um somatório ponderado ao final - o valor 1 significa **sem efeito** e 4 **efeito significativo no risco**. Projetos com alto índice são considerados de alto risco. Constitui-se em uma técnica simples para identificar e avaliar riscos de projeto nas áreas de Estouro de Custo, Término Prematuro do Projeto, Desenvolver um Produto Errado (fora das especificações) e Falha Técnica do Produto. Os fatores de riscos do modelo são:

Fatores de Risco	
Código	Descrição
FR1	Percepção do cliente sobre os requisitos do seu sistema. Caso estes tenham uma percepção clara de seus requisitos, seu conhecimento é tido como excelente.
FR2	Conhecimento da equipe tanto com o ambiente de desenvolvimento como com o ambiente de implementação.
FR3	Exemplos existentes, referentes a qualquer software existente que faça um trabalho semelhante àquele requisitado.
FR4	Experiência da equipe que tem familiaridade com a área de aplicação.
FR5	Problemas difíceis. O sucesso do projeto depende da equipe poder resolver problemas técnicos ou intelectuais.
FR6	Ambiente de teste. Um ambiente de teste dedicado é a melhor maneira de testar um sistema. Qualquer outra maneira coloca muitas pressões na equipe, o que obriga a que muitos testes sejam omitidos ou executados de forma incompleta.
FR7	Volume de trabalho do produto. Mede a quantidade de esforço do projeto comparado com os projetos feitos anteriormente pela equipe.
FR8	Complexidade dos requisitos. Identifica a complexidade dos requisitos do usuário, e a facilidade de sua alocação aos módulos de software.
FR9	Volatilidade dos requisitos. Caso existam etapas de revisão de requisitos, ou se alguém atrasa o seu trabalho ou se problemas são encontrados após a fase de projeto, poderá haver uma mudança nos requisitos originais do sistema.
FR10	Estabilidade das interfaces. Considera as alterações nos sistemas existentes que fazem alguma interface com o sistema novo.
FR11	Flexibilidade dos requisitos. Avalia a reação dos usuários a um problema e suas personalidades.
FR12	Escala relativa de pessoas. Relaciona o número de pessoas na equipe com aquilo que foi gerenciado, de forma confortável, anteriormente.
FR13	Escala relativa de tempo. A duração do projeto com relação ao que a equipe está acostumada.
FR14	Novidade do ambiente. Considera as ferramentas utilizadas no projeto e se estas são produtos estáveis e estabelecidas.
FR15	A experiência da equipe no ambiente. Estima a experiência global da equipe do projeto com o ambiente. Caso as ferramentas sejam novas, a equipe não terá tido chance de experimentá-las antes do início do projeto.
FR16	Maturidade do ambiente alvo. Refere-se à configuração do sistema que suportará a nova aplicação.
FR17	Experiência da equipe no alvo com a configuração do sistema alvo.
FR18	Comunicação com fornecedores. Estima a qualidade dos canais de comunicação entre a equipe, contratados e outros fornecedores e sua proximidade. Dificuldade de comunicação pode colocar todo o projeto em risco.

Fatores de Risco	
Código	Descrição
FR19	Comunicação com cliente. Avalia os canais de comunicação, distância, linguagem, política, entre a equipe e o cliente.
FR20	Volatilidade da equipe. Estima a perda de pessoal da equipe durante o projeto.
FR21	Perda de pessoas chaves. Para iniciar esta análise, devem ser definidas quais são as pessoas que desempenham papéis críticos durante o projeto. Após, defina a probabilidade de perder uma ou mais destas pessoas durante o projeto.
FR22	Conhecimento do potencial da equipe. O gerente que conhece os pontos fracos e fortes de sua equipe pode fazer com que cada pessoa seja encorajada a trabalhar no seu potencial máximo e não seja colocada com problemas fora de sua faixa.
FR23	Dependência de importados. Componentes do produto que são fornecidos. A dependência do projeto em produtos importados é: nenhuma, pouca, alta ou crítica.

Tabela 3.6 - Fatores de Risco Moynihan

Importante ressaltar que nem todos os fatores de riscos influenciam nas áreas de riscos.

Fator de Risco	Ultrapassar Custo	Término Prematuro	Produto Errado	Falha Técnica
FR1 - Conhecimento do Cliente	1	0	1	0
FR2 - Conhecimento da Equipe	1	0	1	0
FR3 - Exemplos Existentes	1	0	1	1
FR4 - Experiência da Equipe (Aplicação)	1	1	0	1
FR5 - Problemas Difíceis	1	1	0	0
FR6 - Possui ambiente de teste	1	0	1	1
FR7 - Volume de trabalho do produto	1	0	0	0
FR8 - Complexidade dos Requisitos	1	0	0	0
FR9 - Volatilidade dos requisitos	1	0	1	0
FR10 - Estabilidade das interfaces	1	0	0	1
FR11 - Flexibilidade dos requisitos	1	1	0	0
FR12 - Escala relativa (pessoas)	1	0	0	0
FR13 - Escala relativa (tempo)	1	0	0	0
FR14 - Novidade do ambiente	1	1	0	0
FR15 - A experiência da Equipe (Ambiente)	1	1	0	0
FR16 - Maturidade do ambiente alto	1	1	0	1
FR17 - Experiência da equipe alvo	1	1	0	1
FR18 - Comunicação (Fornecedores)	1	0	0	0
FR19 - Comunicação (Cliente)	1	0	1	0
FR20 - Volatilidade da Equipe	1	0	0	0
FR21 - Perda de pessoas chaves	1	1	1	0
FR22 - Conhecimento do potencial da equipe	1	0	1	0
FR23 - Dependência de Importados	1	1	0	0

Tabela 3.7 - Influência dos Fatores de Risco junto às Áreas de Risco (0=Falso;1=Verdadeiro)

Seja “*i*” a influência do Fator de Risco junto às Áreas de Risco e “*a*” a nota de um fator de risco. Temos que o risco de uma determinada Área de Risco é dado pela fórmula:

$$P(A) = \frac{\sum_{n=1}^{23} i_n a_n}{\sum_{n=1}^{23} i_n 4}$$

Fórmula 3.4 – Modelo de Risco Moynihan

3.4. Modelo de Karolak

Dale Walter Karolak [KAROLAK,1995] publicou em 1995 o seu livro *Software Engineering Risk Management* onde ele propõe a utilização em projetos de TI da filosofia e estratégia *Just-in-Time* utilizada na manufatura. Sua proposta é um modelo de desenvolvimento de software direcionado a riscos. O autor defende a tese que devem ser minimizados os riscos e as contingências no processo de desenvolvimento de software; o gerenciamento de risco deve ser feito o mais cedo possível, levando a uma redução do tempo do projeto e que, o produto terá maiores chances de atingir metas de custo e prazo.

O método de Karolak é aplicado utilizando um modelo de gerenciamento de risco qualitativo, chamado SERIM (*Software Engineering Risk Model*). O SERIM é composto de três categorias de risco, dez subcategorias e oitenta e um fatores de risco. Para facilitar o entendimento unificamos os conceitos de fatores de risco, subcategorias de risco e categorias de risco (originalmente chamados por Karolak de métricas de risco, fatores de risco e elementos de risco).

Karolak defende o fato que os riscos podem ser vistos sob duas óticas: a tecnológica e a de negócios. Os riscos técnicos incluem os algoritmos, a disponibilidade da tecnologia e a maturidade do software e hardware utilizados para a construção do novo software. Os riscos de negócio incluem a disponibilidade de recursos, orçamento e metas de prazo. No contexto dessa perspectiva, o projeto está sujeito a riscos técnicos,

de custo e de cronograma. Essas três áreas de riscos foram chamadas de categorias de risco.

Os riscos técnicos são aqueles, que de alguma maneira, irão afetar a performance do produto. A performance do produto é entendida como a presença de certos atributos relacionados com as seguintes questões:

- Funcionabilidade: A habilidade de executar as funções planejada;
- Qualidade: A habilidade de atender as expectativas dos clientes;
- Confiabilidade: A habilidade de executar por longos períodos sem erros;
- Usabilidade: A habilidade do software e sua documentação prover a implementação fácil dos requisitos dos usuários;
- Temporal: A habilidade de executar as funções no tempo desejado;
- Manutenibilidade: A habilidade do software e sua documentação serem facilmente mantidos;
- Reusabilidade: A habilidade do software poder ser utilizado novamente em aplicações similares.

Os riscos de custo são aqueles associados ao custo de desenvolvimento do produto, incluindo sua entrega. As questões envolvidas são:

- Orçamento: Desenvolver o produto, sua documentação e serviços, dentro dos limites financeiros estabelecidos;
- Custos Não Recorrentes: Identificar e gerenciar, custos como trabalho inicial de desenvolvimento, aquisição de equipamentos, etc;
- Custos Recorrentes: Identificar e gerenciar, custos associados com o suporte do desenvolvimento do produto como instalações físicas, suporte e manutenção de ferramentas, etc;
- Custos Fixos: Identificar e gerenciar custos que não variam como a reprodução do produto e sua documentação;

- Custos Variáveis: Identificar e gerenciar custos que variam com a quantidade de atividades de desenvolvimento como o aluguel de equipamentos;
- Margem de Lucro: Prever e controlar a margem de lucro esperada na venda do produto;
- Realismo: A habilidade de projetar o custo de forma precisa baseado nas afirmações dadas.

Os riscos de cronograma estão associados com o cronograma de desenvolvimento do software e relacionados com as seguintes questões:

- Flexibilidade: A habilidade do cronograma ser compactado ou estendido com base no desenrolar do desenvolvimento;
- Atingir Metas: A habilidade dos recursos técnicos atingirem as metas estabelecidas no cronograma;
- Realismo: A habilidade de o cronograma refletir as expectativas dos clientes, gerentes e desenvolvedores com realismo.

Certos fatores e características estão associados aos riscos refletindo e encapsulando riscos genéricos associados com o desenvolvimento de software. As subcategorias de risco se relacionam com as categorias de risco conforme a seguinte tabela:

Subcategorias de Risco	Categorias de Risco		
	Técnico	Custo	Prazo
Organização	Baixo	Alto	Alto
Estimativas	Baixo	Alto	Alto
Monitoramento	Médio	Alto	Alto
Metodologia de Desenvolvimento	Médio	Alto	Alto
Ferramentas	Médio	Médio	Médio
Cultura de Risco	Alto	Médio	Médio
Usabilidade	Alto	Baixo	Baixo
Correção	Alto	Baixo	Baixo
Confiabilidade	Alto	Baixo	Baixo
Pessoal	Alto	Alto	Alto

Tabela 3.8 - Influência das Subcategorias de Risco junto as Categorias de Risco

Foram definidas dez subcategorias de risco:

- Organização: A maturidade da estrutura, da comunicação, das funções e liderança dentro da organização;
- Estimativa: A acurácia das estimativas de recurso e cronogramas necessários durante o desenvolvimento do software, e de seus custos;
- Monitoramento: A habilidade de identificar problemas;
- Metodologia de desenvolvimento: Conjunto de métodos utilizados para o desenvolvimento do software;
- Ferramentas: As ferramentas utilizadas no processo de desenvolvimento do software;
- Cultura de Risco: O gerenciamento do processo de tomada de decisão no qual os riscos são considerados;
- Usabilidade: A funcionalidade do produto uma vez entregue ao usuário final ou ao consumidor;
- Corretude: Quanto o produto atende as necessidades dos usuários;
- Confiabilidade: Quanto tempo o produto executa suas funções sem erros;
- Pessoal: A quantidade de pessoas utilizadas durante o desenvolvimento e suas habilidades.

Os fatores de risco medem itens associados com as subcategorias de risco e fornecem uma visão dos riscos de várias fontes. Cada fator de risco está associado a somente uma subcategoria de risco. Os fatores de risco são baseados na tendência da indústria, em dados históricos, em publicações e em observação de projetos de software (bem sucedidos ou não).

Na prática, os fatores de risco são valores numéricos subjetivos para respostas de um questionário com 81 perguntas. A resposta de cada pergunta é um valor entre 0 e 1, permitindo que sejam interpretados como probabilidades. Quanto menor for o valor atribuído, maior o risco envolvido. O modelo SERIM utiliza uma forma subjetiva de

probabilidade para calcular os riscos potenciais de um projeto. Foram sugeridos os seguintes valores de referência:

- Nenhum – 0,0;
- Um pouco - 0,2;
- Algum - 0,5 ;
- Maioria - 0,8;
- Todos - 1,0;

Após o preenchimento do questionário, podemos proceder com o cálculo de sucesso do projeto. Inicialmente, são calculadas as probabilidades de sucesso de cada uma das subcategorias de risco como a média aritmética simples dos fatores de risco associados com ao subcategoria de risco.

$$P(Sc_k) = \frac{\sum_{j=i}^f P(Fr_j)}{n}, \text{ onde:}$$

$$1 \leq k \leq 10$$

$P(Sc)$, é a probabilidade de cada uma das subcategorias de risco,

i é a métrica inicial e f a métrica final

$P(Fr)$, é a resposta de cada fatores de risco associados a subcategoria de risco

n é a quantidade de fatores de risco associados a subcategoria de risco

Fórmula 3.5 – Modelo SERIM – Probabilidade de Sucesso da Subcategoria de Risco

Subcategorias de Risco	Fatores de Risco Associados		
	Inicial	Final	Quantidade
Organização	1	8	8
Estimativas	9	15	7
Monitoramento	16	22	7
Metodologia de Desenvolvimento	23	29	7
Ferramentas	30	38	9
Cultura de Risco	39	49	11
Usabilidade	50	55	6
Correção	56	64	9

Confiabilidade	65	76	12
Pessoal	77	81	5

Tabela 3.9 - Relação dos Fatores de Risco com as Subcategorias de Risco

A probabilidade de sucesso das categorias de risco é a média ponderada das probabilidades de sucesso das subcategorias de risco. O peso de cada subcategoria é determinado pela influência dela nas categorias de risco. Para uma influência baixa, o peso é 1; para uma intermediária, é 2; e para uma influência alta o peso é 3.

$$P(C_k) = \frac{\sum_{j=1}^{10} W_j P(Sc_j)}{\sum_{i=1}^{10} W_i}$$

onde:

$$1 \leq k \leq 3;$$

$P(C)$, é a probabilidade de cada categoria de risco;

$P(Sc)$, é a probabilidade de cada sub categoria de risco;

w é o peso da influência do fator de risco.

Fórmula 3.6 – Modelo SERIM – Probabilidade de Sucesso das Categorias de Risco

Subcategorias de Risco	Categorias de Risco		
	Técnico	Custo	Prazo
Organização	Baixo	Alto	Alto
Estimativas	Baixo	Alto	Alto
Monitoramento	Médio	Alto	Alto
Metodologia de Desenvolvimento	Médio	Alto	Alto
Ferramentas	Médio	Médio	Médio
Cultura de Risco	Alto	Médio	Médio
Usabilidade	Alto	Baixo	Baixo
Correção	Alto	Baixo	Baixo
Confiabilidade	Alto	Baixo	Baixo
Pessoal	Alto	Alto	Alto

Tabela 3.10 - Influência das Subcategorias de risco junto as Categorias de Risco

A probabilidade de sucesso do projeto é dada pela média aritmética da probabilidade de sucesso das categorias de risco.

$$P(Sucesso) = \frac{\sum_{j=1}^3 P(C_j)}{3}$$

onde:

$P(Sucesso)$, é a probabilidade de sucesso do projeto de software;

$P(C)$, é a probabilidade de cada uma das categorias de risco.

Fórmula 3.7 – Modelo SERIM – Probabilidade Sucesso do Projeto

4. Modelo B-Risk

Como evolução do modelo SERIM propomos a criação do modelo B-Risk com as seguintes alterações:

- Facilidade para a introdução de novos fatores, subcategorias e categorias de risco;
- A probabilidade de ocorrência de um fator de risco é informada por uma distribuição triangular;
- Múltiplos avaliadores, com suas qualificações;
- Introdução da correlação entre os fatores de risco pertencentes a uma mesma subcategoria de risco.

4.1. Introdução de Novos Elementos

Karolak [KAROLAK,1995] defende que o modelo SERIM deve ser ajustado para cada projeto com a inclusão ou a exclusão de fatores de risco. Entretanto devido à forma que as relações entre os fatores de risco e as categorias de riscos foram montadas e como os pesos foram atribuídos, esse ajuste não é uma atividade fácil de ser realizada.

Conforme exposto anteriormente, um modelo além de simples deve possuir vários critérios, em especial, o fato que deve ser “adaptável”. O termo adaptável não deve ser entendido apenas no escopo de uma nova realidade cultural ou de desenvolvimento, mas sim como um modelo evolutivo que está sempre sendo revisto e adaptado com o passar do tempo.

O modelo foi concebido com a idéia de ser auto-ajustável. Uma das maiores preocupações durante a criação do modelo foi torná-lo facilmente modificável. Entendemos que os modelos, de uma forma geral, devam evoluir para se manterem fiéis às alterações na realidade ao decorrer do tempo.

Acreditamos que o modelo deve se adaptar ao processo de desenvolvimento de projetos de TI de cada organização considerando as diferenças regionais, culturais, maturidade de desenvolvimento de software, maturidade de gerenciamento de projetos e suas evolução no tempo.

No modelo B-Risk, podem ser introduzidos, modificados ou excluídos qualquer um dos seus elementos, ou seja os fatores de risco, as subcategorias de riscos e/ou as categorias de riscos. O modelo SERIM não apresenta essa funcionalidade, pois apesar de Karolak incentivar a modificação do modelo não é explicado como os coeficientes internos devem ser ajustados. Nos próximos tópicos serão apresentadas as fórmulas do modelo B-Risk e como são calculados os pesos do modelo.

Como sugestão para sua utilização em organizações que não possuem cultura de risco, o modelo foi configurado com os fatores de risco, subcategorias de risco e categorias de risco do modelo SERIM.

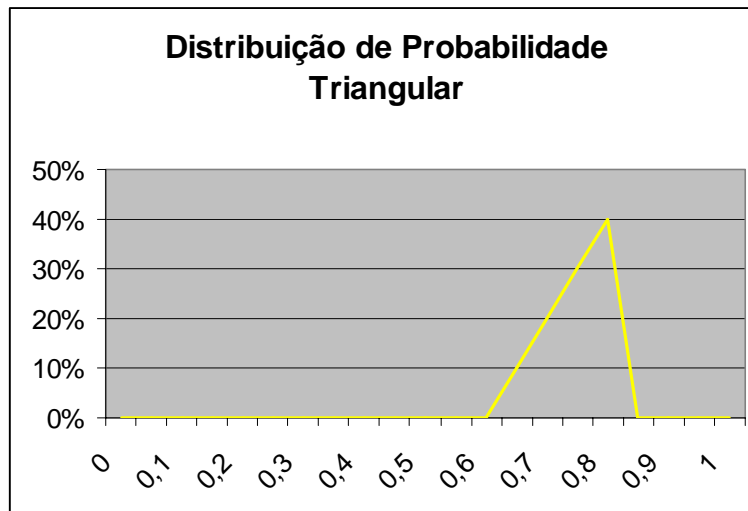
4.2. Estimativas de Probabilidade Utilizando Faixas de Valores

Quando solicitamos a avaliação de um especialista, dificilmente ele fornecerá uma resposta determinística, mas provavelmente expressará sua opinião através de uma faixa de valores. Essa forma de expressar a opinião e o sentimento sobre um fato é mais natural e fácil de ser informada pelas pessoas.

As estimativas de probabilidade dos valores dos fatores de risco do modelo B-Risk são informadas por meio de estimativas de três pontos ou seja, são informados três valores: o menor valor estimado para o valor do fator de risco, o mais provável e o maior valor estimado, conforme o exemplo abaixo:

(E6) = Quão acuradas são as estimativas de custos passadas comparando com os custos atuais?

O valor mínimo esperado é de 0,60, o valor mais provável é de 0,80 e o maior valor esperado é de 0,85.



Através da estimativa de três pontos, podemos utilizar a função de distribuição de probabilidade triangular para expressar o comportamento desse evento. Existem outras distribuições de probabilidade que podem ser utilizadas quando temos uma estimativa de três pontos, entretanto optamos por implantar a distribuição de probabilidade triangular por ser de fácil compreensão. A distribuição triangular é uma distribuição contínua com as seguintes características:

mín = limite inferior, $\text{mín} < \text{máx}$

máx = limite superior

mp = valor mais provável, $\text{mín} \leq mp \leq \text{máx}$

Gráfico 4.1 - Exemplo de Distribuição de Probabilidade Triangular

A função de probabilidade triangular é dada por:

$$f(x) = \frac{2(x - \text{mín})}{(mp - \text{mín})(\text{máx} - \text{mín})}, \text{mín} \leq x \leq mp$$

$$f(x) = \frac{2(\text{máx} - x)}{(\text{máx} - mp)(\text{máx} - \text{mín})}, mp \leq x \leq \text{máx}$$

E possui as seguintes características:

$$Média = \mu = \frac{\min + mp + \max}{3}$$

$$Moda = mp$$

$$Variância = \sigma^2 = \frac{\min^2 + mp^2 + \max^2 - \min \times mp - \min \times \max - mp \times \max}{18}$$

Fórmula 4.1 – Parâmetros Distribuição Triangular

4.3. Múltiplos Avaliadores

Acreditamos que todos os envolvidos no processo de desenvolvimento do software devam opinar sobre os riscos do projeto. Certamente a coleta das avaliações em reuniões com todos os envolvidos pode gerar problemas como:

- Reunir todos os envolvidos em um mesmo local e horário;
- Inibição na expressão de suas opiniões;
- Dificuldade para expressar opinião contrária a de sua chefia;
- Possibilidade de não convergência das opiniões em grupos grandes.

Por esses motivos, preferimos que cada pessoa envolvida no projeto, responda individualmente o questionário com a garantia de não divulgação de suas opiniões para terceiros.

Outro fator levado em consideração foi a classificação dos diversos avaliadores pelas áreas de conhecimento. Com isso, pretendemos destacar as avaliações dos especialistas em cada área sem descartar as avaliações dos demais. No modelo foi introduzida a matriz $Wa[1..número\ avaliadores, 1..número\ fatores\ de\ risco]$ onde $Wa[i,j]$ representa peso da estimativa do avaliador i para o fator de risco j ,

representando o grau de conhecimento na subcategoria de risco onde o fator de risco pertence.

4.4. Dependência entre Fatores de Risco

No modelo B-Risk foi introduzido como elemento básico o conceito de fatores de risco, representando riscos genéricos aos quais o projeto está exposto. Os fatores de riscos foram agrupados em subcategorias de risco, formando uma hierarquia.

Ao analisarmos os fatores de risco, observamos que alguns fatores de risco de uma mesma subcategoria de risco podem apresentar uma dependência entre si. Neste caso, o valor de um fator de risco influencia o valor dos outros fatores de risco (para mais ou para menos) dentro de uma subcategoria de risco. Como exemplo, citamos os seguintes fatores de risco:

(T1) = Os desenvolvedores estão treinados nas ferramentas utilizadas?

(T2) = São utilizadas ferramentas automáticas para projeto do software?

(T3) = São utilizadas ferramentas automáticas para testes?

Acreditamos que os valores dos fatores de risco T2 e T3 são influenciados positivamente pelo fator de risco T1, ou seja, quanto mais treinamento houver nas ferramentas, maior será a probabilidade de efetiva utilização da mesma.

Para modelarmos tal característica, introduzimos no modelo B-Risk, uma métrica da correlação entre os fatores de risco de uma determinada subcategoria de risco. Determinamos qual fator de risco influencia (independente) no valor dos outros fatores de risco (dependentes). Deve ser observado que nem todos os fatores de risco possuem correlação com algum outro fator de risco.

O grau de dependência entre duas variáveis aleatórias, pode ser modelado pelo coeficiente de correlação (R), cujo valor varia na faixa entre -1 a 1. Um valor positivo para R significa uma relação direta entre as variáveis aleatórias ou seja, quando uma

variável assume um valor alto a outra tenderá também para um valor alto. Um coeficiente negativo indica uma relação inversa entre as variáveis aleatórias, ou seja, quando uma assume um valor alto a outra tenderá para um valor baixo.

A dependência entre os elementos de um conjunto de fatores de risco Fr pode ser modelada através de uma matriz de correlação D , que representa a dependência entre os fatores de risco de uma mesma subcategoria. A matriz de correlação pode ser definida pela equação abaixo:

Seja Fr um conjunto de variáveis aleatórias, representando os fatores de risco, a matriz de correlação entre n fatores de risco é uma matriz $D[1..n,1..n]$ onde o coeficiente de correlação $D[i,j]$, é fornecido de forma subjetiva, conforme a seguinte referência:

- Fortemente correlacionado positivamente: 1;
- Sem correlação: 0;
- Fortemente correlacionado negativamente: -1.

Outras técnicas para determinação do coeficiente de correlação estão fora do escopo deste trabalho e podem ser obtidas em [VOSE,2000].

4.5. Definição formal do Modelo B-Risk

O objetivo do modelo B-Risk é termos como saídas às probabilidades de sucesso:

- de um determinado fator de risco, $P(Fr)$
- de uma determinada subcategoria de risco, $P(SC)$
- de uma determinada categoria de risco, $P(C)$
- do projeto, $P_Sucesso(P)$

O modelo B-Risk é definido formalmente pelos seguintes itens:

- Fr um conjunto de Fatores de Risco,

- SC um conjunto de Subcategorias de Risco,
- C um conjunto de Categorias de Risco,
- A uma matriz com as estimativas de cada Fator de Risco pelos avaliadores,
- Wa um matriz os com pesos de cada avaliador representando o grau de conhecimento do avaliador na Subcategoria do Fator de Risco,
- Wsc uma matriz com os pesos representando a influência de cada Subcategoria de Risco junto às Categorias de Risco,
- Wc uma matriz com os pesos representando a influência de cada Categoria de Risco junto ao Projeto,
- D uma matriz de correlação representando a dependência entre os fatores de risco de uma mesma subcategoria de risco.

Inicialmente, assumimos que:

- A distribuição de probabilidade final é equivalente a somas ponderadas das avaliações subjetivas individuais, normalizada para o intervalo [0..1].
- Cada estimativa subjetiva é uma variável aleatória.

4.5.1. Solução Analítica Aproximada para o Cálculo dos Riscos

Uma solução analítica aproximada para a estimativa dos riscos do projeto definidos anteriormente pode ser obtida utilizando o Teorema Central do Limite no caso em que desprezamos a dependência entre os diversos fatores de risco ou seja, tornando a matriz de dependência D em uma matriz unitária.

Neste caso, a probabilidade do valor de cada fator de risco é $P(Fr_i)$ dada por uma distribuição de probabilidade que tende a uma normal com os seguintes parâmetros:

$$\mu(Fr_i) = \frac{\sum_{j=1}^n Wa_{ji} \mu(A_{ji})}{\sum_{j=1}^n Wa_{ji}}$$

$$\sigma^2(Fr_i) = \frac{\sum_{j=1}^n Wa_{ji}^2 \sigma^2(A_{ji})}{(\sum_{j=1}^n Wa_{ji})^2}$$

Onde:

j é o avaliador,

i é o fator de risco em questão,

n é o número de avaliadores de um fator de risco.

Fórmula 4.2 – Modelo B-Risk – Probabilidade Sucesso Fator de Risco

A probabilidade de sucesso de cada uma das subcategorias de risco $P(SC_k)$ também será dada por uma distribuição de probabilidade tendendo a Normal com as seguintes características:

$$\mu(SC_k) = \frac{\sum_{j=i_k}^{f_k} \mu(Fr_j)}{n_k}$$

$$\sigma^2(SC_k) = \frac{\sum_{j=i_k}^{f_k} \sigma^2(Fr_j)}{n_k^2}$$

Onde:

k é uma subcategoria de risco e $1 \leq k \leq$ número de subcategorias de risco

i é o fator de risco inicial e f o fator de risco final da subcategoria de risco k

n é o número de fatores de riscos associado a subcategoria de risco k .

Fórmula 4.3 – Modelo B-Risk – Probabilidade Sucesso Subcategoria de Risco

k	Subcategorias de Risco	Fatores de Risco Associados		
		Inicial	Final	Quantidade
1	Organização	1	8	8
2	Estimativas	9	15	7
3	Monitoramento	16	22	7

		Fatores de Risco Associados		
4	Metodologia de Desenvolvimento	23	29	7
5	Ferramentas	30	38	9
6	Cultura de Risco	39	49	11
7	Usabilidade	50	55	6
8	Correção	56	64	9
9	Confiabilidade	65	76	12
10	Pessoal	77	81	5

Tabela 4.1 - Relação dos Fatores de Risco com as Subcategorias de Risco

A probabilidade de cada categoria de risco, $P(C_k)$ é dada por uma média ponderada das subcategorias de risco. O peso W_{sc} , de cada subcategoria de risco é determinado pela sua influência na categoria de risco, conforme os valores atribuídos, empiricamente por Karolak em seu modelo:

- Baixa influência – 1 (um)
- Média influência – 2 (dois)
- Alta influência – 3 (três)

A probabilidade de sucesso das categorias de risco é dada por uma distribuição de probabilidade tendendo a uma normal com os seguintes parâmetros:

$$\mu(C_k) = \frac{\sum_{j=1}^n W_{sc_j} \mu(SC_j)}{\sum_{j=1}^n W_{sc_j}}$$

$$\sigma^2(C_k) = \frac{\sum_{j=1}^n W_{sc_j}^2 \sigma^2(SC_j)}{(\sum_{j=1}^n W_{sc_j})^2}$$

Onde:

j é a subcategoria de risco

k é a categoria de risco e $1 \leq k \leq$ quantidade de categorias

n é a quantidade de subcategorias de risco

A tabela a seguir resume a influência das subcategorias de risco sobre as categorias de risco:

Subcategorias de Risco	Categorias de Risco		
	Técnico	Custo	Prazo
Organização	Baixo	Alto	Alto
Estimativas	Baixo	Alto	Alto
Monitoramento	Médio	Alto	Alto
Metodologia de Desenvolvimento	Médio	Alto	Alto
Ferramentas	Médio	Médio	Médio
Cultura de Risco	Alto	Médio	Médio
Usabilidade	Alto	Baixo	Baixo
Correção	Alto	Baixo	Baixo
Confiabilidade	Alto	Baixo	Baixo
Pessoal	Alto	Alto	Alto

Tabela 4.2 - Influência das Subcategorias de Risco junto as Categorias de Risco

A probabilidade de sucesso do projeto $PSucesso(P)$ é dada por uma distribuição de probabilidade tendendo a Normal com os seguintes parâmetros:

$$\mu(P) = \frac{\sum_{j=1}^n Wc_j \mu(C_j)}{\sum_{j=1}^n Wc_j}$$

$$\sigma^2(P) = \frac{\sum_{j=1}^n Wc_j^2 \sigma^2(C_j)}{(\sum_{j=1}^n Wc_j)^2}$$

Onde:

j é a categoria de risco

n é a quantidade de categorias de risco.

4.5.2. Solução Aproximada Usando a Técnica de Monte Carlo

Para obtermos as probabilidades do modelo quando os fatores de risco apresentam algum tipo de dependência a solução analítica torna-se muito complexa. Ao introduzirmos a dependência entre os fatores de risco o modelo matemático se torna bastante complexo, pois o modelo deverá considerar a correlação entre os fatores de risco e será necessário calcular a covariância para cada par de fatores de risco existente e considerar essa métrica no cálculo da variância do modelo.

O termo simulação é utilizado para se referir a qualquer método que procura imitar uma situação da vida real. As simulações são especialmente úteis quando o esforço matemático para criar o modelo é muito complexo e difícil de ser reproduzido. Durante a simulação são gerados vários cenários possíveis através de sorteios de valores aleatórios para variáveis baseado em distribuições de probabilidade.

Para o modelo B-Risk, escolhemos o método de simulação de Monte Carlo, que foi desenvolvido na década de 50 pelo matemático polonês Stanislaw. O método de Monte Carlo que utiliza técnicas para amostragem estatística objetivando a obtenção de soluções aproximadas e pode ser aplicado com eficiência em problemas onde a solução analítica é extremamente difícil.

O modelo foi implementado utilizando o conjunto de ferramentas Microsoft Excel e Microsoft Access da Microsoft Corporation. Para captura das estimativas, foram desenvolvidos uma base de dados Microsoft Access e um conjunto de formulários. Para realizar os cálculos do modelo, foi desenvolvida uma planilha Microsoft Excel vinculada à base de dados Microsoft Access.

Para realizar a simulação de Monte Carlo foi desenvolvida um conjunto de Macros do Microsoft Excel. Esse conjunto de Macros serve para a realização de análises de risco e simulação. Optamos pelo desenvolvimento do conjunto de Macros, pois, não é necessário à aquisição de nenhum outro software além do Microsoft Excel.

Avaliações

Nome

CPF E-mail

Questionário

Nota(0-10) Não se Aplica Sem Resposta

Os relatórios de custo, prazo e receitas são atualizados mensalmente?
 0 = nenhuma atualização periódica
 5 = atualizadas, porém não mensalmente
 10 = atualizadas mensalmente ou mais freqüentemente

Registro: de 80

Figura 4.1 - Questionário para Coleta de Avaliações

O processo de simulação é realizado da seguinte forma: inicialmente são sorteados os avaliadores para cada subcategoria de risco; para cada fator de risco de uma subcategoria, é sorteada a avaliação conforme a distribuição triangular informada; após o sorteio das avaliações são calculadas as probabilidades de sucesso conforme o modelo B-Risk.

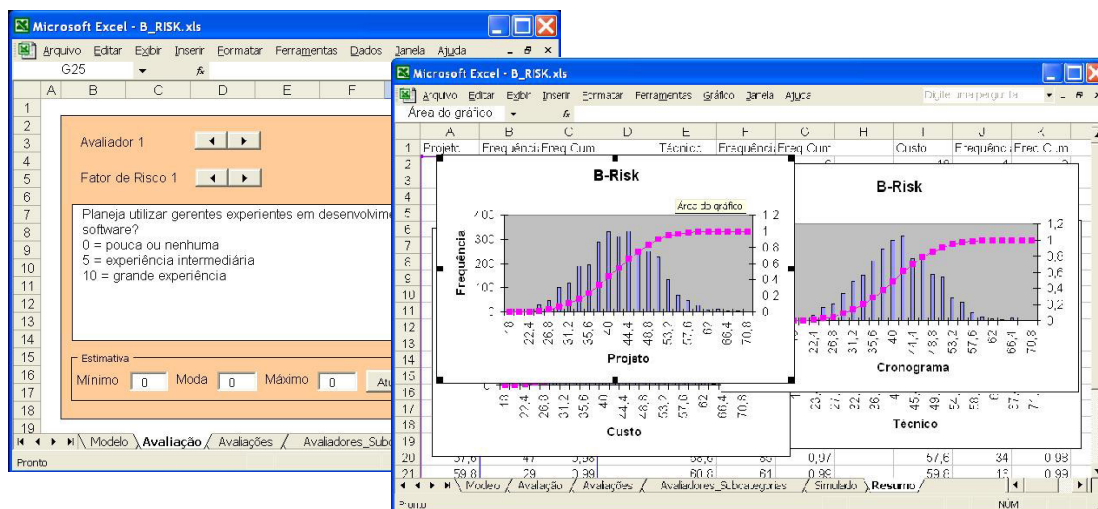


Figura 4.2 – Implementação do Modelo B-Risk com Microsoft Excel

5. Estudos de Caso

Foram realizados dois estudos de caso para a avaliação do modelo B-Risk. O primeiro destinava-se a avaliar a aplicabilidade do modelo SERIM em projetos de TI brasileiros, enquanto o segundo foi a aplicação do modelo B-Risk em um projeto brasileiro.

5.1. Validação do Modelo SERIM

Inicialmente gostaríamos de avaliar a validade do modelo SERIM para a realidade dos projetos de desenvolvimento de software brasileiros. Apesar de acreditar que o modelo era perfeitamente aplicável a nossa realidade, buscamos a opinião de gerentes de projetos de TI brasileiros para avaliação das métricas de riscos. Achávamos que poderia haver questionamentos pela utilização do SERIM pelo fato de ter sido desenvolvido no EUA, baseado na experiência do autor, em seus projetos e na revisão de literatura.

Para avaliarmos a aplicabilidade do modelo em projetos brasileiros, submetemos em 2003, um questionário a 25 gerentes de projetos de TI de diversas empresas brasileira. Os avaliadores possuíam formação e experiências distintas sendo que 96% dos avaliadores possuem curso de pós-graduação.

Todos avaliadores já haviam participado de projetos de TI e possuíam experiência em gestão de projetos de TI.

Cada avaliador atribuiu uma nota de 0 (sem importância) a 5 (muito importante) para cada uma das 81 métricas do modelo SERIM. O resultado indicou que, o modelo é aplicável à realidade brasileira e nos encorajou a utilizar o modelo SERIM como base para nosso trabalho. Os resultados serão discutidos no item 5.3.

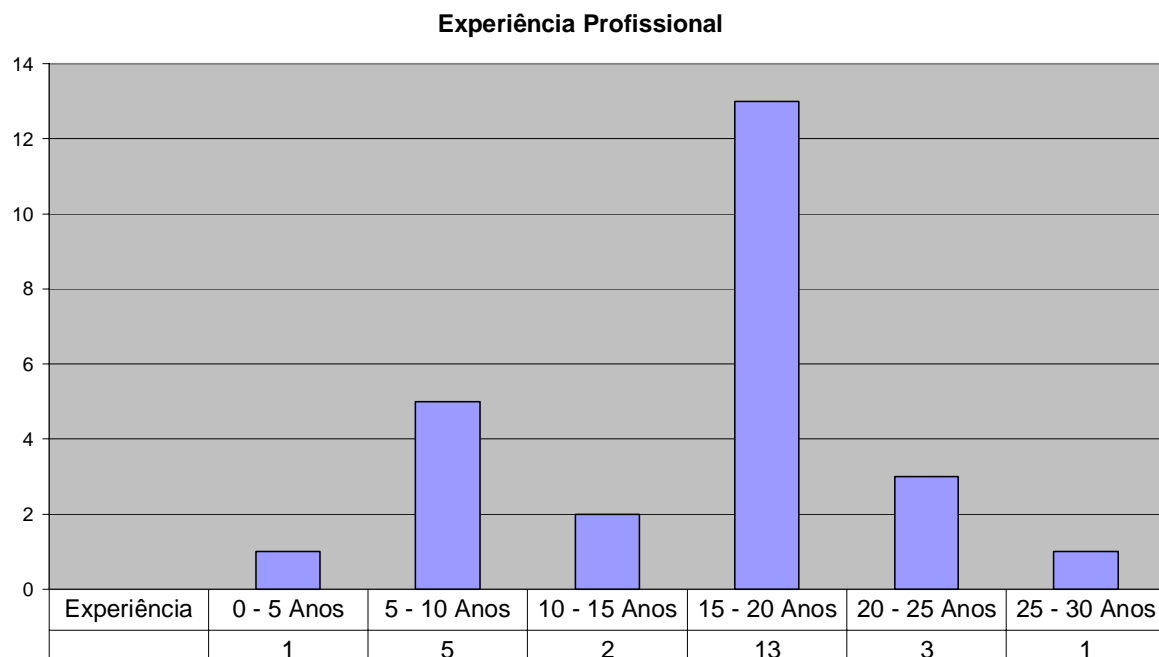


Figura 5.1 – Experiência Profissional dos Avaliadores

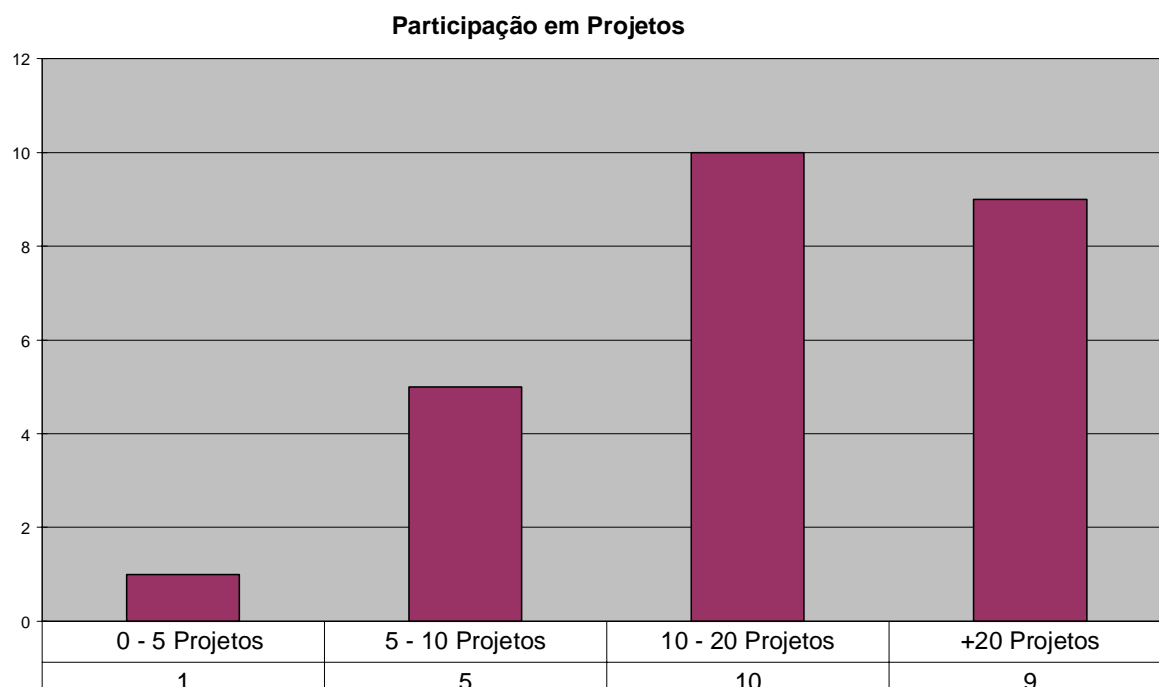


Figura 5.2 – Participação em Projetos dos Avaliadores

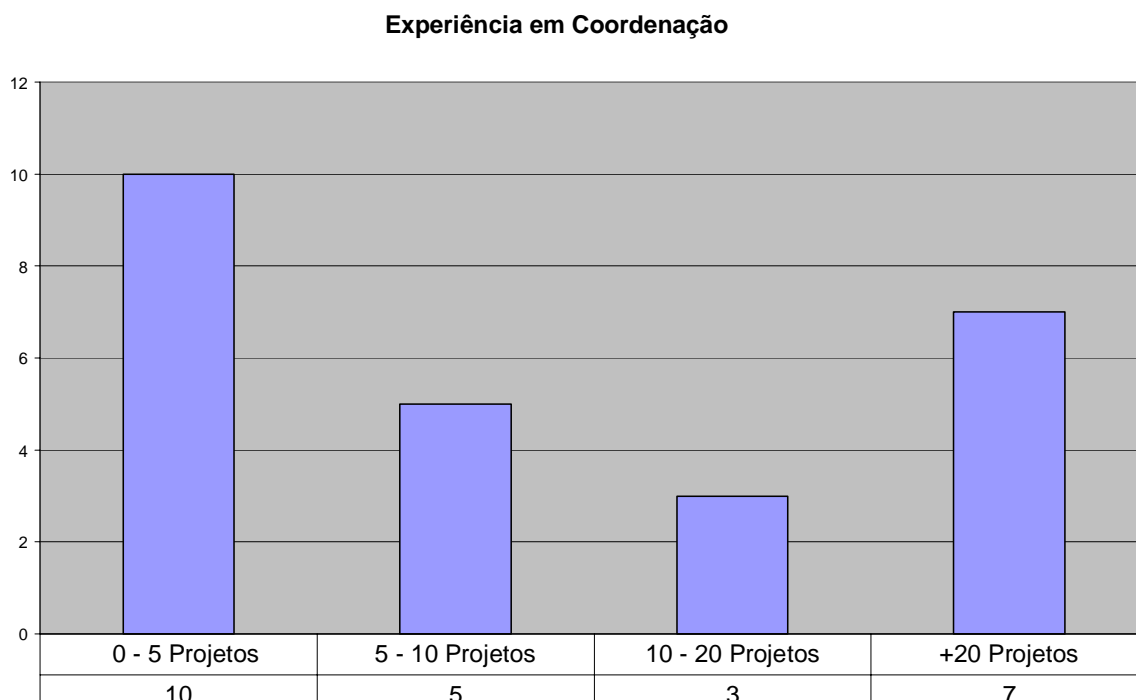


Figura 5.3 –Coordenação de Projetos dos Avaliadores

5.2. Utilização do Modelo B-Risk

Tivemos a oportunidade de aplicar o modelo B-Risk em um projeto de TI de uma empresa nacional. Essa empresa estava ampliando sua área de atuação, que inicialmente se limitava ao Estado do Rio de Janeiro. Como parte da estratégia de conquistar novos mercados, a empresa adquiriu a uma empresa com as mesmas atividades atuante no Estado de São Paulo.

5.2.1. Características do Projeto em Análise

Uma das principais metas para a unificação das empresas era a unificação das operações e, por consequência, a unificação do parque computacional. Foi decidido que ambas as empresas deveriam compartilhar de um mesmo conjunto de sistemas e de um único CPD.

A empresa carioca possuía seus sistemas totalmente baseados em uma tecnologia proprietária e vinham sendo desenvolvidos a cerca de quinze anos. A equipe de TI era basicamente a mesma durante esse período, devido a vários motivos incluindo, a escassez de profissionais com formação na tecnologia utilizada. Por outro lado, a empresa paulista possuía seus sistemas desenvolvidos em tecnologia cliente servidor utilizando banco de dados relacional e ofertava alguns de seus serviços via Internet para seus clientes. A diretoria da empresa vislumbrava, inicialmente, os seguintes cenários:

- Converter a base de dados paulista para a tecnologia carioca;
- Converter a base de dados carioca para a tecnologia paulista;
- Continuar utilizando ambos os sistemas.

Devido à necessidade de unificar as marcas e a operação das empresas, a utilização de ambos os sistemas foi descartada. Foi decidido que seria realizada a conversão da base de dados paulista para a tecnologia carioca. Assim como a diretoria continuaria sediada no Rio de Janeiro, a área de TI também deveria ficar, reduzindo consideravelmente a área de TI em São Paulo.

Logo no início dos estudos preliminares, a equipe de TI da empresa percebeu que não bastaria converter a base de dados, pois a operação das empresas era bastante diferente. Devido a essa conclusão, decidiram implantar um projeto de médio prazo para a conversão da operação de São Paulo para a operação do Rio de Janeiro.

5.2.2. Avaliação do risco do projeto usando o Modelo B-Risk

Devido aos receios da diretoria de que o projeto era arriscado e poderia comprometer a operação da empresa, fomos convidados para avaliar os riscos do projeto ainda na fase de concepção. Foi decidido utilizar o modelo B-Risk para avaliarmos os possíveis riscos genéricos que deveriam ser vencidos, pois acreditamos ser a melhor solução para realização dessa tarefa em uma fase embrionária do projeto e em uma empresa sem cultura de gerenciamento de riscos.

Foram convocados para a avaliação: o diretor da área de TI, o líder do projeto, os gerentes de áreas e os coordenadores envolvidos com o projeto entre outros, num total de 13 pessoas. Em uma primeira etapa, foram explicados os principais conceitos de gerenciamento de risco, a definição de risco e o que era um modelo qualitativo de avaliação de risco.

Em uma segunda etapa, foi explicado o modelo B-Risk, e seu funcionamento e quais “perguntas” ele responde. O questionário foi disponibilizado para todos e foi respondido por onze dos participantes. As respostas foram enviadas por e-mail com a garantia de anonimato.

5.2.3. Resultados Obtidos

Após analisarmos os resultados obtidos, observamos que a empresa não tem maturidade com a nova tecnologia, não possui uma metodologia definida e tão pouco uma tradição na realização de treinamentos. Observamos ainda que não existe uma cultura de risco na empresa. A estrutura organizacional é estável e há baixa rotatividade das pessoas.

A seguir, são apresentados os resultados obtidos com a utilização do modelo de Karolak, do modelo Analítico Simplificado e com o modelo B-Risk após a simulação de Monte Carlo para o projeto. Os resultados desse estudo serão discutidos no item 5.3.

5.2.3.1 Resultados Obtidos pelo Método Karolak

Inicialmente foi aplicado o modelo de Karolak em cada uma das avaliações utilizando o valor mais provável que foi informado em cada fator de risco. A aplicação do modelo de Karolak foi possível devido a utilização do seu questionário como sugestão inicial do modelo B-Risk. Abaixo temos um resumo dos resultados obtidos:

Subcategorias	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão
Organização	15%	60%	90%	23%
Estimação	0%	47%	94%	31%

Subcategorias	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão
Monitoramento	17%	56%	94%	28%
Metodologia	0%	24%	100%	33%
Ferramentas	0%	42%	100%	33%
Cultura Risco	11%	44%	93%	27%
Usabilidade	17%	57%	83%	19%
Correção	0%	68%	100%	28%
Confiabilidade	0%	60%	100%	28%
Pessoal	0%	77%	100%	33%

Tabela 5.1 - Probabilidade de Sucesso das Subcategorias

Categoria	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão
Técnico	16%	55%	82%	17%
Custo	16%	52%	86%	19%
Cronograma	16%	52%	86%	19%

Tabela 5.2 - Probabilidade de Sucesso das Categorias

Projeto	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão
	16%	53%	85%	18%

Tabela 5.3 - Probabilidade de Sucesso do Projeto

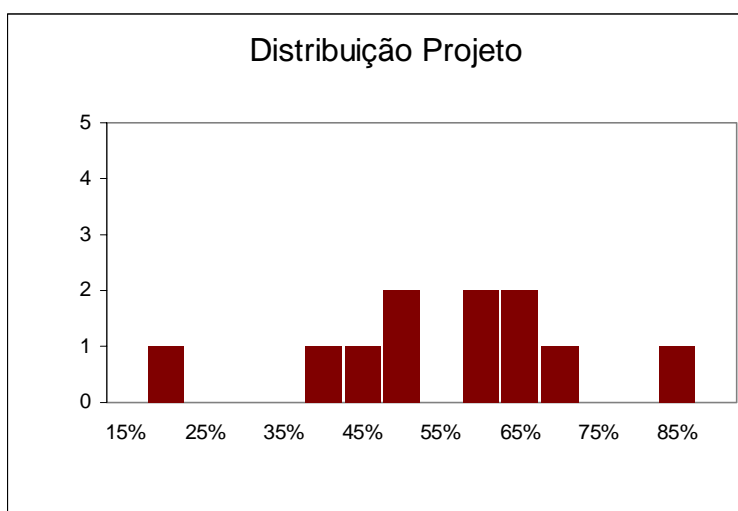


Gráfico 5.1 - Probabilidade de Sucesso do Projeto

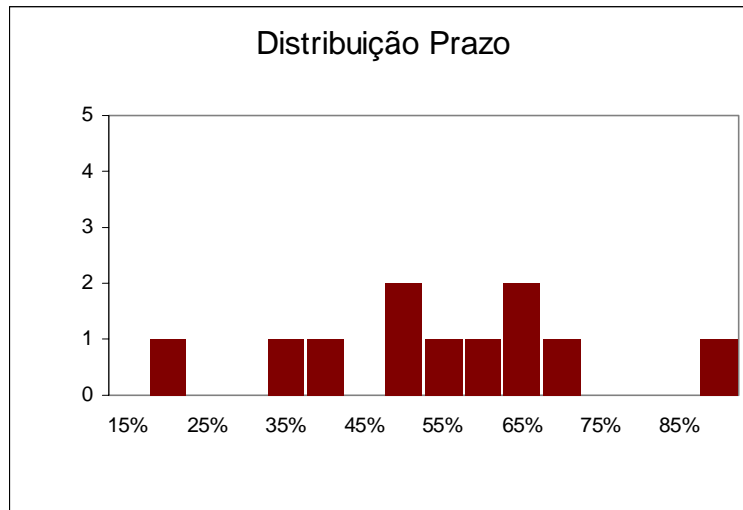


Gráfico 5.2 - Probabilidade de Sucesso de Prazo

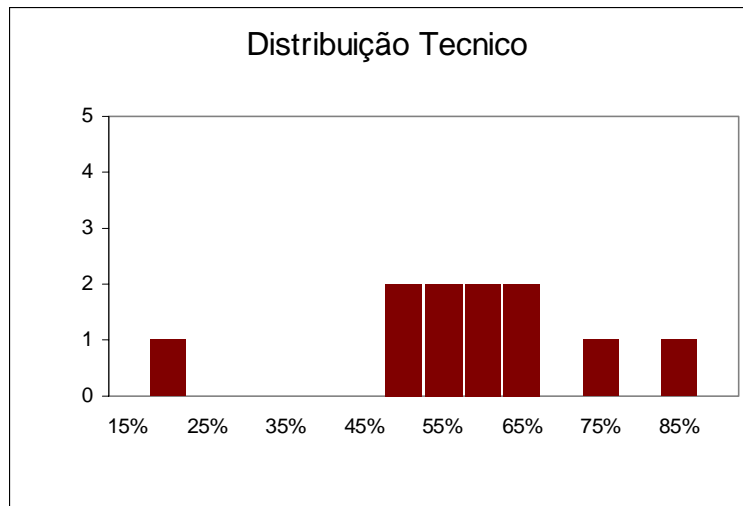


Gráfico 5.3 - Probabilidade de Sucesso Técnico

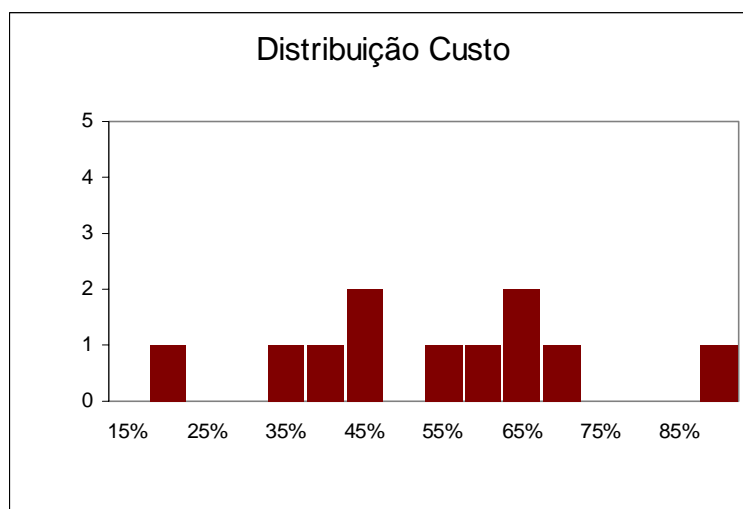


Gráfico 5.4 - Probabilidade de Sucesso de Custo

5.2.3.2 Resultados Obtidos pelo Modelo Analítico Aproximado

Ao aplicarmos os questionários no modelo Analítico Aproximado, com os pesos dos avaliadores por subcategoria conforme tabela abaixo:

Peso	Subcategorias										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Avaliadores	1	10	8	8	9	10	7	3	2	10	10
	2	5	5	5	5	6	7	10	10	9	8
	3	8	8	8	7	7	7	8	8	7	9
	4	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7
	5	6	5	5	5	5	6	6	7	9	9
	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	7	8	8	9	9	8	8	9	10	8	8
	8	7	7	7	4	4	4	6	6	6	7
	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	10	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10
	11	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10

Tabela 5.4 – Pesos dos Avaliadores por Subcategorias

Os resultados obtidos foram os seguintes:

Subcategoria	Média	Desvio Padrão
Organização	48%	4%
Estimação	38%	3%
Monitoramento	48%	3%
Metodologia	16%	1%
Ferramentas	36%	2%
Cultura Risco	40%	3%
Usabilidade	45%	2%
Correção	64%	3%
Confiabilidade	54%	3%
Pessoal	74%	3%

Tabela 5.5 - Probabilidade de Sucesso das Subcategorias

Categoria	Média	Desvio Padrão
Técnico	48%	3%
Custo	45%	3%
Cronograma	45%	3%

Tabela 5.6 - Probabilidade de Sucesso das Categorias

Projeto	Média	Desvio Padrão
	46%	3%

Tabela 5.7 - Probabilidade de Sucesso do Projeto

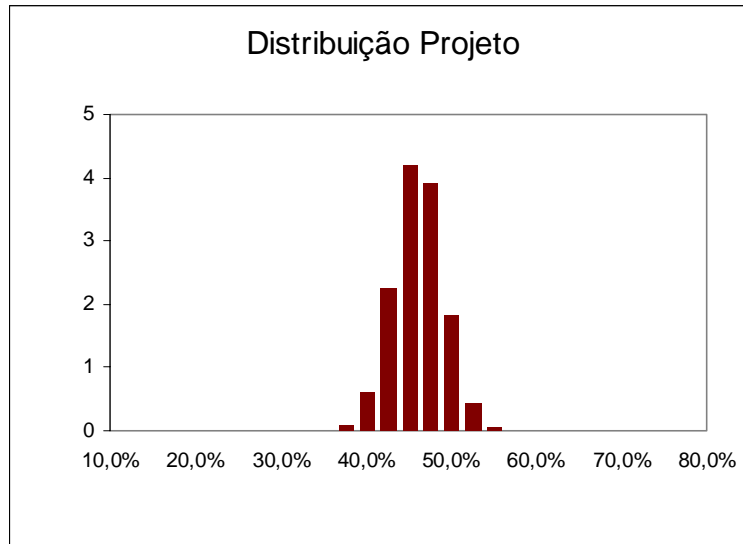


Gráfico 5.5 – Probabilidade de Sucesso do Projeto

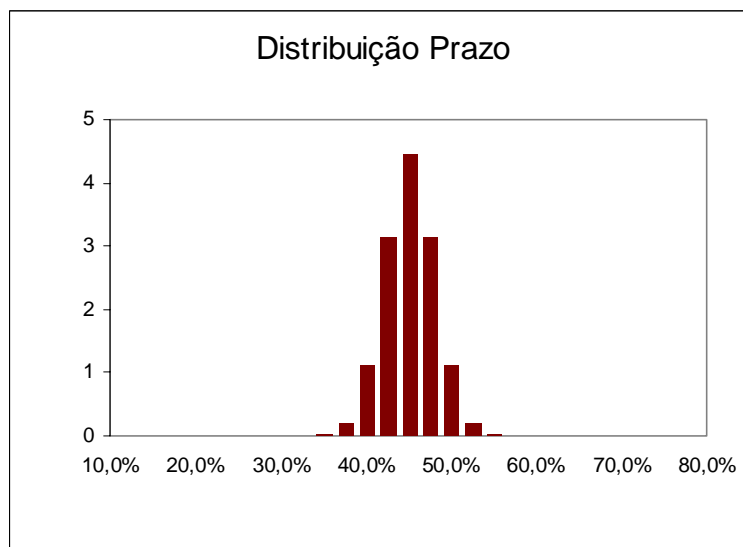


Gráfico 5.6 – Probabilidade de Sucesso do Prazo

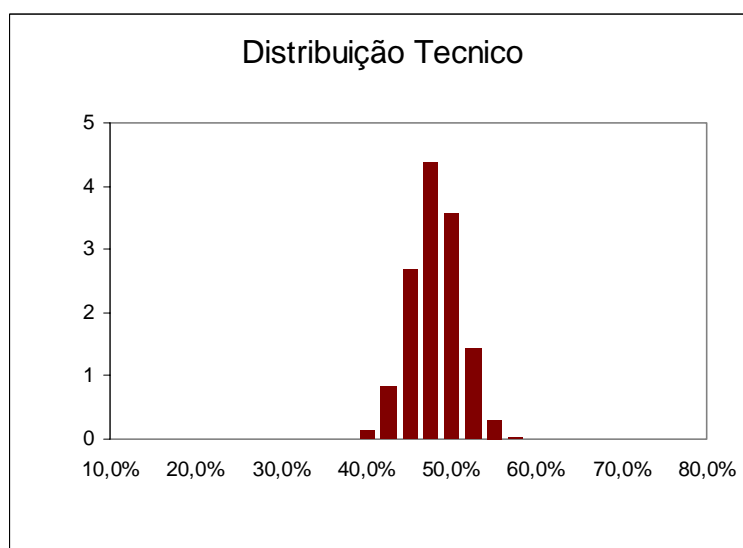


Gráfico 5.7 – Probabilidade de Sucesso Técnico

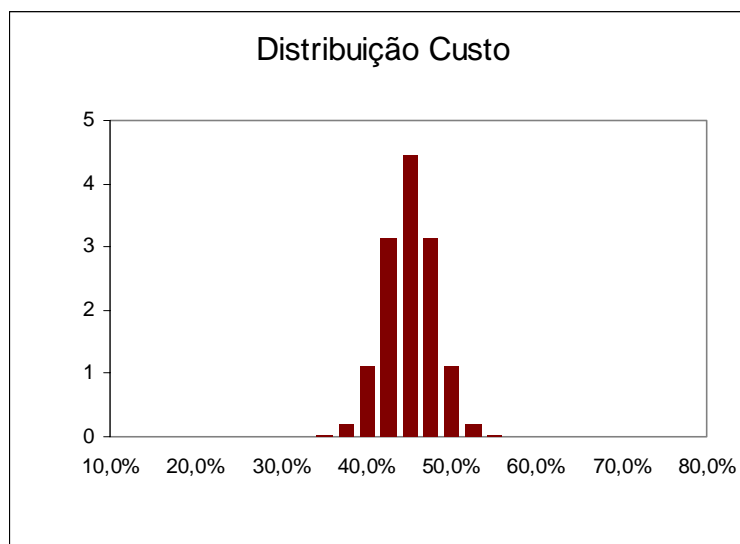


Gráfico 5.8 – Probabilidade de Sucesso de Custo

5.2.3.3 Resultados obtidos pelo Método B-Risk

Os resultados da simulação de Monte Carlo para o modelo B-Risk - onde foram introduzidas correlações entre os fatores de risco, através de uma avaliação subjetiva dos fatores de correlação - são apresentados a seguir por tabelas e por gráficos com a distribuição de probabilidade do projeto e de cada categoria de risco. Os resultados desse estudo serão discutidos no item 5.3.

Subcategoria	Média	Desvio Padrão
Organização	48%	17%
Estimação	38%	24%
Monitoramento	48%	24%
Metodologia	16%	26%
Ferramentas	37%	32%
Cultura Risco	40%	26%
Usabilidade	47%	17%
Correção	64%	28%
Confiabilidade	55%	26%
Pessoal	70%	28%

Tabela 5.8 - Probabilidade de Sucesso das Subcategorias

Categoria	Média	Desvio Padrão
Técnico	48%	7,35%
Custo	44%	7,25%
Prazo	44%	7,25%

Tabela 5.9 - Probabilidade de Sucesso das Categorias

Projeto	Média	Desvio Padrão
	46%	6,75%

Tabela 5.10 - Probabilidade de Sucesso do Projeto

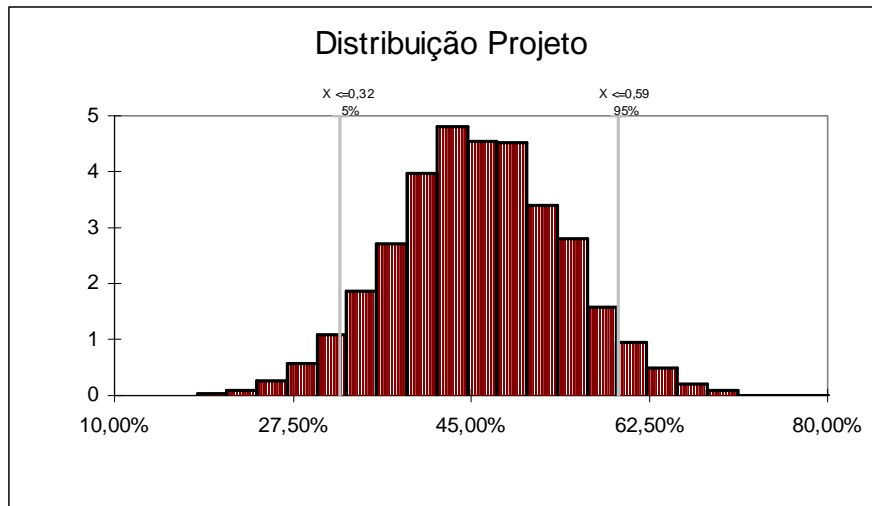


Gráfico 5.9 - Probabilidade de Sucesso do Projeto

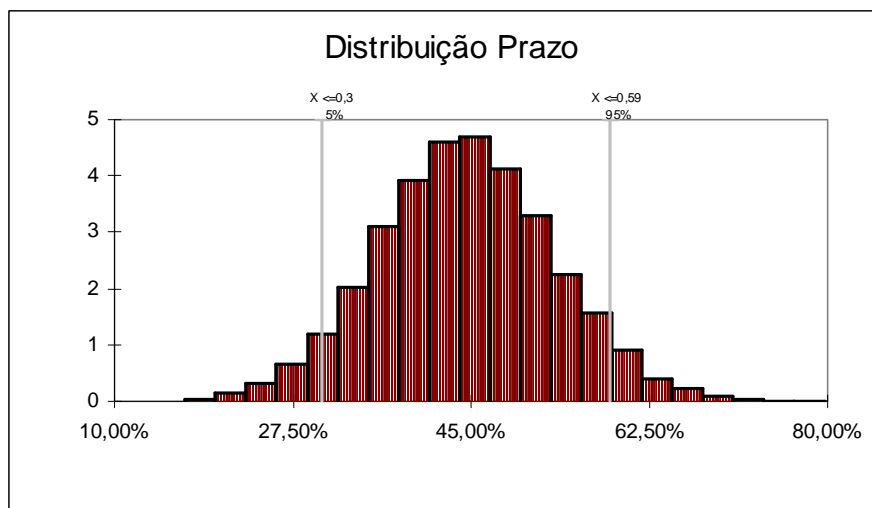


Gráfico 5.10 - Probabilidade de Sucesso do Prazo

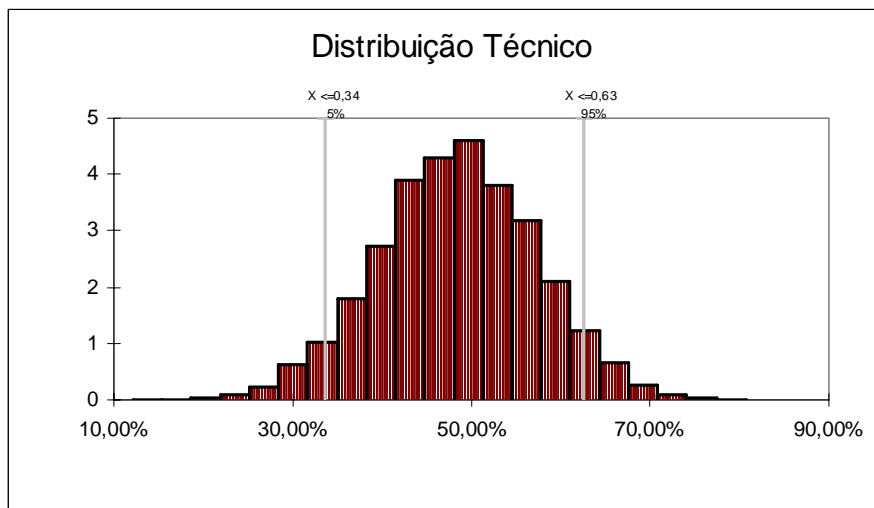


Gráfico 5.11 - Probabilidade de Sucesso Técnico

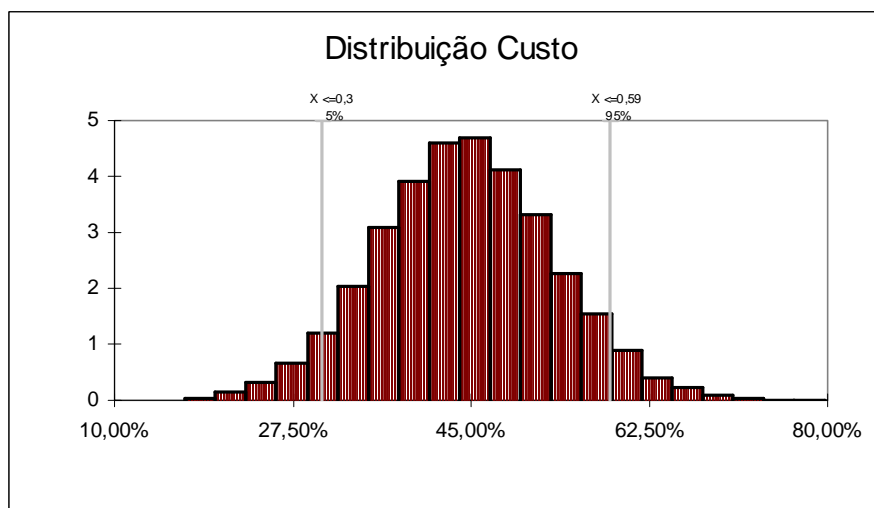


Gráfico 5.12 - Probabilidade de Sucesso de Custo

5.2.3.4 Contribuição dos Fatores de Risco no Resultado Final

Ao analisarmos os resultados obtidos da simulação, observamos que os fatores de risco que mais contribuíam para o resultado final foram:

- (DM1) = Existe metodologia documentada?

Com valor médio de 12%, indicando que o processo de desenvolvimento de software não está baseado em uma metodologia bem definida e difundida na empresa.

- (RC11) = A empresa pratica o Gerenciamento de Riscos?

Com valor médio de 16%, indicando que a empresa não possui a cultura de gerenciamento de riscos.

- (E1) = Qual o método de estimação utilizado?

Com valor médio de 20%, indicando que as estimativas na empresa são realizadas através da intuição das pessoas.

- (O8) = Existe controle de qualidade de software?

Com valor médio de 25%, indicando que não existe um processo para garantir que o software desenvolvido atenderá os requisitos desejados.

5.3. Discussão

5.3.1. Sobre a Validade do Modelo SERIM

O modelo SERIM [KAROLAK,1995] mostrou-se bastante aderente a realidade atual de gerenciamento de projetos brasileiros de TI. Ao submetermos os fatores de risco propostos por Karolak para a avaliação por gerentes de projetos, desejávamos obter uma avaliação da aderência dos fatores de riscos e do modelo ao processo de gerenciamento de projetos de TI brasileiros oito anos após a proposição do autor.

Foram consultados 25 gerentes de projeto que estavam realizando um curso de especialização. A população consultada possuía o seguinte perfil:

- 100% possui curso superior sendo que desses, 85% possui curso de pós-graduação e outros 5% possui mestrado.

- 30% possuem mais de 20 anos de experiência, 30% entre 20 e 15 anos de experiência, 20% possuem entre 15 e 10 anos de experiência e 20% possuem menos de 10 anos de experiência em projetos de TI.
- Em média cada um participou de 1,5 projeto de TI por ano de experiência em um total de 420 projetos.

Cada fator foi avaliado de acordo com a seguinte escala:

- 0 (Nenhuma aderência)
- 1 (Muito Pouco aderente)
- 2 (Pouco Aderente)
- 3 (Aderente)
- 4 (Muito Aderente)
- 5 (Completamente Aderente)

O resultado obtido foi:

- A média das avaliações foi 3,8;
- 53% dos fatores possui avaliação acima da média;
- 25% dos fatores de risco possuem avaliação acima de 4;
- 75% dos fatores de risco possuem avaliação entre 3 e 4;
- Nenhum dos fatores de risco possui avaliação abaixo de 3.

Concluimos que os fatores de risco são altamente aderentes à nossa realidade e julgamos válida a utilização do modelo como uma primeira abordagem para gerenciamento de risco, em especial em organizações que não possuem cultura de risco. Apesar da alta aderência dos fatores de risco propostos no SERIM, julgamos que o modelo deveria ser alterado para poder ser evolutivo e ser mais próximo da realidade.

5.3.2. Sobre o modelo B-Risk

No modelo analítico aproximado introduzimos a estimativa de três pontos e a resposta do questionário de risco por vários avaliadores. Ao compararmos o resultado obtido utilizando o modelo de Karolak com os resultados obtidos utilizando o modelo analítico aproximado, observamos diversos ganhos mesmo sem a introdução de novos fatores de risco e sem alterar o modelo propriamente dito.

Conforme nossa observação, a utilização de estimativa de três pontos facilitou o preenchimento do formulário, que foi feito de forma mais rápida e com maior confiança dos avaliadores na hora de expor suas estimativas.

Para conjugar as diversas opiniões utilizamos as auto-avaliações de conhecimento para cada uma das subcategorias de risco. A introdução de múltiplos avaliadores levou a neutralização de opiniões individuais, importando a opinião do grupo como um todo. Como exemplo, citamos o resultado mais otimista obtido com o método de Karolak, que apontou para a probabilidade de sucesso do projeto em 85%, bem diferente do resultado mais pessimista de 16%.

Diante de tais números qual avaliação deveria ser considerada e qual deveria ser descartada? A média, a menor ou a maior? E entre as onze avaliações realizadas qual deveria ser considerada? Se forem analisados os resultados obtidos nas subcategorias, encontraremos discrepâncias ainda maiores.

O modelo analítico aproximado já utiliza a combinação de diversas estimativas de diversos avaliadores. Entretanto, observamos que a variância dentro de cada subcategoria tendeu a zero com isso, o resultado obtido para a estimativa da probabilidade de sucesso das categorias de do projeto foram resumidos a um valor único e não uma distribuição.

A utilização da matriz de correlação entre alguns fatores de risco de uma mesma subcategoria de risco no modelo B-Risk levou a diminuição da probabilidade de ocorrência de um fator de risco na subcategoria quando o fator de risco independente possui uma boa avaliação e um aumento da probabilidade de ocorrência de um fator de risco na subcategoria quando o fator de risco independente possui uma avaliação ruim. Como exemplo, citamos o fato da empresa não ter uma metodologia definida, o que leva um aumento da probabilidade de ocorrência de um fator de risco na subcategoria “4 - Metodologia de Desenvolvimento”, apesar de executarem planos de teste. Outro exemplo observado é a melhoria da subcategoria “5 – Ferramentas”, devido ao treinamento realizado para utilização das mesmas.

Os resultados mostram que a distribuição de probabilidade resultante facilita o trabalho de análise, auxiliando na identificação de quais fatores, subcategorias e categorias de risco estão os pontos a serem priorizados no projeto. Não observamos mais o efeito de compensação entre os fatores de risco de uma mesma subcategoria que leva a variância da distribuição de probabilidades do resultado tender a zero.

5.3.3. Situação atual do Projeto do Estudo de Caso

Foi realizada no início deste ano uma reunião para analisar o andamento do projeto. Após onze meses do início do projeto o mesmo não foi concluído e necessitará de cerca de mais cinco meses para ser concluído, segundo estimativas da equipe do projeto. O custo do projeto também foi maior do que o esperado, porém não foram informados os montantes. O escopo do projeto foi alterado antes do início, visando diminuir sua complexidade. Entretanto as estimativas de prazo e custo foram mantidas.

Os principais problemas citados pela equipe responsável pelo projeto na empresa foram:

- O sub-dimensionamento dos requisitos;
- Estimativas erradas;
- Equipe técnica sem experiência na tecnologia;

- Falta de uma metodologia formalmente definida.

Tais problemas foram identificados pela análise dos resultados do modelo B-Risk. O modelo B-Risk permitiu observarmos tais problemas com maior facilidade. Dificilmente no modelo SERIM tais problemas seriam observados tão claramente, pois primeiramente seria necessário realizar a seleção de qual avaliação seria analisada e quais seriam descartadas. A avaliação selecionada poderia não estar refletindo a opinião conjunta dos avaliadores.

Apesar dos resultados apresentados, poucas medidas foram tomadas para mitigar o problema. A análise de risco indicou a alta possibilidade de fracasso do projeto, entretanto o projeto deveria ser realizado para fortalecer a unificação das empresas. Devido a esse forte fator, para que o projeto fosse iniciado (e concluído rapidamente), julgamos que a melhor opção era a de contratar uma consultoria externa para realizar um melhor detalhamento e implantar o projeto. Dentre os diversos fatores que nos levaram a essa opinião, está no fato da pouca experiência da equipe interna da empresa em projetos desse porte e no fato da equipe desconhecer completamente a tecnologia que foi adotada.

O próximo desafio será a implantação do sistema, pois nem todas as áreas de negócios estão engajadas no projeto e nem todas participaram da redefinição de procedimentos. A equipe espera que alterações nas funcionalidades sejam solicitadas, assim como a inclusão de outras.

O projeto continua tendo o apoio da diretoria da empresa, pois é visto com essencial para a manutenção na marca unificada (que já está vinculada na mídia, nos formulários e documentos internos e externos da empresa).

Ressaltamos que a empresa não avalia o resultado do projeto como uma falha. O sentimento passado é de que o planejamento do projeto poderia ter sido melhor elaborado e que o levantamento de requisitos deveria ter sido elaborado com ambas as empresas. Esses problemas ocasionaram o sub-dimensionamento do prazo e do custo do projeto.

6. Conclusões

Embora o modelo de risco proposto por Karolak, que é de longe o uso mais difundido no mercado, tenha criado a partir de experiências desenvolvidas nos Estados Unidos, ele possui grande aderência às necessidades de análise de risco dos gerentes de projetos brasileiros.

A despeito disso, o modelo de Karolak possui as seguintes limitações:

- Dificuldade para alteração do modelo proposto - inclusão, remoção ou alteração de seus elementos e de seus pesos;
- Estimativas de probabilidade determinísticas informadas por um valor único;
- Questionário preenchido por apenas um avaliador;
- Independência entre os fatores de risco.

No escopo deste trabalho de dissertação propomos uma extensão do modelo de Karolak que superam todas essas limitações, oferecendo aos seus usuários os seguintes benefícios:

- Facilidade de configuração do modelo para as diversas realidades de desenvolvimento e os diversos projetos;
- Estimativas de probabilidade informadas por uma distribuição triangular;
- Múltiplos avaliadores;
- Correlação entre os fatores de risco.

Com o objetivo de facilitar o uso do modelo de Karolak estendido, que convencionamos chamar de B-Risk, desenvolvemos um módulo adicional ao Microsoft Excel que auxiliam o gerente de projetos a utilizar o modelo.

Uma cópia deste módulo foi anexada ao texto desta tese.

6.1. Como o novo modelo foi desenvolvido

O modelo proposto foi construído após estudarmos os modelos de análise de risco qualitativo para projetos de TI mais utilizados. Buscamos entender os fatores de risco identificados em cada modelo, como são organizados e quais mecanismos são utilizados para a priorização dos fatores de risco.

Após o estudo, julgamos propício a evolução do modelo SERIM construído por Karolak [KAROLAK,1995] considerado o mais completo. Após a decisão de evoluir o modelo SERIM identificamos possíveis pontos fracos no modelo, apontando as melhorias que deveriam ser introduzidas. As melhorias identificadas foram:

- Facilitar a configuração do modelo para as diversas realidades de desenvolvimento e os diversos projetos;
- Informar a estimativa da probabilidade de ocorrência de um fator de risco por uma distribuição triangular;
- Utilização de múltiplos avaliadores considerando suas qualificações;
- Introdução da correlação entre os fatores de risco pertencentes a uma mesma subcategoria de risco.

6.2. Como cada alteração foi introduzida no Modelo

Os projetos de TI são executados por diversas organizações cada uma com uma cultura própria e com graus distintos de maturidade de desenvolvimento de sistemas e de gerenciamento de risco.

Julgamos que existam os fatores de riscos regionalizados como, por exemplo, no caso brasileiro, a dependência do projeto a componentes cotados em moeda estrangeira. Existem grupos de riscos inerentes ao tipo de sistema - comercial, tempo real, embutido - que está sendo construído.

Com base nessas constatações, uma das premissas da construção do novo modelo foi a de ele poder se configurado/adaptado para essas diversas situações. Essa

funcionalidade foi endereçada no modelo com a construção de uma hierarquia dos fatores de risco e através da construção de um modelo matemático parametrizado.

A hierarquia dos fatores de risco foi construída com a classificação dos mesmos em subcategorias e essas em categorias. O modelo matemático considera as influências de cada fator de risco em sua subcategoria, da influencia de cada subcategoria nas categorias e a influencia dessas no projeto. No modelo B-Risk, podem ser introduzidos, modificados ou excluídos qualquer um dos seus elementos, ou seja os fatores de risco, as subcategorias de riscos e/ou as categorias de riscos.

Quando solicitamos a avaliação de um especialista, dificilmente ele fornecerá uma resposta determinística, mas provavelmente expressará sua opinião através de uma faixa de valores. Essa forma de expressar a opinião e o sentimento sobre um fato é mais natural e fácil de ser informada pelas pessoas.

As estimativas de probabilidade dos valores dos fatores de risco do modelo B-Risk são informadas por meio de estimativas de três pontos ou seja, são informados três valores: o menor valor estimado para o valor do fator de risco, o mais provável e o maior valor estimado. Através da estimativa de três pontos, utilizamos a função de distribuição de probabilidade triangular para expressar o comportamento dos fatores de risco.

Acreditamos que todos os envolvidos no projeto devem opinar sobre os fatores de risco do projeto e de forma individual com a garantia de não divulgação de suas opiniões para terceiros. Um fator levado em consideração com a introdução de múltiplos avaliadores, foi à classificação deles por área de conhecimento destacando as avaliações dos especialistas em cada área sem descartar as avaliações dos demais. A introdução de múltiplos avaliadores visa à neutralização de opiniões individuais, importando a opinião do grupo como um todo.

Ao analisarmos os fatores de risco observamos que alguns fatores de risco de apresentam uma dependência entre si. Quando isso ocorre, o valor de um fator de risco

influencia o valor dos outros fatores de risco (para mais ou para menos). Para modelarmos tal característica introduzimos a correlação entre os fatores de risco de uma determinada subcategoria. Nem todos os fatores de risco possuem correlação com algum outro fator de risco.

O grau de dependência entre duas variáveis aleatórias pode ser modelado pelo coeficiente de correlação (R), cujo valor varia na faixa entre -1 a 1. Um valor positivo para R significa uma relação direta entre as variáveis aleatórias, ou seja, quando uma variável assume um valor alto a outra tenderá também para um valor alto. Um coeficiente negativo indica uma relação inversa entre as variáveis aleatórias, ou seja, quando uma assume um valor alto a outra tenderá para um valor baixo.

Ao introduzirmos a dependência entre os fatores de risco o modelo matemático se torna bastante complexo. Como alternativa foi utilizada a simulação de Monte Carlo que utiliza técnicas para amostragem estatística objetivando a obtenção de soluções aproximadas e pode ser aplicado com eficiência em problemas onde a solução analítica é extremamente difícil. Durante a simulação são gerados vários cenários possíveis através de sorteios de valores aleatórios para variáveis baseado em distribuições de probabilidade.

6.3. Como o novo Modelo foi construído

Para a implantação do modelo foram utilizadas as ferramentas Microsoft Excel e Microsoft Access pertencentes à suíte de aplicativos Office da Microsoft Corporation. Para realizar a simulação foi desenvolvida uma ferramenta de análise de risco através da linguagem de Macros integrada a ferramenta Microsoft Excel.

Primeiramente foi criada uma base de dados Microsoft Access com o questionário que deve ser respondido com estimativas de três pontos. Após a coleta das avaliações, as estimativas são vinculadas a uma planilha do Microsoft Excel que possuiu o modelo de simulação implementado. É realizada uma simulação e com os resultados obtidos são calculadas as estimativas da probabilidade de sucesso de cada

fator de risco, subcategoria, categoria e do projeto. Os resultados são apresentados em forma de gráfico para facilitar a sua interpretação.

6.4. Diferenciais do Modelo

O modelo proposto nasceu após a compilação de diversos outros modelos onde foram avaliadas possíveis melhorias a serem introduzidas. Um dos grandes benefícios do modelo é a conjunção da opinião de várias pessoas envolvidas no projeto em análise. A introdução de múltiplos avaliadores leva a diminuição de tendências pessoais e facilita a tomada de decisão, pois não é necessário selecionar qual avaliação será considerada. O resultado do modelo reflete e conjuga as avaliações de todos os participantes do processo.

A introdução da correlação entre os fatores de risco fez o modelo refletir o que ocorre na realidade. Nos modelos analisados, essa característica da realidade foi ignorada. Observamos que os resultados obtidos são influenciados pelos fatores de risco dependentes, ou seja, esses fatores de risco fazem com que o resultado obtido seja deslocado positivamente ou negativamente em relação ao resultado obtido sem a correlação dos fatores de risco.

A possibilidade de configuração do modelo como a inclusão ou exclusão de novos fatores de risco, subcategorias e categorias, permite que ele seja configurado para diversas realidades distintas de desenvolvimento de software como, por exemplo, graus de maturidade no desenvolvimento de software e gerenciamento de projeto, complexidades de software de distintas, natureza do software, etc.

A introdução da estimativa de três pontos para a probabilidade dos fatores de risco ocorrer reflete melhor como as pessoas percebem um fator de risco e facilitou o processo de preenchimento dos formulários, pois, as pessoas se sentem mais confortáveis para informar suas estimativas através de três pontos.

Percebemos que as empresas que não possuem cultura de risco têm dificuldade em configurar o modelo para uma primeira avaliação. Como sugestão para superar essa dificuldade enquanto a empresa não desenvolve um grau e maturidade, sugerimos uma configuração inicial do modelo baseada no SERIM de Karolak.

Acreditamos que com a utilização do modelo por várias empresas e em vários projetos, no futuro, poderemos disponibilizar um conjunto de configurações para o modelo de acordo com a maturidade da empresa, área de conhecimento do projeto, complexidade do software, tipo do software e país em que o software será desenvolvido.

Com a criação de uma base de dados com as diversas configurações, os resultados das avaliações e os resultados obtidos na execução do projeto, poderão ser criados uma base de conhecimento que auxiliará na análise dos resultados e no ajuste dos parâmetros internos do modelo.

6.5. Quais são os Principais Benefícios da utilização do Modelo

A utilização de um modelo de análise de risco permite que a organização conheça os riscos que um determinado projeto estará exposto antes mesmo do início do projeto com isso, a solução pode ser utilizada para a priorização de quais projetos serão iniciados e para identificar quais são as áreas de fragilidade de um determinado projeto e/ou da organização. Esse esforço visa aumentar a probabilidade de sucesso dos projetos, aumentando o volume de projetos bem sucedidos e o retorno dos investimentos em projetos de TI. Com uma melhor aplicação dos recursos disponíveis um maior número de projetos poderão ser executados.

A utilização de um modelo aderente à realidade brasileira permite que as empresas brasileiras realizem análise de risco contemplando riscos próprios de nossa realidade, levando a resultados melhores do que com modelos importados, que não contemplam tais riscos. A utilização de um modelo nacional melhora o desempenho dos investimentos em TI feitos por nossas empresas, aumentando a competitividade de nossos produtos no exterior.

6.6. Sugestões para Trabalhos Futuros

A primeira sugestão para trabalhos futuros, é a implantação do modelo B-Risk em uma plataforma web que facilite o preenchimento do questionário e simplifique para o usuário o processo de simulação.

A criação de um *Data-Warehouse* com os fatores de riscos, os pesos e os questionários respondidos por projetos, permitiria avaliar a aplicabilidade das métricas, a necessidade de inclusão de novas métricas e a inclusão de fatores de ajuste no modelo. Esse *Data-Warehouse* poderia conter uma base de dados de várias organizações e com vários tipos de projetos. Com base nas informações contidas nele, poderemos criar um modelo inicial em substituição ao modelo do SERIM com a vantagem de refletir totalmente a realidade de desenvolvimento de projetos de TI brasileira.

Achamos que seria importante a criação de um processo para avaliar o resultado obtido pelo modelo, identificando os fatores de risco preponderantes no resultado do risco servindo como uma ferramenta auxiliar para tomada de decisão de quais fatores de risco necessitam ser priorizado. O processo deverá analisar a influência de cada fator de risco no resultado final da probabilidade de sucesso do projeto, de cada categoria e de cada umas das subcategorias.

7. Referências:

- [CAPERS,1996] CAPERS, J. **Patterns of Software Systems Failure and Success**. :Thomson Computer Press, 1996.
- [GREY,1995] GREY, S. **Practical Risk Assessment for Project Management**. :Wiley, 1995.
- [HOUSTON,2003] HOUSTON, D. 1999. Disponível em www.eas.asu.edu/~sdm/dhouston/risksvy.htm. Acesso em: 25 set. 2003.
- [HOWARD,2002] HOWARD; K. **Perspectives Risk Analysis and Risk Management in an Uncertain World**. :Risk Analysis, v. 22, n. 4, August 2002.
- [KAROLAK,1995] KAROLAK, D. W. **Software Engineering Risk Management**. :IEEE Computer Society Press, 1996.
- [MACHADO,2002] Machado, C. A. F. **A-Risk : Um método para identificar e quantificar risco de prazo em projetos de desenvolvimento de software**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.
- [MORGAN,2000] MORGAN, M. G. *et al.* **Categorizing Risks for Risk Ranking**. :Risk Analysis, v. 20, n. 1, 2000.
- [MORGAN,2001] MORGAN, K. M. *et al.* **A Deliberative Method for Ranking Risks (II): Evaluation of Validity and Agreement among Risk Managers**. :Risk Analysis, v. 21, n. 5, 2001.
- [MOYNIHAN,1989] MOYNIHAN,T. **Riskman : A Prototype Tool for Risk Analysis for Software**. 3rd International conference on computer aided software engineering, London, 1989.

- [PAIXÃO,2000] PAIXÃO, L. C. **Avaliação Prévia de Projetos de Tecnologia de Informação Usando a Teoria de Portfólios.** 2000. Dissertação (Mestrado em Informática) – Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- [PARRINI,2002] PARRINI, E. **Gestão do Conhecimento no Suporte à Decisão em Ambiente OLAP.** 2002. Dissertação (Mestrado em Informática) – Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- [PMBOK GUIDE,2000] PMBOK GUIDE. **Project Management Body of Knowledge.** :Project Management Institute,2000.
- [PRESSMAN,2002] PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software.** :McGraw-Hill,2002.
- [REAL TECH.,1993] REAL TECHNIQUES & METHODS. **Made to Measure.** 1993.
- [SAVAGE,1972] SAVAGE, L. J. **The Foundations of Statistics.:** Dover Publications, Inc., 1972.
- [SJÖBERG,2000] SJÖBERG, L. **Factors in Risk Perception.:** Risk Analysis, v. 20, n.1, 2000.
- [SJÖBERG,2001] SJÖBERG, L.; Fromm, J.: **Information Technology Risks as Seen by the Public.:** Risk Analysis, v. 21, n.3, 2001.
- [VOSE,2000] VOSE, D. **Risk Analysis: A Quatitative Guide.:** John Wiley & Sons, Inc, 2000.
- [YACOV,1998] YACOV, Y. HAIMES. **Risk Modeling, Assessment and Management** :John Wiley & Sons, Inc, 1998.

Anexo A – Métricas do Modelo SERIM

Quanto ao fator “Organização”

(O1) = Planeja utilizar gerentes experientes em desenvolvimento de software?

0.0 = pouca ou nenhuma

0.5 = experiência intermediária

1.0 = grande experiência

(O2) = Já fez software similar que está sendo analisado?

0.0 = nenhuma experiência

0.5 = alguma experiência

1.0 = grande experiência

(O3) = Há estrutura organizacional formal?

0.0 = não

0.5 = estrutura organizacional não documentada

1.0 = estrutura organizacional formal

(O4) = Há estrutura organizacional estável?

0.0 = muda frequentemente

0.5 = muda esporadicamente

1.0 = estrutura estável, sem mudanças

(O5) = Qual o grau de confiabilidade na equipe de gerentes do projeto?

0.0 = sem confiança

0.5 = alguma confiança

1.0 = alta confiança

(O6) = Existe boa comunicação entre as diferentes organizações envolvidas no desenvolvimento?

0.0 = comunicação pobre

0.5 = comunicação regular

1.0 = muito boa comunicação

(O7) = Existe gerência de configuração de software?

0.0 = pouca ou nenhuma

0.5 = gerência de abrangência intermediária

1.0 = gerência abrangendo todas as funcionalidades

(O8) = Existe controle de qualidade de software?

0.0 = pouca ou nenhuma

0.5 = algum controle de qualidade

1.0 = amplo controle de qualidade

Quanto ao fator “Estimação”

(E1) = Qual o método de estimação utilizado?

Intuição = 0.2

Analogia = 0.6

Preço para vencer = 0.3

Ditado pelas circunstâncias = 0.3

Top-down = 0.5

Bottom-up = 0.7

Outros = 0.4

(E2) = Utiliza um modelo de custo de software?

0.0 = nenhum modelo é utilizado.

0.5 = utiliza um modelo, porém não de forma totalmente correta.

1.0 = utiliza um modelo de forma adequada.

(E3) = A estimativa de produtividade é baseada em dados históricos?

0.0 = não.

0.5 = sim, mas dados são de projetos não similares.

1.0 = sim, com dados de projetos similares.

(E4) = A estimativa de prazo é baseada em dados históricos?

0.0 = não.

0.5 = sim, mas dados são de projetos não similares.

1.0 = sim, com dados de projetos similares.

(E5) = As estimativas são revistas mensalmente ou mais freqüentemente?

0.0 = nenhuma atualização periódica.

0.5 = atualizadas, porém não mensalmente.

1.0 = atualizadas mensalmente ou mais freqüentemente.

(E6) = Quão acuradas são as estimativas de custos passadas comparando com os custos atuais?

0.0 = +- 100% de diferença

0.5 = +- 50% de diferença

1.0 = +- 5% de diferença

(E7) = Quão acuradas são as estimativas de prazo passadas comparando com os prazos atuais?

0.0 = +- 100% de diferença

0.5 = +- 50% de diferença

1.0 = +- 5% de diferença

Quanto ao fator “Monitoramento”

(M1) = Existem metas intermediárias (*milestones*) definidas para cada fase?

0.0 = nenhuma meta.

0.5 = algumas, mas não para todas as fases.

1.0 = existem metas intermediárias que permite acompanhar todas as fases.

(M2) = Existe WBS (*work breakdown structure*) para acompanhar cada parte do desenvolvimento do software?

0.0 = não

0.5 = utiliza WBS mas não para acompanhar custos nem orçamento

1.0 = utiliza WBS adequadamente

(M3) = Existe sistema de monitoramento para custo, prazo e receitas?

0.0 = não.

0.5 = existe sistema de monitoramento, porém ineficiente.

1.0 = sim.

(M4) = Existem relatórios atualizados de custos, prazos e receitas?

0.0 = não.

0.5 = sim, sem atualização mensal.

1.0 = sim.

(M5) = Os relatórios de custo, prazo e receitas são atualizados mensalmente?

0.0 = nenhuma atualização periódica.

0.5 = atualizadas, porém não mensalmente.

1.0 = atualizadas mensalmente ou mais freqüentemente.

(M6) = Existe registro formal de problemas?

0.0 = nenhum registro formal.

0.5 = registro formal com atualização acima de semanal.

1.0 = registro formal com atualização semanal ou mais freqüentemente.

(M7) = Existem recursos para resolver e registrar problemas técnicos?

0.0 = nenhum recurso específico.

0.5 = existem recursos, porém sem atualização quinzenal.

1.0 = existem recursos com atualização quinzenal ou mais freqüentemente.

Quanto ao fator “Metodologia de Desenvolvimento”

(DM1) = Existe metodologia documentada?

0.0 = não.

0.5 = existe, porém não seguida na sua totalidade.

1.0 = existe, fielmente seguida.

(DM2) = Os desenvolvedores estão treinados na metodologia?

0.0 = não.

0.5 = alguns.

1.0 = todos.

(DM3) = A metodologia é seguida à risca?

0.0 = não.

0.5 = alguns dos passos são seguidos.

1.0 = sim.

(DM4) = A metodologia inclui revisão e inspeção de código, projeto e requisitos?

0.0 = pouco ou nenhum.

0.5 = algum.

1.0 = sim, completamente.

(DM5) = A metodologia requer planos de teste para todas os componentes de software?

0.0 = não.

0.5 = algum plano de teste.

1.0 = sim, para todos os componentes de software.

(DM6) =A metodologia requer documentação dos requisitos, projeto e demais atividades de desenvolvimento?

0.0 = não requer.

0.5 = requer alguma documentação.

1.0 = requer documentação para todas as fases.

(DM7) = Testes de regressão (comparação dos resultados de uma fase com os da fase anterior, para determinação de continuidade) são executados?

0.0 = não.

0.5 = algum teste é executado.

1.0 = sim, todos são executados.

Quanto ao fator “Ferramentas”

(T1) = Os desenvolvedores estão treinados nas ferramentas utilizadas?

0.0 = não.

0.5 = algum treinamento.

1.0 = totalmente treinados.

(T2) = São utilizadas ferramentas automáticas para projeto do software?

0.0 = não.

0.5 = alguma ferramenta é utilizada ou a que é utilizada não corresponde adequadamente.

1.0 = ferramentas são utilizadas e são adequadas.

(T3) = São utilizadas ferramentas automáticas para testes?

0.0 = não.

0.5 = algumas ferramentas ou a que é utilizada não é adequada.

1.0 = ferramentas são utilizadas e são adequadas.

(T4) = São utilizadas ferramentas para geração automática de testes?

0.0 = não.

0.5 = algumas ou a que é utilizada não é adequada.

1.0 = ferramentas são utilizadas e são adequadas.

(T5) = São utilizadas ferramentas automáticas para testes de regressão?

0.0 = não.

0.5 = algumas ou a que é utilizada não é adequada.

1.0 = ferramentas são utilizadas e são adequadas.

(T6) = São utilizadas ferramentas automáticas para testes de requisitos?

0.0 = não.

0.5 = algumas ou a que é utilizada não é adequada.

1.0 = ferramentas são utilizadas e são adequadas.

(T7) = São utilizadas ferramentas automáticas para re-engenharia?

0.0 = não.

0.5 = algumas ou a que é utilizada não é adequada.

1.0 = ferramentas são utilizadas e são adequadas.

(T8) = Quão estável é o compilador?

0.0 = pouco estável.

0.5 = estável, com problemas conhecidos e documentados.

1.0 = muito estável e sem problemas.

(T9) = As ferramentas estão disponíveis a qualquer hora?

0.0 = não.

0.5 = algumas.

1.0 = todas.

Quanto ao fator “Cultura de Risco”

(RC1) = A empresa está almejando assumir riscos de orçamento adicionais por uma melhor margem?

0.0 = Sim, máximo.

0.5 = alguma troca.

1.0 = Não, nenhum.

(RC2) = A empresa está almejando assumir riscos de prazos adicionais por uma melhor margem?

0.0 = Sim, máximo.

0.5 = alguma troca.

1.0 = Não, nenhum.

(RC3) = A empresa está almejando assumir riscos técnicos adicionais por uma melhor margem?

0.0 = Sim, máximo.

0.5 = alguma troca.

1.0 = Não, nenhum.

(RC4) = A empresa está almejando assumir menores riscos de orçamento por menores lucros?

0.0 = Sim, máximo.

0.5 = alguma troca.

1.0 = Não, nenhum.

(RC5) = A empresa está almejando assumir riscos de cronograma adicionais por uma melhor margem?

0.0 = Sim, máximo.

0.5 = alguma troca.

1.0 = Não, nenhum.

(RC6) = A empresa está almejando assumir menores funcionalidades técnicas por menores lucros?

0.0 = Sim, máximo.

0.5 = alguma troca.

1.0 = Não, nenhum.

(RC7) = A empresa é orientada ao mercado (*market-driven*)?

0.0 = sim, totalmente.

0.5 = parcialmente.

1.0 = não.

(RC8) = A cultura da empresa é conservadora nas tomadas de decisões?

0.0 = não, muito progressiva.

0.5 = moderada.

1.0 = sim, conservadora.

(RC9) = Como são os investimentos em tecnologia por parte da empresa?

0.0 = Investimentos pesados.

0.5 = Investimentos moderados.

1.0 = Investimentos baixos.

(RC10) = A empresa tende adquirir ou desenvolver novos produtos de tecnologia?

0.0 = Maioria dos produtos desenvolvidos *in-house*.

0.5 = Existe um *mix* de produtos desenvolvidos e adquiridos.

1.0 = A maioria dos produtos são adquiridos.

(RC11) = A empresa pratica o Gerenciamento de Riscos?

0.0 = não.

0.5 = Algum gerenciamento.

1.0 = Gerenciamento formal e completo.

Quanto ao fator “Usabilidade”

(U1) = Existe manual do usuário?

0.0 = Não.

0.5 = Existe, mas não foi validado com as funcionalidades do software.

1.0 = Sim, testado e aprovado.

(U2) = Existirá ajuda *on-line* para cada uma das telas?

0.0 = Não, para nenhuma.

0.5 = Algumas das telas possuem.

1.0 = Sim, para todas as telas.

(U3) = O usuário estará envolvido na revisão dos protótipos ou nas primeiras versões do software?

0.0 = Não estará envolvido.

0.5 = Usuário fornecerá algum feedback.

1.0 = Usuário totalmente envolvido.

(U4) = As interfaces terão formato padrão de indústria ou do usuário?

0.0 = Não existirão padrões.

0.5 = Alguns padrões serão seguidos.

1.0 = Padrões de indústria ou do usuário serão seguidos.

(U5) = O usuário está sempre disponível para consultas?

0.0 = Não, quase nunca.

0.5 = Muitas vezes.

1.0 = Sempre.

(U6) = O design foi avaliado para minimizar as operações de teclado e entrada de dados?

0.0 = Não.

0.5 = Algumas considerações foram feitas.

1.0 = Sim, todo o design foi avaliado.

Quanto ao fator “Correção”

(C1) = Todos os requisitos foram identificados e documentados?

0.0 = Não, nenhum.

0.5 = Sim, parcialmente.

1.0 = Sim, totalmente.

(C2) = Todos os requisitos foram identificados no projeto do software?

0.0 = Não.

0.5 = Alguns.

1.0 = Todos.

(C3) = Os requisitos serão identificados na codificação?

0.0 = Não.

0.5 = Sim, alguns.

1.0 = Sim, todos.

(C4) = Os requisitos serão identificados nos procedimentos de teste?

0.0 = Não.

0.5 = Sim, alguns.

1.0 = Sim, todos.

(C5) = Espera-se muitas mudanças nos requisitos especificados?

0.0 = Sim, muitas (mais de 10 por mês).

0.5 = Sim, moderadas (5 por mês).

1.0 = Sim, poucas (1 por mês).

(C6) = O projeto do software será rastreado no código?

0.0 = Não.

0.5 = Algumas das características serão rastreadas.

1.0 = Todas as características serão rastreadas.

(C7) = O projeto do software será rastreado nos procedimentos de teste?

0.0 = Não.

0.5 = Algumas das características serão rastreadas.

1.0 = Todas as características serão rastreadas.

(C8) = Todos os itens de ações do software serão implementados antes da entrega ao cliente?

0.0 = Não.

0.5 = Alguns.

1.0 = Sim, todos.

(C9) = Todos os procedimentos de teste serão executados antes da entrega ao cliente?

0.0 = Não, nenhum.

0.5 = Parcialmente.

1.0 = Sim, todos.

Quanto ao fator “Confiabilidade”

(R1) = Existirão tratamento de exceção no código?

0.0 = Não.

0.5 = Alguns.

1.0 = Sim, para todas as situações.

(R2) = O software continuará quando houver um erro detectado?

0.0 = Não, em nenhum caso.

0.5 = Em alguns dos casos.

1.0 = Em todos os casos.

(R3) = Existem tolerâncias definidas para erros de entrada e saída de dados?

0.0 = Não, nenhuma tolerância foi definida.

0.5 = Alguns níveis de tolerância foram definidos.

1.0 = Todos os níveis de tolerância foram definidos.

(R4) = As entradas de dados ao software serão validadas antes do processamento ser iniciado?

0.0 = Não, sem validação.

0.5 = Sim, alguns dados serão validados.

1.0 = Sim, todos os dados serão validados.

(R5) = Defeitos de hardware serão detectados e processados pelo software?

0.0 = Não, sem detecção.

0.5 = Sim, alguma detecção será implementada.

1.0 = Sim, todos os defeitos serão detectados.

(R6) = O uso de variáveis globais será minimizado?

0.0 = Não, serão amplamente utilizadas.

0.5 = Sim, alguma restrição.

1.0 = Sim, totalmente restrito o uso.

(R7) = Serão coletados dados de problemas durante a integração dos componentes de software?

0.0 = Não, nenhum.

0.5 = Sim, em parte.

1.0 = Sim, em todos os componentes.

(R8) = Os dados de problemas serão registrados e eliminados antes da entrega ao cliente?

0.0 = Não.

0.5 = Alguns serão registrados e eliminados.

1.0 = Todos serão registrados e eliminados.

(R9) = Algum modelo será utilizado para predição do nível de confiabilidade do *software*?

0.0 = Não, nenhum.

0.5 = Sim, um método é utilizado sem, no entanto ser o mais adequado.

1.0 = Sim, um método é utilizado.

(R10) = Todos os testes são executados com plano de teste?

0.0 = Testes não são executados seguindo um plano.

0.5 = Alguns testes são executados seguindo um plano.

1.0 = Todos os testes serão executados seguindo um plano.

(R11) = Testes de stress serão executados?

0.0 = Não.

0.5 = Em algumas partes do software.

1.0 = Sim, em todo o software.

(R12) = Os testes serão executados por um grupo diferente do de desenvolvimento?

0.0 = Não, serão executados pelos desenvolvedores.

0.5 = Parte do software será testada por um grupo independente.

1.0 = Todo o software será testado por um grupo independente.

Quanto ao fator “Pessoal”

(P1) = A equipe está identificada e disponível?

0.0 = Não.

0.5 = Alguns.

1.0 = Todos.

(P2) = Como é a experiência da equipe no software a ser desenvolvido?

0.0 = Nenhuma experiência.

0.5 = Alguns possuem experiência.

1.0 = Todos são experientes.

(P3) = Como é a experiência da equipe no ambiente de desenvolvimento do software?

0.0 = Nenhuma experiência.

0.5 = Alguns possuem experiência.

1.0 = Todos são experientes.

(P4) = Como é a experiência da equipe na linguagem de implementação?

0.0 = Nenhuma experiência.

0.5 = Alguns possuem experiência.

1.0 = Todos são experientes.

(P5) = Quantas pessoas estarão trabalhando em determinado momento durante o desenvolvimento do software?

0.0 = Número muito grande (> 100).

0.5 = Intermediário (30 a 50).

1.0 = Pequeno (menos de 20).

9. Anexo B – Aderência do Modelo SERIM para Projetos Brasileiros.

Código	Fatores de Risco	Avaliação Média	Desvio Padrão
O1	Planeja utilizar gerentes experientes em desenvolvimento de software?	4,26	0,75
O2	Já fez software similar que está sendo analisado?	3,17	1,47
O3	Há estrutura organizacional formal?	3,61	1,03
O4	Há estrutura organizacional estável?	3,61	1,27
O5	Qual o grau de confiabilidade na equipe de gerentes do projeto?	4,09	1,04
O6	Existe boa comunicação entre as diferentes organizações envolvidas no desenvolvimento?	4,61	0,58
O7	Existe gerência de configuração de software?	3,09	1,5
O8	Existe controle de qualidade de software?	3,91	1,12
E1	Qual o método de estimacão utilizado?	3,61	1,59
E2	Utiliza um modelo de custo de software?	3,74	1,14
E3	A estimativa de produtividade é baseada em dados históricos?	3,87	1,1
E4	A estimativa de prazo é baseada em dados históricos?	3,96	1,11
E5	As estimativas são revistas mensalmente ou mais freqüentemente?	3,61	1,5
E6	Quão acuradas são as estimativas de custos passadas comparando com os custos atuais?	3,83	1,3
E7	Quão acuradas são as estimativas de prazo passadas comparando com os prazos atuais?	3,74	1,29
M1	Existem metas intermediárias (milestones) definidas para cada fase?	4,13	1,29
M2	Existe WBS (work breakdown structure) para acompanhar cada parte do desenvolvimento do software?	4,13	1,01
M3	Existe sistema de monitoramento para custo, prazo e receitas?	4,04	1,3
M4	Existem relatórios atualizados de custos, prazos e receitas?	3,78	1,28
M5	Os relatórios de custo, prazo e receitas são atualizados mensalmente?	3,96	1,36
M6	Existe registro formal de problemas?	4	1,21
M7	Existem recursos para resolver e registrar problemas técnicos?	4	0,95

Código	Fatores de Risco	Avaliação Média	Desvio Padrão
DM1	Existe metodologia documentada?	4,22	1
DM2	Os desenvolvedores estão treinados na metodologia?	3,96	1,3
DM3	A metodologia é seguida à risca?	4,13	1,29
DM4	A metodologia inclui revisão e inspeção de código, projeto e requisitos?	4,09	1,08
DM5	A metodologia requer planos de teste para todas os componentes de software?	4,26	0,96
DM6	A metodologia requer documentação dos requisitos, projeto e demais atividades de desenvolvimento?	3,96	1,19
DM7	Testes de regressão (comparação dos resultados de uma fase com os da fase anterior, para determinação de continuidade) são executados?	3,87	1,01
T1	Os desenvolvedores estão treinados nas ferramentas utilizadas?	4,09	1,12
T2	São utilizadas ferramentas automáticas para projeto do software?	3,09	1,31
T3	São utilizadas ferramentas automáticas para testes?	3,39	1,31
T4	São utilizadas ferramentas para geração automática de testes?	3,09	1,35
T5	São utilizadas ferramentas automáticas para testes de regressão?	2,91	1,28
T6	São utilizadas ferramentas automáticas para testes de requisitos?	3,3	1,18
T7	São utilizadas ferramentas automáticas para re-engenharia?	2,96	1,49
T8	Quão estável é o compilador?	3,52	1,75
T9	As ferramentas estão disponíveis a qualquer hora?	3,87	1,49
RC1	A empresa está almejando assumir riscos de orçamento adicionais por uma melhor margem?	3,74	1,42
RC2	A empresa está almejando assumir riscos de prazos adicionais por uma melhor margem?	3,61	1,44
RC3	A empresa está almejando assumir riscos técnicos adicionais por uma melhor margem?	3,39	1,12
RC4	A empresa está almejando assumir menores riscos de orçamento por menores lucros?	3,26	1,29
RC5	A empresa está almejando assumir riscos de cronograma adicionais por uma melhor margem?	3,09	1,16
RC6	A empresa está almejando assumir menores funcionalidades técnicas por menores lucros?	3,13	1,36
RC7	A empresa é orientada ao mercado (<i>market-driven</i>)?	3,39	1,34
RC8	A cultura da empresa é conservadora nas tomadas de decisões?	3,57	1,08
RC9	Como são os investimentos em tecnologia por parte da empresa?	3,3	1,26

Código	Fatores de Risco	Avaliação Média	Desvio Padrão
RC10	A empresa tende adquirir ou desenvolver novos produtos de tecnologia?	3,26	1,57
RC11	A empresa pratica o Gerenciamento de Riscos?	3,35	1,4
U1	Existe manual do usuário?	3,35	1,43
U2	Existirá ajuda on-line para cada uma das telas?	4,17	1,11
U3	O usuário estará envolvido na revisão dos protótipos ou nas primeiras versões do software?	4,3	0,93
U4	As interfaces terão formato padrão de indústria ou do usuário?	3,87	1,01
U5	O usuário está sempre disponível para consultas?	4,09	0,92
U6	O design foi avaliado para minimizar as operações de teclado e entrada de dados?	3,96	1,07
C1	Todos os requisitos foram identificados e documentados?	4,35	1,07
C2	Todos os requisitos foram identificados no projeto do software?	4	1,45
C3	Os requisitos serão identificados na codificação?	3,7	1,64
C4	Os requisitos serão identificados nos procedimentos de teste?	3,96	1,49
C5	São esperadas muitas mudanças nos requisitos especificados?	3,83	1,27
C6	O projeto do software será rastreado no código?	3,43	1,34
C7	O projeto do software será rastreado nos procedimentos de teste?	3,65	1,23
C8	Todos os itens de ações do software serão implementados antes da entrega ao cliente?	3,52	1,44
C9	Todos os procedimentos de teste serão executados antes da entrega ao cliente?	3,61	1,67
R1	Existirá tratamento de exceção no código?	3,96	1,26
R2	O software continuará quando houver um erro detectado?	3,74	1,25
R3	Existem tolerâncias definidas para erros de entrada e saída de dados?	4,22	0,95
R4	As entradas de dados ao software serão validadas antes do processamento ser iniciado?	3,96	0,93
R5	Defeitos de hardware serão detectados e processados pelo software?	3,48	1,31
R6	O uso de variáveis globais será minimizado?	3,48	1,16
R7	Serão coletados dados de problemas durante a integração dos componentes de software?	3,22	1,57
R8	Os dados de problemas serão registrados e eliminados antes da entrega ao cliente?	3,65	1,4

Código	Fatores de Risco	Avaliação Média	Desvio Padrão
R9	Algum modelo será utilizado para predição do nível de confiabilidade do software?	3,35	1,4
R10	Todos os testes são executados com plano de teste?	3,83	1,34
R11	Testes de stress serão executados?	3,78	1,24
R12	Os testes serão executados por um grupo diferente do de desenvolvimento?	3,91	1,35
P1	A equipe está identificada e disponível?	3,96	1,26
P2	Como é a experiência da equipe no software a ser desenvolvido?	4,26	0,81
P3	Como é a experiência da equipe no ambiente de desenvolvimento do software?	4,09	0,9
P4	Como é a experiência da equipe na linguagem de implementação?	4,13	0,76
P5	Quantas pessoas estarão trabalhando em determinado momento durante o desenvolvimento do software?	4,09	1,04