

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

ÉRICA L. CASTILHO GRÃO

**Um método de Avaliação da Eficiência
com a qual o Risco é Gerenciado num
Portfólio de Projetos de TI: Uma
abordagem Baseada em Análise por
Envoltório de Dados**

Prof. Eber Assis Schmitz
Orientador

Prof. Antonio Juarez Alencar
Co-orientador

Rio de Janeiro, Dezembro de 2010

Ficha Catalográfica

Castilho Grão, Érica L.

Um método de Avaliação da Eficiência com a qual o Risco é Gerenciado num Portfólio de Projetos de TI: Uma abordagem Baseada em Análise por Envoltório de Dados / Érica L. Castilho Grão. – Rio de Janeiro: UFRJ IM, 2010.

85 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Informática, Rio de Janeiro, BR-RJ, 2010.

Orientador: Eber Assis Schmitz; Co-orientador: Antonio Juarez Alencar.

I. Schmitz, Eber Assis. II. Alencar, Antonio Juarez. III. Título.

Um método de Avaliação da Eficiência com a qual o Risco é Gerenciado num Portfólio de Projetos de TI: Uma abordagem Baseada em Análise por Envoltório de Dados

Érica L. Castilho Grão

Dissertação de Mestrado submetida ao Corpo Docente do Departamento de Ciência da Computação do Instituto de Matemática, e Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Informática.

Aprovado por:

Prof. Eber Assis Schmitz (Orientador)

Prof. Antonio Juarez Alencar (Co-orientador)

Prof. Claudia Lage Rebello da Motta, D.Sc.
NCE/UFRJ

Prof. Alexandre Luis Correa, D.Sc.
UNIRIO

Rio de Janeiro, Dezembro de 2010

Dedico este trabalho ao meu marido, que me incentivou a não desistir nos momentos de maior aflição, que teve muita paciência e me apoiou nos meus compromissos com o Mestrado.

Aos meus pais, que sempre me ensinaram a importância de fazer as coisas acontecerem, ao invés de esperar que aconteçam.
À todas as pessoas que entendem a importância de se adquirir conhecimento explícito e, de alguma forma, tentam torná-lo em conhecimento tácito, visando um maior comprometimento com a sua profissão.

AGRADECIMENTOS

"Viver no mundo sem tomar consciência do significado do mundo é como vagar por uma imensa biblioteca sem tocar os livros" (Os Ensinaamentos Secretos de Todos os Tempos)

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por sempre ter me recompensado pelos meus esforços e me abençoado com sabedoria. Aos meus amigos e familiares que torceram e acreditaram na minha capacidade. Agradeço também aos meus professores de graduação que me incentivaram e recomendaram ao curso de Mestrado.

À liderança da empresa onde trabalho, por terem me dado a oportunidade de estudar em horário comercial e por terem permitido que eu implementasse experimentalmente este método no setor. Aos professores do NCE que me aceitaram como aluna da instituição. Aos meus colegas de turma, que compartilharam comigo suas experiências. Aos meus orientadores por terem me mostrado a direção a seguir.

RESUMO

Nos últimos anos, as organizações adotaram o desenvolvimento de sistemas como meios de obter vantagens técnicas e estratégicas. Por este motivo, o sucesso de projetos de desenvolvimento de sistemas tornou-se o grande alvo da área de gerenciamento. Contudo, muitos projetos de desenvolvimento de sistemas são cancelados ou adiados antes do término. Por este motivo, gerenciar os riscos aos quais os projetos de desenvolvimento de sistemas são expostos é uma atividade de grande importância, tanto para os gerentes quanto para os técnicos.

Essa dissertação apresenta um modelo de avaliação da eficiência na qual o gerenciamento de risco está sendo efetuado nos projetos, utilizando como critério a análise por envoltória de dados (DEA), visando identificar as gerências ineficientes, planejar as ações que devem ser tomadas a fim de melhorar a eficiência do gerenciamento de risco, e, como resultado, alcançar o sucesso dos futuros projetos.

Palavras-chave: DEA, Data Envelopment Analysis, Gerência de Projetos, Análise de Risco.

**Evaluating the Efficiency With Which Risk is Managed in a Portfolio of
IT Projects: A Data Envelopment Analysis Approach**

RESUMO

In the last years, the organizations adopted software development as a means of obtaining tactical and strategic advantage. Wherefore, the successful development of software projects becomes an area of great concern for management. However, many software development projects result in systems that are aborted or postponed before completion. Hence, managing the risks that software projects are exposed to emerges as an area of paramount importance for both managers and technicians.

This dissertation presents a model to evaluate the efficiency with which risk is managed in a portfolio of IT Projects, adopting Data Envelopment Analysis as standard and identifying inefficient management, favors the undertaking of actions that increase the efficiency of risk management and, as a result, achieve success in future projects.

Palavras-chave: Project Management, Risk Analysis, DEA, Data Envelopment Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Dados sobre índice de falhas de projetos de TI (THE-STANDISH-GROUP, 2009)	15
Figura 2.1: Dados de uma rede de clínicas ortopédicas	27
Figura 4.1: Fluxo de atividades realizadas no setor de TI	48
Figura 7.1: Questionário para o escritório de projetos.	78
Figura 7.2: Questionário para os gerentes de projetos.	79
Figura 7.3: Questionário para os usuários.	80
Figura 7.4: Questionário para a equipe de Analistas de Negócios	81
Figura 7.5: Questionário para a equipe de DBAs e ADs.	82
Figura 7.6: Questionário para a equipe de Coordenadores Técnicos.	83
Figura 7.7: Questionário para a equipe de Analistas programadores.	84
Figura 8.1: Questionário de avaliação de risco e performance de projetos.	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Questionário de avaliação de Risco de Linda Wallace (WALLACE; KEIL; RAI, 2004) - Parte 1	22
Tabela 2.2: Questionário de avaliação de Risco de Linda Wallace (WALLACE; KEIL; RAI, 2004) - Parte 1 - continuação	23
Tabela 2.3: Questionário de avaliação de Risco de Linda Wallace (WALLACE; KEIL; RAI, 2004) - Parte2	24
Tabela 2.4: Dados coletados de uma rede de clínicas ortopédicas.	26
Tabela 2.5: A eficiência relativa de cada filial	27
Tabela 2.6: Usando um índice ponderado para analisar a eficiência de cada clínica.	29
Tabela 3.1: Questões correlacionadas	33
Tabela 3.2: Dados requeridos pelo DEA-solver.	34
Tabela 3.3: Projetos executados pela WITCS na América do Sul	37
Tabela 3.4: Número de projetos executados por cada gerente de projetos	37
Tabela 3.5: Dados coletados junto a equipe de projetos e aos clientes da WITCS.	38
Tabela 3.6: Dados da WITCS preparados para análise.	40
Tabela 3.7: Saída DEA-solver.	41
Tabela 3.8: Gerentes de projeto da WITCS ordenados pela mediana da efi- ciência relativa dos projetos que executaram.	41
Tabela 3.9: Medianas ($\tilde{x}$) dos <i>slacks</i> de entrada dos projetos executados pelos gerentes de projetos.	44

Tabela 4.1: Responsabilidades de profissionais da BOG	48
Tabela 4.2: Número de projetos executados por cada gerente de projetos na BOG	49
Tabela 4.3: Perguntas a serem aplicadas para cada profissional	50
Tabela 4.4: Respondentes da segunda parte do questionário	51
Tabela 4.5: Resposta da pesquisa na BOG.	52
Tabela 4.6: Média das respostas dos projetos avaliados agrupada por dimensão	53
Tabela 4.7: Eficiência relativa dos projetos avaliados	54
Tabela 4.8: Mediana da eficiência relativa dos gerentes de projetos	55
Tabela 5.1: Mediana da eficiência dos gerentes de projetos da BOG em relação ao super gerente	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BOG	<i>Brazil Oil & Gas</i>
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i> / Análise por Envoltório de Dados
DMU	<i>Decision Making Units</i> / Unidade de Tomada de Decisão
IT	<i>Information Technology</i> / Tecnologia da Informação
S-	<i>Slack</i> de entrada
S+	<i>Slack</i> de saída
TI	Tecnologia da Informação
WITCS	<i>Worldwide IT Consultancy Services</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivo Deste Trabalho	16
1.2	Organização do Trabalho	17
2	ARCABOUÇO CONCEITUAL	18
2.1	Gerenciamento de Risco	18
2.2	Eficiência	20
2.3	Modelo de risco de Wallace <i>et al.</i>	20
2.4	DEA - Data Envelopment Analysis	25
2.5	Trabalhos relacionados	30
3	O MÉTODO	32
3.1	Sumário do método	32
3.2	Exemplo	35
4	ESTUDO DE CASO	46
4.1	Execução do estudo de caso	46
4.2	Discussão sobre o método	56
5	DISCUSSÃO	59
5.1	Como as organizações se beneficiam do método proposto neste trabalho?	59

5.2	Como os gerentes de projetos se beneficiam do método proposto neste trabalho?	61
5.3	Como a comunidade científica se beneficia do método proposto neste trabalho?	62
5.4	Quais as premissas para o bom funcionamento desse método? .	62
5.5	Onde o método pode apresentar resultados mais satisfatórios?	63
5.6	Onde o método pode apresentar resultados não satisfatórios? .	63
5.7	Como o método poderia ser melhorado?	64
5.8	Por que foi usado o método DEA?	65
5.9	Por que foi usado o questionário de Linda Wallace <i>et. al.</i> ? . . .	67
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
6.1	Conclusões	68
6.2	Trabalhos futuros	69
	REFERÊNCIAS	71
7	APÊNDICE	78
8	ANEXO	85

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas 4 décadas, os projetos de software que estão cronologicamente atrasados e acima do orçamento têm sido motivo de preocupação crescente por parte tanto dos profissionais de computação quanto dos pesquisadores que desenvolvem trabalhos na área de engenharia de software (TOMASZEWSKI; LUNDBERG, 2005; PAULK, 2004).

Em 1994, o famoso *Standish Report*, publicado pelo *Standish Group*¹, demonstrou que menos de 20% dos projetos de TI avaliados foram finalizados com sucesso. Os outros 80% dos projetos foram cancelados, ultrapassaram o custo ou prazo estimados, ou não atenderam as expectativas do usuário (THE-STANDISH-GROUP, 1994).

Em 2004, 10 anos mais tarde, o *Standish Report* indicou que dos 50 mil projetos de TI analisados pelo Standish Group somente 34% foram considerados um sucesso. Dos projetos analisados, 58% foram desenvolvidos nos EUA, 27% na Europa e 15% no resto do mundo, o que dá uma perspectiva internacional do resultado da publicação. Dos projetos analisados, 45% estavam entre as 1.000 maiores empresas da revista Fortune (MASTICOLA, 2007).

Nos anos seguintes, pode-se verificar que não houve nenhuma melhoria no relatório. Em 2006, apenas 35% dos projetos terminaram com sucesso (THE-STANDISH-GROUP, 2006), enquanto em 2009 o índice caiu para 32% (THE-STANDISH-GROUP, 2009). A Figura 1.1 demonstra que os projetos de TI continuam falhando em grande escala (DANIELS; LAMARS-II, 2007).

¹Uma empresa de consultoria norte americana.

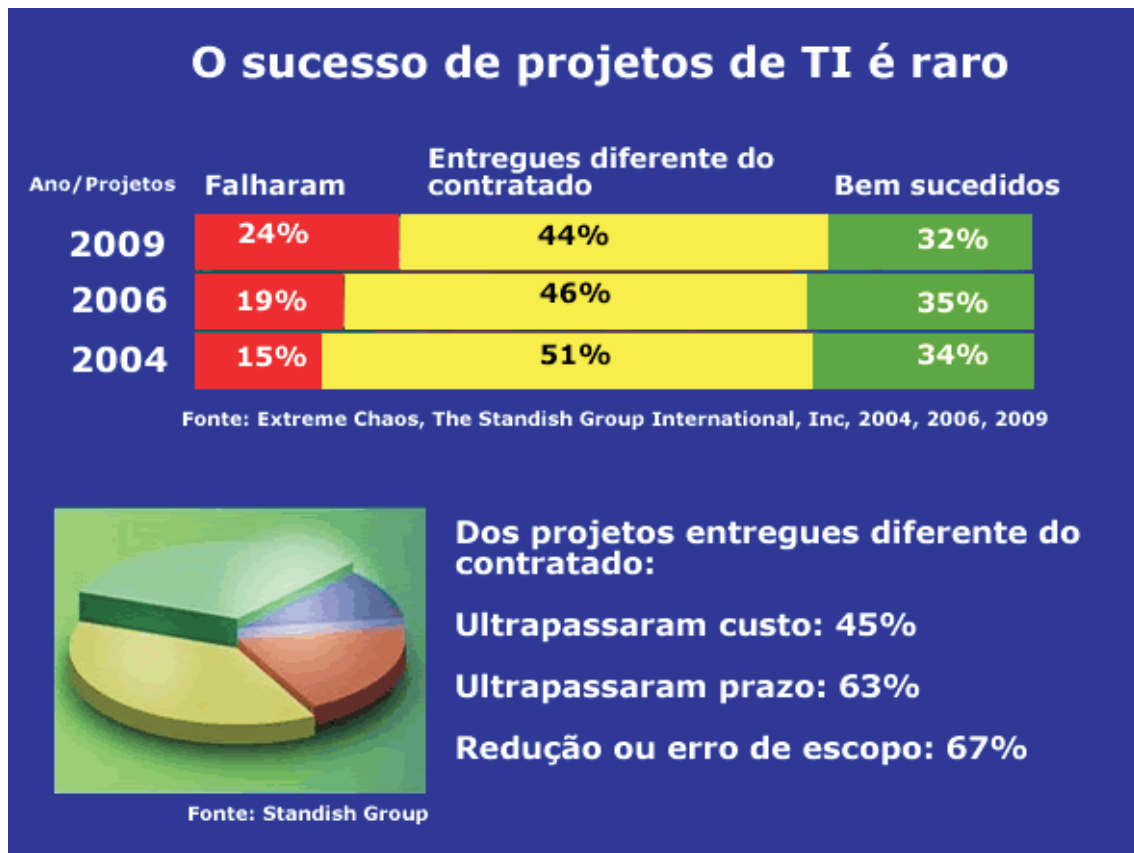


Figura 1.1: Dados sobre índice de falhas de projetos de TI (THE-STANDISH-GROUP, 2009)

Apesar de alguns autores questionarem a validade do *Standish Report* (GLASS, 2006; HARRISON, 2005), existem evidências suficientes na literatura que apóiam a afirmação que a tendência de falha entre projetos de TI persiste até os dias de hoje (MOLOKKEN; JØRGENSEN, 2003). Por exemplo, de acordo com a US Report² o total investido em 2004 em projetos de software que falharam superou 50 bilhões de dólares somente nos Estados Unidos (BEER, 2004).

Não chega portanto a surpreender que os custos de desenvolvimento de software estejam aumentando e que devam continuar subindo nas próximas décadas (SELBY; BOEHM, 2007).

Nos dias de hoje, para continuarem competitivas as empresas têm que concentrar esforços tanto no gerenciamento de recursos escassos quanto na melhoria dos níveis

²Uma revista americana que trata sobre o Congresso, impostos, políticas governamentais e tendências.

de qualidade com os quais o software é desenvolvido. Isso faz com que o gerenciamento efetivo e eficiente de projetos seja uma atividade essencial no desenvolvimento de software, tanto para empresas que terceirizam o desenvolvimento, quanto para aquelas que fazem sistemas internamente (VERNER; EVANCO, 2005).

Defensores do gerenciamento de risco argumentam que o sucesso do projeto não depende exclusivamente dos conceitos, métodos e ferramentas, mas de uma grande variedade de elementos psicológicos, técnicos e de negócios, que se combinam para produzir o resultado desejado (KWAK; STODDARD, 2004).

Além disso, eles defendem que a identificação e análise dos problemas causados por estes elementos alteram a percepção dos riscos pelos gerentes de projeto de software, favorecendo ações que reduzem substancialmente as chances de falhas de projetos (DEY; KINCH; OGUNLANA, 2007; KEIL et al., 2006). No jargão de TI (Tecnologia da Informação), estes elementos, que consistem em eventos e condições num universo de interesse, são frequentemente chamados de riscos de projetos de *software* (WALLACE; KEIL; RAI, 2004).

Como as organizações continuam investindo no desenvolvimento de sistemas como meio de aumentar a competitividade, os eventos e condições que podem atrapalhar que um projeto de software seja completado com sucesso tornaram-se uma área de grande preocupação na gestão de projetos (BACCARINI; SALM; LOVE, 2004).

1.1 Objetivo Deste Trabalho

De acordo com Basili, o progresso em qualquer disciplina depende da nossa habilidade em resolver problemas (BASILI, 2005). Por outro lado, a mensuração é uma atividade importante nas melhores práticas de gerenciamento (ABRAN et al., 2001), já que você não controla aquilo que você não consegue medir (DEMARCO, 1982). Em decorrência, o objetivo deste trabalho é apresentar um método para avaliar a eficiência com a qual os gerentes de projetos de software estão controlando os riscos dos projetos que gerenciam.

O método, que é baseado em técnicas de otimização e modelos de riscos quantitativos, favorece a tomada de ações que aumentam a eficiência do gerenciamento de risco e, como resultado, aumenta a probabilidade dos projetos serem entregues de acordo com o cronograma, dentro do orçamento e de acordo com os requisitos que devem satisfazer (qualidade).

Um artigo baseado na tese foi aceito para publicação no "12th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS), 8 - 12 June, 2010, Funchal, Madeira, Portugal".

1.2 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte forma: No Capítulo 2 fazemos uma revisão dos principais conceitos envolvidos no desenvolvimento e aplicação do método. O Capítulo 3 contém o método proposto para avaliação do gerenciamento de risco. No Capítulo 4 apresentamos o resultado obtido através de um estudo de caso numa empresa que desenvolve sistemas internamente. No Capítulo 5 oferecemos uma discussão das implicações da existência do método para diferentes aspectos das estratégias de negócio e do gerenciamento de risco, assim como apresentamos as conclusões deste trabalho. O Apêndice apresenta diversas tabelas referenciadas ao longo dos textos e o Anexo apresenta o modelo de risco de Wallace *et al* (WALLACE; KEIL; RAI, 2004).

2 ARCABOUÇO CONCEITUAL

Para o bom entendimento do objeto desta dissertação é necessário que alguns conceitos utilizados sejam previamente estabelecidos, iniciando-se pelo gerenciamento de risco.

2.1 Gerenciamento de Risco

Quando os gerentes tentam tratar os riscos aos quais os projetos de software são submetidos, eles buscam influenciar o ambiente ao redor dos projetos com o objetivo de reduzir as chances de um resultado negativo para o projeto. Como esse ambiente habitualmente é complexo, cheio de incertezas e aberto a um número infinito de possibilidades, vários modelos foram desenvolvidos para facilitar a identificação dos riscos que afetam de forma mais significativa as chances de um projeto ser completado com sucesso.

Nos modelos de análise de risco, as informações relevantes relacionadas ao risco são freqüentemente capturadas por um número finito de variáveis, conhecidas como fatores de risco, que, quando assumem valores em um conjunto de elementos indesejáveis, aumentam as chances de um resultado negativo (WESTERMAN; HUNTER, 2007).

Atualmente sabe-se que projetos são atividades futuras, e por isso, estão repletos de incertezas¹. O custo, duração e impacto sobre o fluxo de caixa de um projeto só serão realmente conhecidos no futuro (ALENCAR; SCHMITZ, 2006).

¹Neste contexto, incerteza diz respeito à falta de conhecimento sobre um evento, que reduz a confiança nas conclusões tiradas com base nos dados (MULCAHY, 2009)

Ao identificar os fatores que podem afetar o sucesso de um projeto, a probabilidade destes fatores assumirem valores que podem prejudicar (total ou parcialmente) o projeto e as consequências dos fatores assumirem valores particulares, estamos efetuando o gerenciamento de risco a que um projeto está exposto (ALENCAR; SCHMITZ, 2006).

O gerenciamento de risco economiza tempo e dinheiro em um projeto, pois quando se eliminam incertezas pode-se reduzir as necessidades de retrabalho. Segundo Rita Mulcahy (MULCAHY, 2009), no processo de gerenciamento de risco pode-se eliminar até 90% das ameaças que são identificadas e investigadas.

Um evento de risco é algo identificado antecipadamente que pode ou não acontecer. Para se gerenciar eficientemente o risco, as seguintes atividades devem ser realizadas: (MULCAHY, 2009)

- *O planejamento do gerenciamento de risco* – que define como o gerenciamento de risco será estruturado e realizado para o projeto;
- *A identificação dos riscos* – que apresenta idéias sobre oportunidades e ameaças;
- *A análise qualitativa dos riscos* – que cria uma lista prioritária dos riscos identificados;
- *A análise quantitativa dos riscos* – que seleciona os riscos que devem ser tratados;
- *O planejamento das respostas ao risco* – que define o que será feito a respeito dos riscos principais;
- *O Monitoramento e controle das respostas ao risco* – que acompanha os riscos encontrados, atualiza plano de gerenciamento de projeto e identifica possíveis riscos novos.

2.2 Eficiência

De acordo com o dicionário Babylon, eficiência representa uma medida segundo a qual os recursos são convertidos em resultados de forma mais econômica. Outra definição é que corresponde à medida do que é fornecido (saída) dividido pelo que é consumido (entrada), sendo a faixa de 0 a 100%. Ou seja:

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Resultado}}{\text{Insumo}} = \frac{\text{Total}_{\text{adquirido}}}{\text{Total}_{\text{investido}}} \quad (2.1)$$

Dessa forma, o gerente de projetos eficiente na atividade de gerenciamento de risco é aquele que consegue ter sucesso no projeto independente dos riscos ao que o mesmo foi submetido, sendo considerado o máximo de eficiência possível o gerente que consegue completar com o máximo de performance um projeto que foi submetido ao máximo de riscos existentes.

2.3 Modelo de risco de Wallace *et al.*

Wallace *et al.* (WALLACE; KEIL; RAI, 2004) explora a conexão entre fatores de risco e fatores de performance de projetos usando um questionário baseado em uma escala Likert de 7 pontos (LIKERT, 1932) para coletar dados de projetos de software dentro e fora dos Estados Unidos. Inicialmente Wallace *et al.* selecionou os riscos e fatores de performance mais comumente citados na literatura. Mais tarde, eles usaram análise fatorial exploratória para identificar as dimensões de risco e de performance de projetos. Finalmente, a conexão entre fatores de risco e fatores de performance de projetos foi estabelecida com o suporte do algoritmo de clusterização K-means.

As tabelas 2.1 e 2.2 mostram a primeira parte traduzida do questionário utilizado por Wallace *et al.*, que corresponde à avaliação dos riscos que o projeto foi submetido, ou seja, as entradas para uma coleta de dados sobre o projeto. Já a tabela 2.3 apresenta a segunda parte do mesmo questionário, que corresponde à avaliação da performance do projeto, ou seja, a saída para a coleta de dados. O Anexo apresenta

o questionário original usado por Wallace *et al.*

Através da melhoria de certos elementos de projetos que estão presentes no questionário de Wallace *et al.*, tais como o relacionamento interpessoal, envolvimento de usuários e melhor planejamento e controle de mecanismos associados a projetos, o gerente de projetos pode tentar influenciar a probabilidade de ocorrência de um ou mais fatores de risco, e, como resultado, os fatores de performance de projetos.

Através do tempo, as idéias e resultados de Wallace *et al.* tiveram grande influência tanto nos esforços de pesquisa, quanto no dia a dia do profissional de TI, servindo de base para o trabalho de vários pesquisadores e praticantes de gerência de risco², incluindo-se aqui (GEMINO; REICH; SAUER, 2007; CHENA; ZHANGB; LAIC, 2009).

²Uma busca no Google scholar pode comprovar esta afirmação.

Tabela 2.3: Questionário de avaliação de Risco de Linda Wallace (WALLACE; KEIL; RAI, 2004) - Parte2

Parte 2: Avaliação da Performance do Projeto

#	Dimensão de Performance	#	Fator de Performance do Projeto	Escala de avaliação						
				↓ discordo					concordo	↓
				1	2	3	4	5	6	7
PD ₁	Técnico	PPF ₁	A aplicação desenvolvida é confiável	○	○	○	○	○	○	○
		PPF ₂	A aplicação desenvolvida é fácil de manter	○	○	○	○	○	○	○
		PPF ₃	O sistema atende aos requisitos funcionais	○	○	○	○	○	○	○
PD ₂	Usuário	PPF ₄	O usuário ficou satisfeito com a aplicação desenvolvida	○	○	○	○	○	○	○
		PPF ₅	O sistema atingiu a expectativa de tempo de resposta do usuário	○	○	○	○	○	○	○
		PPF ₆	O sistema é fácil de usar	○	○	○	○	○	○	○
		PPF ₇	A qualidade da aplicação desenvolvida é alta	○	○	○	○	○	○	○
PD ₃	Custo	PPF ₈	O sistema foi entregue dentro do orçamento	○	○	○	○	○	○	○
PD ₄	Prazo	PPF ₉	O sistema foi entregue dentro do prazo	○	○	○	○	○	○	○

2.4 DEA - Data Envelopment Analysis

De acordo com Charnes *et al.* (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978) DEA é um método de programação linear não paramétrico para a estimativa de eficiência relativa de múltiplas DMUs (*Decision Making Units* - Unidades de Tomada de decisão), tais como: filiais de uma rede de lojas de móveis, empresas prestando serviços na mesma área de negócio, departamentos de uma mesma universidade, etc.

Para estimar a eficiência relativa utilizando o método DEA deve-se começar coletando um conjunto de variáveis relevantes sobre as DMUs que se deseja analisar, como por exemplo, o número de empregados trabalhando em cada DMU, o total de energia consumido em cada unidade, a área física ocupada pela DMU, o número de produtos vendidos num determinado período, a porcentagem de defeitos que ocorreram, etc.

Em seguida, identifica-se a DMU que tem a maior proporção entre os insumos produzidos e os recursos investidos para gerar estes produtos, sendo esta a mais eficiente. É importante se ter em mente que esta DMU pode não ser única, isto é, outras DMUs podem apresentar a mesma proporção entre insumos e resultados.

A partir de então, a unidade mais eficiente é conectada ao ponto de origem por um hiperplano no espaço n-dimensional definido pelo conjunto de variáveis relevantes. Este hiperplano define a *fronteira de eficiência*, em comparação com as outras DMUs que foram analisadas. Se apenas duas variáveis forem usadas na análise, então o hiperplano se transforma em uma linha reta num espaço bi-dimensional.

Por exemplo, considere uma rede de clínicas ortopédicas onde a matriz está interessada em aumentar a eficiência de todas as suas filiais. A Tabela 2.4 apresenta os dados que foram coletados em cada filial. Considere inicialmente apenas os dados apresentados em fundo cinza.

De acordo com as informações mostradas em fundo cinza na Tabela 2.4, a clínica B, com 100 empregados, é a que gera o maior lucro, isto é US\$ 7 milhões. Por outro lado, a clínica E, que possui 80 empregados, gera um lucro de apenas US\$ 2 milhões, que é o menor entre as filiais.

Nota-se também que a clínica C é a que possui a melhor proporção entre o lucro e o número de empregados, isto é 0,1. Por este motivo, esta clínica é a que melhor emprega os recursos disponíveis para produzir os resultados desejados.

Se a clínica C pode alcançar este nível de eficiência, então as outras clínicas também devem ser capazes de alcançá-lo, aumentando o lucro enquanto mantém constante o número de empregados, ou diminuindo o número de empregados enquanto mantém o lucro constante. De acordo com esta visão, em termos formais, a *eficiência de uma DMU* é definida como

$$\text{Eficiência}_{\text{DMU}} = \frac{\text{Resultado}_{\text{DMU}}}{\text{Insumo}_{\text{DMU}}} \quad (2.2)$$

onde $\text{Insumo}_{\text{DMU}}$ e $\text{Resultado}_{\text{DMU}}$ são combinações lineares dos recursos consumidos pela DMU e os produtos e serviços gerados pela mesma unidade.

Note que no caso de uma rede de clínicas ortopédicas o insumo é o número de empregados e o resultado é o lucro da clínica. A Figura 2.1 mostra os dados apresentados na Tabela 2.4 na forma de um gráfico bidimensional.

É importante notar que a linha reta conectando cada clínica no gráfico ao ponto de origem (interseção entre eixos horizontal e vertical) corresponde ao lucro por empregado de uma clínica em particular.

Além disso, a linha reta conectando a clínica C ao ponto de origem é a que tem a maior inclinação. Filiais que estejam sobre essa linha são as mais eficientes. Por este motivo, essa linha é conhecida como *fronteira de eficiência*.

Como a matriz está obviamente interessada em melhorar a eficiência das filiais

Tabela 2.4: Dados coletados de uma rede de clínicas ortopédicas.

Métrica	Identificador da Filial				
	A	B	C	D	E
Lucro US\$ milhões (T)	3	7	6	4	2
Quantidade de enfermeiras	49	81	30	67	70
Quantidade de médicos	1	19	30	13	10
Quantidade de Empregados (QE)	50	100	60	80	80
T / QE	0.060	0.070	0.100	0.050	0.025

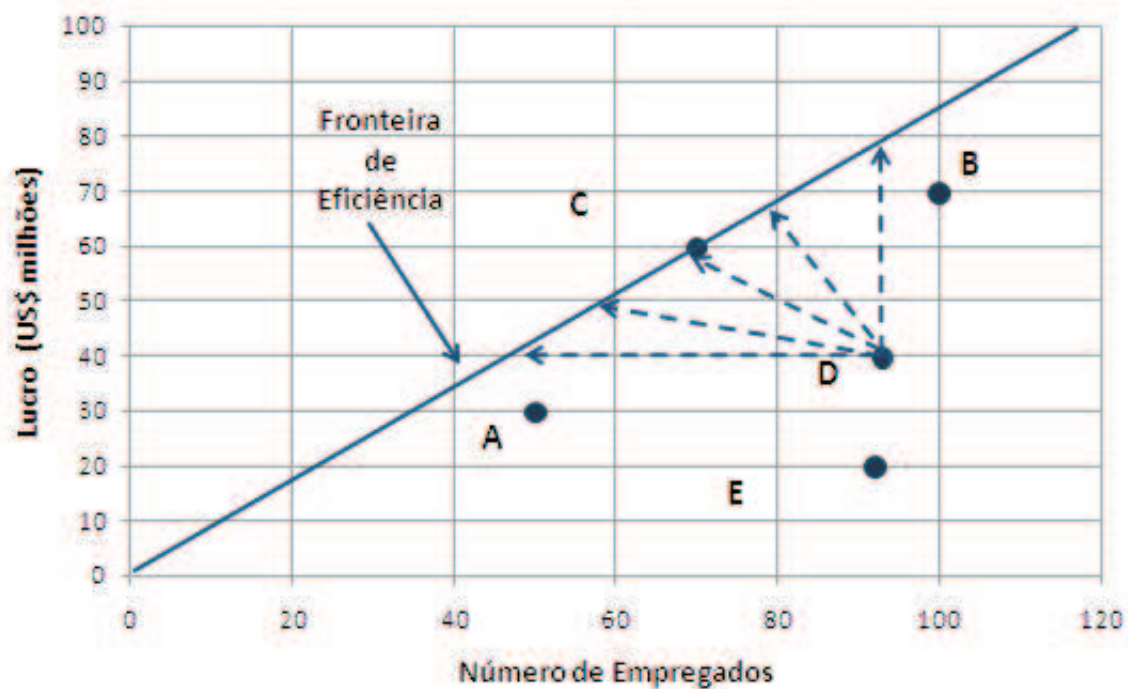


Figura 2.1: Dados de uma rede de clínicas ortopédicas

ineficientes, é importante fornecer uma métrica que compare a eficiência de cada filial àquela que foi considerada mais eficiente. Essa relação é dada pela equação

$$\theta = \frac{\frac{\text{Lucro}}{\text{Número de empregados da filial } x}}{\frac{\text{Lucro}}{\text{Número de empregados da filial } C}} \quad (2.3)$$

onde $x \in \{A, B, C, D, E\}$. A Tabela 2.5 apresenta a eficiência relativa de cada filial em relação à Filial C calculada de acordo com a Equação 2.3.

Tabela 2.5: A eficiência relativa de cada filial

Métrica	Filial				
	A	B	C	D	E
θ	0,60	0,70	1	0,50	0,25

Através da Tabela 2.5, nota-se que a clínica D tem a metade da eficiência da clínica C e a clínica E possui um quarto da eficiência da clínica C. Além disso, uma vez que a eficiência relativa foi calculada, existe uma questão que se revela naturalmente:

Que ações poderiam ser tomadas para tornar as filiais ineficientes mais eficientes?

A Equação 2.2 mostra que existem apenas 3 maneiras de se aumentar a eficiência: reduzindo o insumo, aumentando o resultado ou uma combinação dos dois.

Por exemplo, se o lucro de D dobrar ou a quantidade de empregados for reduzida pela metade, D se torna tão eficiente quanto C. Obviamente, D pode alcançar o mesmo nível de eficiência reduzindo a quantidade de empregados para 20 e aumentando o lucro para 2 milhões de dólares. A Equação abaixo mostra essa relação:

$$\frac{LucroClinica_D * 2}{QuantidadeEmpregadosClinica_D} = \frac{4 * 2}{80} = \frac{4}{80 - 40} = \frac{4 + 2}{80 - 20} = 0,1$$

As setas pontilhadas na Figura 2.1 mostram cinco formas diferentes de mover a clínica D para a fronteira de eficiência (dentro de um número infinito de possibilidades).

Em termos técnicos, aquilo que precisa ser adicionado à saída ou subtraído da entrada de uma DMU para movê-la para a fronteira de eficiência é chamado de *slack*. Se um *slack* implica em mudanças no insumo de uma DMU, ele é conhecido como *input slack* ou s^+ . Por outro lado, se um *slack* implica em mudanças no resultado de uma DMU, ele é conhecido como *output slack* or s^- .

Obviamente, o problema de aumentar a eficiência de filiais no mundo real é muito mais complexo, envolvendo a análise de múltiplos insumos e resultados. Por exemplo, a Tabela 2.4 revela detalhes sobre como o número total de empregados de cada clínica foi calculado. Os números apresentados no fundo branco indicam a quantidade de médicos e enfermeiras em cada clínica, que quando somados tornam-se o número de empregados.

Baseado nos dados apresentados na Tabela 2.4 pode-se argumentar que o modo como o número de empregados foi calculado distorce o resultado. Enquanto a porcentagem de médicos da clínica A é muito baixa, na clínica C ela representa 50% do total de profissionais.

Para tornar a análise de produtividade de cada clínica mais justa, deve-se levar em conta que os médicos precisam ser submetidos a um programa árduo de treinamento teórico e prático antes que possam clinicar. Além disso, médicos (especial-

mente ortopedistas) são profissionais com alta demanda e frequentemente mais caros.

Por este motivo, quando se analisa a eficiência de uma rede de clínicas ortopédicas, não deve ser atribuído aos médicos o mesmo peso que for atribuído às enfermeiras, que são mais fáceis de encontrar, requerem menos treinamento prático e ganham muito menos.

Consequentemente, para analisar corretamente a eficiência da rede de clínicas ortopédicas deve-se criar um índice que pondere o número de ortopedistas e enfermeiras nas diferentes filiais. A Tabela 2.6 apresenta esse índice. Note que, neste caso, o número de médicos é arbitrariamente multiplicado por 5 antes de ser somado ao número de enfermeiras.

Tabela 2.6: Usando um índice ponderado para analisar a eficiência de cada clínica.

Métrica	Id Filial				
	A	B	C	D	E
Lucro em US\$ milhões (T)	3	7	6	4	2
Quantidade de enfermeiras	49	81	30	67	70
Quantidade de médicos	1	19	30	13	10
Índice ponderado (IP)	54	176	180	132	120
T / IP	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02

Deve-se notar que ao considerar a soma ponderada de médicos e enfermeiras a unidade mais eficiente passa a ser a A (antes a unidade mais eficiente era a C). Portanto, determinar a unidade mais eficiente depende de como as variáveis de insumo e resultado são combinadas.

O problema de calcular a eficiência relativa de n unidades de tomada de decisão com múltiplos insumos e resultados foi generalizado por Charnes, Cooper e Rhodes (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978) com o seguinte modelo de otimização:

$$\max_{u,v} \theta = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \cdots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \cdots + v_m x_{mo}} \quad (2.4)$$

sujeito a

$$\frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \cdots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \cdots + v_m x_{mj}} \leq 1, \text{ para } j = 1, \cdots, n,$$

$$v_1, v_2, \cdots, v_m \geq 0, \text{ e}$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0$$

onde, para $1 \leq o \leq n$, $x_{1o}, \dots, x_{mo}$ e $y_{1o}, \dots, y_{so}$ são respectivamente os insumos e os resultados de uma dada DMU_o, e $u_1, \dots, u_s$ e $v_1, \dots, v_m$ são pesos cujos valores se deseja determinar.

De acordo com Charnes, Cooper e Rhodes uma vez que os valores de $x_{1o}, \dots, x_{mo}$ e $y_{1o}, \dots, y_{so}$ sejam obtidos, a performance da DMU_o é comparada à performance da DMU mais eficiente entre as unidades de tomada de decisão, permitindo o cálculo dos *inputs* e *outputs* *slacks* da DMU_o.

Note que no modelo de Charnes, Cooper e Rhodes n otimizações são executadas, uma para cada unidade cuja eficiência precisa ser analisada. Em cada otimização a DMU sobre análise (isto é DMU_o) alcança a melhor performance possível, antes de ser comparada as outras DMUs. Note que a proporção entre as entradas e saídas de todas as DMUs é sempre menor ou igual a 1. Veja (COOPER; SEIFORD; TONE, 2005) para uma introdução ao modelo DEA.

2.5 Trabalhos relacionados

Com o passar do tempo, várias listas de fatores de risco relacionadas a TI foram propostas, tais como (MOYNIHAN, 1989, 1997; KAROLAK, 1995; HEEMSTRA; KUSTERS, 1996; SCHMIDT et al., 2001; VITHARANA, 2003; WALLACE; KEIL; RAI, 2004). Além de ajudar os gerentes de TI a identificar melhor os riscos a que seus projetos estão expostos, esses modelos também fornecem meios de conectar fatores de risco aos fatores de performance dos projetos, como tempo e custo, e alcançar os requerimentos funcionais do usuário, permitindo aos gerentes decidir as melhores ações a serem tomadas em cada situação, através de um processo de tentativa e erro.

Apesar de toda evolução que a análise de risco de projetos de *software* tem experimentado nas últimas décadas e a influência positiva que tem tido no gerenciamento de projetos de *software* grandes e complexos, pouco esforço foi feito para

desenvolver modelos que claramente indiquem as ações que os gerentes devem tomar e as consequências dessas ações para melhorar as chances de completar com sucesso os projetos que executam anualmente. Existe contudo uma exceção (ALENCAR et al., 2007) que usou um modelo de simulação e uma árvore de classificação decorada para indicar as várias ações que mais favorecem a entrega de projetos no tempo adequado.

3 O MÉTODO

3.1 Sumário do método

As organizações interessadas em aumentar a eficiência com o qual o risco está sendo gerenciado em seus projetos de TI podem se beneficiar dos seguintes passos:

1. Selecionar avaliados: Nesse passo deve-se identificar os gerentes de projeto cuja eficiência de gerenciamento de risco se deseja analisar e escolher o período de tempo onde será feita essa análise. Para facilitar a coleta dos dados, esse período não pode ser muito distante da data real.

A partir destas informações deve-se criar um portfólio contendo os projetos de TI que esses gerentes completaram no período escolhido;

2. Definir respondentes: Nesse passo deve-se definir dentro da equipe de cada projeto quem são os profissionais mais apropriados para responder cada questão da primeira parte do formulário de Wallace *et al.*. Por exemplo, para as questões pertinentes à participação do usuário, os respondentes devem ser profissionais que tenham contato com os usuários.
3. Coletar dados: Nesse passo deve-se reunir a equipe de cada projeto e preencher a primeira parte do questionário de Wallace *et al.* de acordo com as definições do passo anterior. Veja o ANEXO para conhecer esse formulário. Logo a seguir, deve-se reunir os usuários, gerentes e equipe operacional do cliente e preencher a segunda parte do questionário de Wallace *et al.*;

Um cuidado especial deve ser tomado com as questões que estão agrupadas em uma mesma dimensão, já que existe um forte relacionamento entre elas. Com vistas

a evitar preenchimentos contraditórios e injustificados deve-se monitorar de perto as questões apresentadas na Tabela 3.1. Desvios de mais de dois pontos entre as respostas a essas perguntas devem render uma conversa com os profissionais responsáveis pelo preenchimento destas questões para esclarecer se o preenchimento foi realizado corretamente.

Tabela 3.1: Questões correlacionadas

Fator de risco (Id)
RF3 $\implies$ RF4
RF4 $\implies$ RF5
RF3 $\implies$ RF7
RF14 $\implies$ RF20
RF31 $\implies$ RF33
RF31 $\implies$ RF34
RF33 $\implies$ RF34
RF36 $\implies$ RF33
RF41 $\implies$ RF43

4. Ajustar modelo: Nesse passo deve-se ajustar o modelo DEA para que as restrições impostas pelas variáveis no questionário de Wallace *et al.* sejam consideradas adequadamente. Isso significa que para cada dimensão de risco ou performance deve ser definido um peso de acordo com sua importância para a organização;
5. Selecionar DEA: agora deve-se selecionar uma ferramenta DEA (DEA-Solver) para ajudar com a análise de eficiência. Uma lista bem completa de DEA-Solvers pode ser encontrado em (RAMANATHAN, 2003);
6. Preparar dados para análise: embora possa ter passado despercebido, as variáveis de entrada e de saída no questionário de Wallace *et al.* assumem valores em uma escala diferente. Enquanto 7 é um valor excelente para uma variável de saída, mostrando que clientes estão altamente satisfeitos com algum aspecto da performance do projeto, o mesmo valor indica uma performance péssima na dimensão de risco. Por este motivo, as notas de avaliação de risco devem ser ajustadas para o nível das notas de avaliação de performance, reduzindo-se 8 pela nota atribuída.

Também é necessário obter as notas das dimensões de risco e performance, calculando a soma das respostas das questões de cada dimensão e dividindo pelo total

de questões da dimensão. Ou seja, para a dimensão de risco RD_1 , que engloba as questões RF_1 a RF_7 o cálculo da nota da dimensão será conforme Equação 3.1:

$$RD_1 = \frac{SomaNotasAjustadas}{TotalNotas} = \frac{(8 - RF_1) + (8 - RF_2) + \dots + (8 - RF_7)}{7} \quad (3.1)$$

Já para a dimensão de performance PD_1 , que já tem as notas ajustadas para o nível correto e engloba as questões PPF_1 a PPF_3 , o cálculo da nota da dimensão será conforme Equação 3.2:

$$PD_1 = \frac{SomaNotas}{TotalNotas} = \frac{PPF_1 + PPF_2 + PPF_3}{3} \quad (3.2)$$

Além disso, é necessário preparar os dados requeridos pelo DEA-Solver que são o identificador do projeto, o identificador do gerente e as variáveis de dimensão de risco e de performance do questionário de Wallace *et al.*. Ao preparar esses dados, será obtida uma planilha conforme a Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Dados requeridos pelo DEA-solver.

Projeto	Gerente	Dimensão de Risco			Dimensão de Performance		
		RD_1	...	RD_6	PD_1	...	PD_9
P ₁	M ₁	4.3	...	3.0	1.3	...	2.2
P ₂	M ₁	6.0	...	5.3	2.5	...	3.3
P ₃	M ₁	5.1	...	6.0	3.0	...	1.0
P ₄	M ₂	7.0	...	7.2	6.5	...	3.1
P ₅	M ₂	3.2	...	4.2	5.0	...	1.4
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
P ₄₉₁	M ₁₁	5.0	...	2.0	3.3	...	1.5

7. Executar o DEA: nesse passo deve-se executar o DEA-Solver escolhido, assegurando-se de que os *slacks* de saída se mantêm em zero. O resultado do DEA será a eficiência relativa dos gerentes de projeto em cada projeto que executaram, e os *slacks* de entrada, que correspondem às falhas em cada dimensão de risco.
8. Identificar a eficiência relativa dos gerentes de projetos: nesse momento deve-se calcular a mediana da eficiência dos projetos pelos quais cada gerente foi responsável, juntamente com a mediana dos *slacks* de cada dimensão de risco, obtendo-se dessa

forma a eficiência geral do gerente de projeto em relação à todos os projetos que executou. Utilize o teste não paramétrico da mediana de Fisher (ISRAEL, 2009) para confirmar o resultado;

9. Analisar resultado: nesse momento deve-se estabelecer um limite de eficiência mínimo exigido pela empresa. Divida então os gerentes de projeto em dois grupos: os que alcançam ou ultrapassam esse índice e os que não alcançam o mesmo. Confirme o resultado através do teste não paramétrico de sinais de Arbuthnot (ISRAEL, 2009);
10. Tomar ações: para o grupo que foi considerado ineficiente, ou seja, ficou abaixo do limite de eficiência exigido, a empresa deve considerar quais gerentes devem continuar a executar suas funções normalmente, quais deverão ser submetidos a atividades de treinamento com vistas a melhorar suas habilidades em áreas específicas, quais obtiveram um índice de ineficiência inaceitável e por isso devem ser demitidos, ou outras providências que julgue necessário.

Para os gerentes que forem selecionados para realizar treinamento, crie um limite de tolerância a ser aplicado em cada dimensão de risco e treine os gerentes nas dimensões que foram enquadrados abaixo desse limite. Confirme o resultado através do teste não paramétrico de sinais de Arbuthnot (ISRAEL, 2009);

3.2 Exemplo

De acordo com Seneca (5BC - 65AD), o filósofo romano: “O caminho do preceito, da norma e da regra é longo, já o do exemplo curto e eficaz.” Por esta razão, o método proposto nesta dissertação é introduzido passo-a-passo com o suporte de um exemplo inspirado no mundo real.

Passo 1: Selecionar avaliados

Considere uma organização de serviços de tecnologia de informação, tal como Accenture, HP, Atos Origin, IBM, Web Moment e muitas outras, que executa milhares de projetos de software todos os anos para clientes no mundo todo. Para o

propósito dessa dissertação, essa organização será chamada *Worldwide IT Consultancy Services*, ou WITCS abreviadamente.

Nos últimos 12 meses, a satisfação dos clientes com o *software* que a WITCS produz na operação da América do Sul está menor do que o esperado, enquanto os custos e durações dos projetos estão maior que o desejado.

Como a competição na área de serviços de TI nunca esteve tão acirrada, o diretor executivo da WITCS está preocupado com a possibilidade de que os projetos executados pela empresa não estejam sendo apropriadamente gerenciados de acordo com os padrões de venda necessários.

Uma auditoria feita pela WITCS junto a executivos e clientes da América do Sul revelou que existem falhas no gerenciamento de risco de projetos. Como a complexidade dos projetos executados pela empresa aumentou nos últimos anos, os gerentes de projetos tornaram-se menos hábeis em antecipar problemas e tomar ações corretivas antes que o pior aconteça.

Para contornar a situação o mais rápido possível, a WITCS decidiu analisar os projetos executados na operação da América do Sul, com o objetivo de tomar ações que possam auxiliar seus gerentes de projetos a lidar melhor com os riscos aos quais os projetos de TI são expostos naturalmente.

A Tabela 3.3 mostra a lista dos projetos a serem analisados pelo grupo de auditores especiais designados pela WITCS.

Catorze gerentes de projetos trabalham atualmente na operação da América do Sul. Cada gerente contribuiu para a lista com os projetos pelos quais foi responsável durante o período no qual a performance ficou abaixo do esperado, ou seja, os últimos 12 meses.

A Tabela 3.4 mostra a quantidade de projetos de cada gerente que faz parte da lista de projetos a serem analisados. É importante se ter em mente que na WITCS os gerentes de projetos são assessorados por líderes de projetos, permitindo que eles executem um grande número de projetos anualmente.

Tabela 3.3: Projetos executados pela WITCS na América do Sul

Projeto	Gerente	Indústria	Nome do Projeto & Descrição
P ₁	M ₅	Óleo & Gás	<i>Gerenciamento de contratos</i> - permite que os preços estipulados em contrato sejam ajustados no momento adequado
P ₂	M ₈	Gás	<i>Código de barra de cilindros</i> - facilita saber onde os cilindros de gás industrial estão e para onde estão sendo deslocados
P ₃	M ₉	Seguro de Saúde	<i>Automação home care</i> - assegura que a empresa saiba o paradeiro de equipamentos instalados nas residências de pessoas acometidas de enfermidades
P ₄	M ₃	Fábrica de Móveis	<i>Automação de força de trabalho PDA</i> - permite que representantes de venda façam orçamentos de serviços em qualquer hora e em qualquer lugar
P ₅	M ₂	Distribuição de Gasolina	<i>Automação de central de distribuição</i> - controla a distribuição de gasolina ao longo de todo o Chile
P ₆	M ₄	Seguro	<i>Prêmiação à força de trabalho</i> - automaticamente distribui bônus de acordo com metas pré-estabelecidas de venda
P ₇	M ₁₂	Distribuição de Alimentos	<i>Fatura eletrônica</i> - permite que notas de fatura sejam enviadas diretamente a bancos comerciais associados, que coletam os valores devidos junto aos clientes
P ₈	M ₈	Gás	<i>Cartão pré-pago industrial</i> - torna fácil e barato para os clientes adquirir gás dos distribuidores de gás industrial
P ₉	M ₅	Banco	<i>Ranqueamento de clientes</i> - de acordo com o tipo de relacionamento com o banco, clientes são graduados como <i>ouro</i> , <i>prata</i> ou <i>bronze</i> para agilizar o processo de decisão do banco
⋮	⋮	⋮	⋮
P ₄₉₁	M ₁₁	Fabricação de Pneus	<i>Automação fiscal</i> - provê informações fiscais a receita federal por meio eletrônico

Tabela 3.4: Número de projetos executados por cada gerente de projetos

Gerente de projetos	M ₁	M ₂	M ₃	⋯	M ₁₃	M ₁₄
# de Projetos	36	32	34	⋯	35	37

Passo 2: Definir respondentes

Para assegurar que o processo de auditoria seja imparcial, para cada projeto, a primeira parte do questionário de Wallace *et al.* foi respondida pela equipe do projeto (analistas de requisitos, programadores, analistas de banco de dados, líderes e gerentes de projetos) com a ajuda de um facilitador, enquanto a segunda parte do questionário foi respondida pelos usuários, gerentes e a equipe técnica do cliente, isto é, por membros da empresa que pagou pelo projeto.

Passo 3: Coletar dados

Seguindo o conselho de seus auditores, a WITCS decidiu usar o questionário de Wallace *et al.* para auditar adequadamente os riscos aos quais os projetos da Tabela 3.3 são expostos. A Tabela 3.5 apresenta os dados coletados pela WITCS.

Tabela 3.5: Dados coletados junto a equipe de projetos e aos clientes da WITCS.

Projeto	Gerente	Fatores de Risco			Fatores de Performance		
		RF ₁	...	RF ₄₄	PPF ₁	...	PPF ₉
P ₁	M ₅	4	...	3	1	...	2
P ₂	M ₈	6	...	5	2	...	3
P ₃	M ₉	5	...	6	3	...	1
P ₄	M ₃	7	...	7	6	...	3
P ₅	M ₂	3	...	4	5	...	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
P ₄₉₁	M ₁₁	5	...	2	3	...	1

Passo 4: Ajustar modelo

Antes que o modelo DEA seja construído e analisado, o modelo de Charnes, Coopers and Rhodes introduzido na Equação 2.4 deve ser modificado para acomodar as restrições referentes às dimensões de risco e de performance.

Se restrições adicionais não forem adicionadas ao modelo matemático, então o uso dos *slacks* produzidos pelo modelo pode não levar a valores ótimos, deixando

para o analista a tarefa desagradável de calcular quão longe da solução ótima os *slacks* sugerem que as variáveis deveriam ir.

Por exemplo, ao adicionar um *slack* a uma variável de entrada é necessário que o valor pertença a um intervalo de números inteiros $[1..7]$, pois de acordo com o questionário de Wallace *et al.* (veja o capítulo Anexo) esse é o intervalo de valores que as variáveis de entrada podem assumir.

Em termos formais, quando se usa o questionário de Wallace *et al.* para aumentar a eficiência com a qual o risco está sendo gerenciado num portfólio de projetos de TI, se está interessado em:

$$\max_{u,v} \theta = \frac{u_1 \times PD_{1,o} + \dots + u_4 \times PD_{4,o}}{v_1 \times RD_{1,o} + \dots + v_6 \times RD_{6,o}} \quad (3.3)$$

sujeito a

$$\frac{u_1 \times PD_{1,j} + \dots + u_4 \times PD_{4,j}}{v_1 \times RD_{1,j} + \dots + v_6 \times RD_{6,j}} \leq 1,$$

$$u_1, \dots, u_4 \geq 0,$$

$$v_1, \dots, v_6 \geq 0,$$

$$PD_{1,j}, \dots, PD_{4,j}, RD_{1,j}, \dots, RD_{6,j}, \text{ and}$$

$$s_{RD_{1,j}}^+ + RD_{1,j}, \dots, s_{RD_{6,j}}^+ + RD_{6,j} \in \{1 \dots 7\},$$

onde $1 \leq j \leq n$, $1 \leq o \leq n$, $u_1, \dots, u_4$ e $v_1, \dots, v_6$ são pesos cujos valores devem ser determinados, e $s_{RD_{1,j}}^+, \dots, s_{RD_{6,j}}^+$ são slacks de entrada gerados pelo modelo DEA.

A WITCS decidiu que todas as dimensões de risco e performance teriam o mesmo peso durante sua auditoria.

Passo 5: Selecionar DEA

Como somente problemas muito simples de DEA podem ser resolvidos por meio analíticos, WITCS precisa selecionar uma ferramenta computacional para avaliar quão eficientemente o risco está sendo gerenciado na operação da América do Sul.

O problema de DEA apresentado nessa dissertação foi resolvido pela WITCS com a ajuda de um DEA-Solver desenvolvido por William Cooper, professor da Escola de Negócios da Universidade de Columbia, nos Estados Unidos.

Passo 6: Preparar dados para análise

A Tabela 3.6 mostra os dados requeridos pelo DEA solver selecionado pela WITCS.

Tabela 3.6: Dados da WITCS preparados para análise.

Projeto	Gerente	Dimensão de Risco			Dimensão de Performance		
		RD ₁	...	RD ₆	PD ₁	...	PD ₉
P ₁	M ₅	(8 - 4.3)	...	(8 - 3.0)	1.3	...	2.2
P ₂	M ₈	(8 - 6.0)	...	(8 - 5.3)	2.5	...	3.3
P ₃	M ₉	(8 - 5.1)	...	(8 - 6.0)	3.0	...	1.0
P ₄	M ₃	(8 - 7.0)	...	(8 - 7.2)	6.5	...	3.1
P ₅	M ₂	(8 - 3.2)	...	(8 - 4.2)	5.0	...	1.4
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
P ₄₉₁	M ₁₁	(8 - 5.0)	...	(8 - 2.0)	3.3	...	1.5

Observe que os dados usados pelo solver foram compilados da primeira e segunda parte do questionário de Wallace *et al.*, onde os dados pertencentes à primeira parte foram ajustados à mesma escala que os dados referentes a segunda parte.

Passo 7: Executar o DEA

A Tabela 3.7 mostra os resultados gerados pelo DEA solver, formados pelo identificador do projeto, identificador do gerente, a eficiência relativa de cada projeto e o valor dos *slacks* que precisam ser melhorados em cada dimensão de risco para mover o projeto para a fronteira de eficiência.

Alternativamente poderia se considerar mover o projeto para a fronteira de eficiência adicionando-se *slacks* de saída às dimensões das variáveis de performance de projeto. Contudo, a fim de obter os resultados que a WITCS necessita, estes *slacks*

foram mantidos em zero, já que não se espera que os gerentes de projeto possam influenciar diretamente as variáveis de performance.

Tabela 3.7: Saída DEA-solver.

Projeto	Gerente	Eficiência Relativa	Slack			
			$s_{RD_1}^+$	$s_{RD_2}^+$	...	$s_{RD_6}^+$
P ₁	M ₅	83.0%	1.3	1.4	...	2.0
P ₂	M ₈	35.6%	3.1	2.6	...	4.4
P ₃	M ₉	97.2%	0.0	0.0	...	2.0
P ₄	M ₃	88.3%	4.3	5.2	...	6.0
P ₅	M ₂	73.4%	1.3	2.0	...	2.0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
P ₄₉₁	M ₁₁	39.9%	4.0	5.0	...	0.3

Passo 8: Identificar a eficiência relativa dos gerentes de projetos

A Tabela 3.8 mostra os gerentes de projeto da WITCS ordenados pela mediana da eficiência relativa dos projetos que executaram.

Tabela 3.8: Gerentes de projeto da WITCS ordenados pela mediana da eficiência relativa dos projetos que executaram.

Gerente	Mediana da Eficiência Relativa
M ₉	91,7
M ₂	86,9
M ₇	83,3
M ₁	81,1
M ₁₀	77,1
M ₄	69,0
M ₁₁	67,3
M ₅	58,1
M ₁₄	57,2
M ₃	55,7
M ₁₃	48,4
M ₆	46,8
M ₈	39,2
M ₁₂	30,5

De acordo com a informação apresentada na Tabela 3.8, M₉ e M₂ são respectivamente o primeiro e o segundo gerentes de projetos mais eficientes na perspectiva

de gerenciamento de risco, enquanto M_8 e M_{12} são os piores. Como cada gerente de projetos executou um número diferente de projetos (veja a Tabela 3.4), a significância destas afirmações foi comprovada pelo teste não paramétrico de medianas de Fisher (Fisher Exact Test) unilateral com 90% de grau de confiança.

Optou-se por se utilizar um teste não paramétrico sobre os dados relacionados a eficiência relativa dos projetos gerenciados por cada um dos gerentes da WITCS porque a distribuição destes dados é desconhecida, não existe nenhuma razão para assumir que a distribuição seja normal e o traçado de um simples histograma revelou uma distribuição muito diferente da distribuição normal. Já o Teste de Fisher foi utilizado por ser um teste não paramétrico que pode ser aplicado a parâmetros provenientes de amostras não emparelhadas. Veja (ISRAEL, 2009) para uma discussão detalhada sobre o Teste de Fisher.

O grau de confiança α é a probabilidade $1 - \alpha$ de que uma afirmação sobre parâmetros populacionais esteja correta. Entre as escolhas comuns para o grau de confiança estão:

- 90% (com $\alpha = 0,10$),
- 95% (com $\alpha = 0,05$) e
- 99% (com $\alpha = 0,01$).

Quanto menor o valor de α , maior a certeza de que uma afirmação esteja correta. Para casos envolvendo risco de vida ou prejuízos morais e financeiros consideráveis aconselha-se o uso de $\alpha = 0,01$. Este valor é comumente utilizado, por exemplo, em casos de detecção de doenças graves e de atribuição de paternidade (QUADROS-COELHO et al., 2009; OLIVEIRA, 2008; DANTAS-MAIA et al., 2007; SILVA; LINARES; PATRÍCIO, 2006).

Para casos em que a certeza sobre as afirmações têm conseqüências menos nefastas, o pesquisador pode utilizar um valor de α menos rigoroso e que ainda produza afirmações com alto grau de certeza, tal como $\alpha = 0,10$. (ZANARDI; ROLIM; SOUZA, 2007; FILHO, 2006)

A opção 95% é muito popular entre pesquisadores de diversas áreas por se tratar de ponto equilíbrio entre a precisão (refletida na amplitude do intervalo de confiança) e a confiabilidade (expressa pelo grau de confiança). Neste caso o pesquisador abre mão de ter que refletir sobre a severidade das conseqüências de suas afirmações no universo a sua volta e se concentra na obtenção dos resultados (TRIOLA, 2007).

No caso desta dissertação consideramos que a decisão de treinar ou deixar de treinar diferentes grupos de gerentes, como ficará evidente no Passo 8, está longe de ser um caso em que as conseqüências envolvem risco de vida ou prejuízos consideráveis. Optamos, portanto, por um valor de α de 0,10.

Passo 9: Analisar resultados

Depois de ouvir a equipe de auditores, a WITCS decidiu que, naquele momento, não seria necessário prover nenhum treinamento de gerenciamento de risco para aqueles que obtiveram a mediana do nível de eficiência relativa de pelo menos 60%. Além disso, para os gerentes de projeto que estejam abaixo da eficiência de 30% seria avaliado pela gerência se o mesmo deveria ou não ser mantido na empresa.

Os gerentes de projetos que mantiveram ou ultrapassaram a marca de 60%, devem continuar executando suas atividades como já o fazem. Os gerentes de projeto M_9 , M_2 , M_7 , M_1 , M_{10} , M_4 e M_{11} se encontram nesta categoria. E

Os gerentes de projetos que falharam em alcançar a marca de 60% foram M_5 , M_{14} , M_3 , M_{13} , M_6 , M_8 e M_{12} .

Nenhum gerente foi enquadrado abaixo de 30% de eficiência relativa.

Todas essas afirmativas são suportadas pelo teste não paramétrico de sinais de Arbuthnot com afirmações sobre a mediana de uma única população com 90% de grau de confiança.

Passo 10: Tomar ações

Baseado na informação apresentada na Tabela 3.8 é possível que WITCS decida renovar parcialmente o time de gerentes de projetos da América do Sul, fornecer treinamento aos gerentes de projetos nas áreas em que foram considerados ineficientes ou alterar o processo interno de gerenciamento de risco. Racionalmente, essa decisão depende do custo do treinamento teórico e prático a que os gerentes de projeto deveriam ser submetidos para alcançarem um nível aceitável de performance de gerenciamento de risco, e o custo de oportunidade, que reflete o custo de manter um profissional empregado até que ele esteja pronto para executar suas tarefas com competência.

Por outro lado, é improvável que gerentes de projetos tenham deficiências em todas as dimensões de gerenciamento de risco. É mais frequente o caso de haver uma ou duas áreas onde eles tendem a ser deficientes (EL-SABAA, 2001). Nessas circunstâncias, para aqueles que forem mantidos na empresa, os *slacks* fornecidos pelo DEA-solver podem ser usados para indicar em que dimensões de risco os gerentes de projetos precisam melhorar sua performance com mais intensidade. A Tabela 3.9 mostra a mediana dos *slacks* atribuídos aos gerentes de projetos por dimensão de risco.

Tabela 3.9: Medianas ($\tilde{x}$) dos *slacks* de entrada dos projetos executados pelos gerentes de projetos.

Id	Slack (Mediana)					
	$s_{RD_1}^+$	$s_{RD_2}^+$	$s_{RD_3}^+$	$s_{RD_4}^+$	$s_{RD_5}^+$	$s_{RD_6}^+$
M ₉	0.7	1.3	0.4	0.2	0.5	0.6
M ₂	0.8	0.4	2.1	0.3	2.3	0.7
M ₇	1.7	2.3	0.2	0.7	2.5	0.9
M ₁	1.5	2.7	0.8	2.6	0.8	1.0
M ₁₀	3.6	2.4	0.8	0.9	0.7	1.3
M ₄	2.6	2.7	1.9	3.9	1.7	1.4
M ₁₁	1.8	2.8	1.9	3.0	1.5	2.7
M ₅	3.6	4.7	1.3	2.3	3.2	1.9
M ₁₄	3.8	4.5	2.3	2.5	3.5	1.4
M ₃	3.7	3.4	4.8	3.7	1.6	1.4
M ₁₃	4.1	0.3	4.8	4.4	3.6	4.5
M ₆	4.4	5.3	3.5	5.3	0.7	3.0
M ₈	5.3	3.5	4.2	1.2	5.9	3.4
M ₁₂	4.8	1.1	5.1	4.3	4.0	6.3

Por exemplo, $s_{RD_6}^+$ exibe a maior mediana entre todos os *slacks* do gerente de projeto M_{12} , indicando que o gerenciamento de risco relacionados à requisitos é a área em que a habilidade do gerente de projeto M_{12} necessita melhorar com maior intensidade. Em adição, $s_{RD_3}^+$ exibe o segundo maior valor entre a mediana de todos os *slacks* de M_{12} , portanto o gerenciamento de risco relacionados ao envolvimento do usuário é outra importante área na qual a habilidade de M_{12} necessita melhorar, e assim por diante.

Neste caso optou-se por se utilizar a mediana ao invés da média já que ela é menos sensível a variações nos dados, refletindo, portanto, de uma forma mais equilibrada às áreas onde o gerente precisa reforçar os seus conhecimentos e habilidades. Note que mesmo pequenas variações nos dados tendem a afetar a média, enquanto o mesmo já não acontece com a mediana (TRIOLA, 2007).

Como a distribuição dos *slacks* é desconhecida, a significância destas afirmações foram submetidas ao teste não paramétrico de sinais de Arbuthnot com afirmações sobre a mediana de uma única população com 90% de grau de confiança (TRIOLA, 2007; ISRAEL, 2009).

Para facilitar a identificação das áreas de gerenciamento de risco nas quais os gerentes são deficientes, a WITCS estabeleceu um limiar de 60% na escala de intervalos de 6 pontos nos quais os *slack* assumem valores, isto é, de 1 a 7. Portanto, de acordo com a política estabelecida pela WITCS, os gerentes de projeto que tiveram performance deficiente são aqueles cuja mediana de *slacks* dos projetos que eles executaram foi maior ou igual a $3.4 = 7 - \frac{60}{100} \times (7 - 1)$.

Nessas circunstâncias, por exemplo, o gerente de projeto M_{12} foi solicitado a melhorar o desenvolvimento de suas habilidades de gerenciamento de risco nas seguintes dimensões: Equipe, Requisitos, Planejamento e Controle, Envolvimento do Usuário e Complexidade do Sistema. Estes cálculos foram suportados pelo teste não paramétrico de sinais com afirmações sobre a mediana de Arbuthnot de uma única população com 90% de grau confiança.

4 ESTUDO DE CASO

Esse capítulo apresenta um estudo de caso da aplicação do método proposto nesta dissertação utilizando dados coletados junto a uma empresa mundialmente conhecida. O objetivo do estudo de caso foi realizar uma observação de como o método se comportaria no mundo real e realizar adaptações do método proposto no capítulo anterior de acordo com as necessidades apresentadas.

4.1 Execução do estudo de caso

Passo 1: Selecionar avaliados

Considere uma empresa brasileira de óleo e gás que fabrica e vende produtos mundialmente. A fim de facilitar a discussão, neste trabalho, esta empresa será tratada como Brazil Oil & Gas (BOG)¹.

Nos últimos dois anos, a BOG tem sofrido com a insatisfação dos clientes em relação aos projetos de TI que executa. A origem dessa insatisfação engloba, entre outros:

- entrega dos projetos fora do prazo,
- aumento do custo inicialmente acordado,
- falha em implementar requisitos conforme previamente estabelecido.

¹O nome verdadeiro da empresa objeto deste estudo de caso é omitido nesta dissertação a pedido da própria empresa.

Por este motivo, o escritório de projetos da empresa optou por realizar uma auditoria em todos os projetos de TI executados neste período, visando descobrir os problemas que estão ocorrendo e melhorar os indicadores de performance dos projetos futuros. O método selecionado para realizar esta auditoria foi o método apresentado no Capítulo 3.

O setor inicialmente selecionado para execução do método foi o setor de TI que atende as necessidades dos usuários dos setores de propaganda e comercialização (PC), automatizando as funções de vendas de produtos, controle financeiro e disponibilização de informações para tomada de decisões. O setor de TI da BOG está organizado em quatro áreas de atividades, conforme explicado a seguir:

- *Área de Análise (AN)* - responsável por captura de requisitos, planejamento e execução de testes funcionais, especificações funcionais e gestão das atividades de projeto;
- *Área de Desenvolvimento (DES)* - responsável pela codificação e testes unitários e coordenação dos problemas técnicos do projeto;
- *Área de Banco de Dados (BD)* - responsável pelas atividades referentes ao projeto, criação e manutenção de banco de dados; e
- *Escritório de Projetos (EP)* - responsável por garantir que as metodologias de gerenciamento de projetos utilizadas na empresa estão sendo aplicadas corretamente, bem como controle do andamento dos projetos.

As atividades realizadas por cada profissional deste setor são apresentadas na Tabela 4.1.

Na Figura 4.1 é apresentado o diagrama de fluxo das atividades realizadas, sendo a gestão realizada do início ao fim das tarefas. Note que na BOG o analista de negócios atua no início e no final do projeto e o analista programador realiza duas etapas intermediárias.

Tabela 4.1: Responsabilidades de profissionais da BOG

Área/ Setor	Id	Profissional	Responsabilidade
AN	GP	Gerente de projeto	Planejamento, controle de custo, prazo, qualidade, atividades, entre outros.
	AN	Analista de Negócios	Requisitos, protótipos, especificações funcionais e testes funcionais junto ao usuário
DES	AP	Analista Programador	Especificações técnicas, codificação, integração e teste unitário
	CT	Coordenador técnico	Coordenação do setor de desenvolvimento
BD	AB	Analista de Banco de Dados (DBA e AD)	Análise de dados, modelo de dados e design do banco de dados
PC	US	Usuário	Homologação e uso do sistema
EP	EP	Auditor de projetos	Auditoria dos projetos, controlando escopo, o tempo e prazo

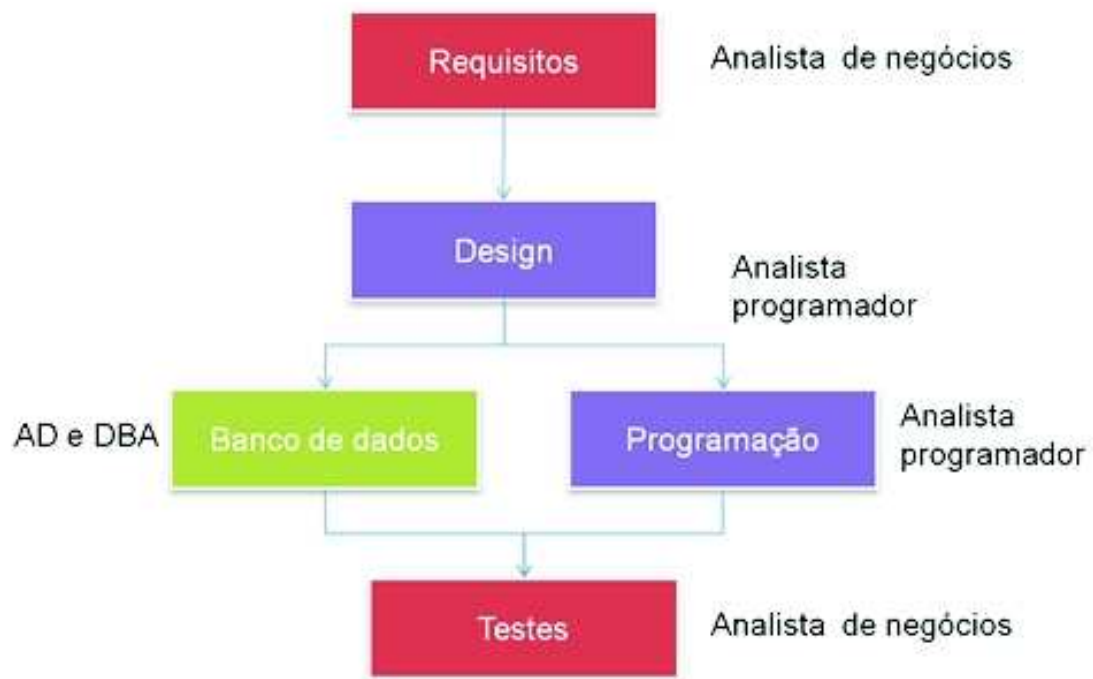


Figura 4.1: Fluxo de atividades realizadas no setor de TI

A BOG selecionou para o período de auditoria os anos de 2008 e 2009. Nesse período, 20 gerentes executaram projetos no setor selecionado, totalizando 143 projetos. Contudo, devido a falta de apoio gerencial para execução da pesquisa, apenas 54 projetos obtiveram respostas completas para aplicação do método.

A Tabela 4.2 apresenta o número de projetos executados por cada gerente nos últimos dois anos.

Tabela 4.2: Número de projetos executados por cada gerente de projetos na BOG

Gerente de projetos	# de Projetos
G1	3
G2	1
G3	5
G4	2
G5	2
G6	2
G7	3
G8	2
G9	1
G10	2
G11	10
G12	14
G13	6
G14	1

Passo 2: Definir respondentes

Já que todas as áreas do setor de TI interagem com um mesmo projeto, a percepção e controle de riscos em cada área influencia o resultado final. Em consequência, o escritório de projetos viu por bem solicitar que profissionais de todas as áreas de atividades participassem do preenchimento do questionário.

Contudo, como nem todos os profissionais possuem o mesmo grau de envolvimento com as diversas questões apresentadas no questionário, optou-se por distribuir as questões entre aqueles que estão mais diretamente envolvidos com cada uma delas.

A Tabela 4.3 relaciona cada questão com os profissionais que foram designados para respondê-las. O identificador (Id) de cada profissional está descrito na Tabela

4.1. O identificador (Id) de cada fator de risco e o modelo dos questionários aplicados encontra-se no ANEXO e Apêndice, respectivamente.

Tabela 4.3: Perguntas a serem aplicadas para cada profissional

Fator de risco (Id)	Profissional (Id)	Fator de risco (Id)	Profissional (Id)
RF1	AN, AP, AB	RF23	AN, AP, AB
RF2	AN, AP, AB	RF24	GP
RF3	AN, AP, AB	RF25	AN, AP, AB
RF4	AN, AP, AB	RF26	AN, AP, AB
RF5	AN, AP, AB	RF27	AN, AP, AB
RF6	AN, AP, AB	RF28	AN, AP, AB
RF7	AN, AP, AB	RF29	AN, AP, AB
RF8	GP	RF30	AN, AP, AB
RF9	GP	RF31	AN
RF10	GP	RF32	AN
RF11	GP	RF33	AN
RF12	GP	RF34	AN
RF13	GP	RF35	AN
RF14	AN, AP, AB	RF36	AN
RF15	AS	RF37	AP, AB
RF16	GP	RF38	AP, AB
RF17	AN, AP, AB	RF39	AP, AB
RF18	AN	RF40	GP
RF19	AN, AP, AB	RF41	AP, AB
RF20	AN, AP, AB	RF42	AP, AB
RF21	AN, AP, AB	RF43	AP, AB
RF22	AN, AP, AB	RF44	AP, AB

Já a segunda parte do questionário de Wallace *et al.* (WALLACE; KEIL; RAI, 2004) é utilizada para medir o sucesso do projeto, através do ponto de vista do usuário, dos técnicos, do custo e da qualidade. Por este motivo, os profissionais que responderam estas questões foram o usuário, o coordenador técnico e o escritório de projeto respectivamente.

A Tabela 4.4 mostra o profissional responsável por cada resposta do segundo questionário. A descrição referente ao identificador de cada profissional pode ser consultada na Tabela 4.1 e a descrição do identificador de cada fator de performance do projeto encontra-se descrita no ANEXO desta dissertação.

Passo 3: Coletar dados

Na BOG, como algumas questões apresentadas no questionário contaram com a participação de profissionais de diferentes áreas, que não puderam participar das mesmas reuniões, optou-se por considerar a média das notas de cada grupo. Por exemplo, o fator de risco RF1 foi avaliado por analistas de negócios, analistas programadores e analistas de banco de dados (ver Tabela 4.3). A nota final atribuída a este item em um determinado projeto é opinião média destes grupos de profissionais. Portanto, se os analistas de negócio (AN) tivessem atribuído nota 3 a este fator de risco, os analistas programadores (AP) nota 4 e os analistas de banco de dados (AB) 3, a avaliação final do fator de risco seria

$$\frac{NotaAN + NotaAP + NotaAB}{NumeroNotas} = \frac{3 + 4 + 3}{3} = 3,3$$

Como o cálculo da média simples envolve a totalidade dos valores disponíveis, optamos por utilizar esta medida de tendência central para que todos os grupos se sentissem participantes do processo de avaliação em situação de igualdade (TRIOLA, 2007). As respostas consolidadas e ajustadas estão apresentadas na Tabela 4.5

A Tabela 4.5 mostra as respostas obtidas na pesquisa realizada na BOG.

Note que o custo e prazo do projeto, embora sejam valores quantitativos são tratados no formulário de Wallace *et al.* (WALLACE; KEIL; RAI, 2004) como qualitativos. Na BOG o escritório de projetos aceita que os projetos estejam no limite de 20% a mais ou a menos do que o valor estimado de prazo e custo dos

Tabela 4.4: Respondentes da segunda parte do questionário

Fator de Performance (Id)	Profissional (Id)
PPF1	CT
PPF2	CT
PPF3	US, GP
PPF4	US
PPF5	US
PPF6	US
PPF7	US
PPF8	EP
PPF9	EP

projetos. Dessa forma, foi atribuído nota 7 quando o projeto alcançou exatamente o valor estimado, a nota 6 quando o projeto ficou no limiar de até $\pm 20\%$ da estimativa realizada, a nota 5 foi atribuída entre $\pm 21\%$ a $\pm 35\%$, a nota 4 para $\pm 36\%$ a $\pm 50\%$, a nota 3 para $\pm 51\%$ a $\pm 65\%$, a nota 2 para $\pm 66\%$ a $\pm 80\%$ e a nota 1 para $\pm 81\%$ a $\pm 100\%$ ou superior.

Passo 4: Ajustar modelo

A BOG decidiu que todas as dimensões de risco e performance teriam o mesmo peso durante sua auditoria.

Passo 5: Selecionar DEA

Para auditar os projetos do seu setor, o escritório de projetos da BOG selecionou como DEA Solver uma ferramenta desenvolvida por William Cooper (COOPER; SEIFORD; TONE, 2005) da Columbia Business School, Universidade de Columbia, nos Estados Unidos. O modelo utilizado foi o CCR, que é um dos modelos mais comumente usados de DEA (COOPER; SEIFORD; TONE, 2005).

Tabela 4.5: Resposta da pesquisa na BOG.

Projeto	Gerente	Fator de Risco				Fator de Performance			
		RF ₁	RF ₂	...	RF ₄₄	PPF ₁	PPF ₂	...	PPF ₉
P ₁	G ₁	1	3	...	2	6	6	...	6
P ₂	G ₁	1	3	...	2	6	6	...	5
P ₃	G ₁	1	1	...	1	7	4	...	3
P ₄	G ₂	1	1	...	4	7	5	...	6
P ₅	G ₃	1	1	...	2	6	5	...	5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
P ₅₀	G ₁₃	1	2	...	2	4	4	...	7
P ₅₁	G ₁₃	1,5	2	...	1	5	2	...	7
P ₅₂	G ₁₃	1	1	...	1	4	4	...	7
P ₅₃	G ₁₃	2,5	1	...	1	5	4	...	4
P ₅₄	G ₁₄	1	3	...	2	6	6	...	7

Passo 6: Preparar dados para análise

Antes que os dados coletados junto a equipe de projeto fossem submetidos ao DEA-Solver, eles precisam ser colocados na mesma escala dos dados dos indicadores de performance do projeto, que correspondem a segunda parte do questionário de Wallace *et al.* (WALLACE; KEIL; RAI, 2004) subtraindo-se de 8 a resposta fornecida. Dessa forma a nota 7 indica uma influência pequena de um determinado fator de risco, o que é positivo para o projeto, e um excelente desempenho do ponto de vista do usuário.

Além disso, seguindo as idéias de Wallace *et al.* (WALLACE; KEIL; RAI, 2004), antes de submeter os dados ao DEA-Solver, obteve-se a média das notas agrupadas em dimensões, já que não faria sentido realizar a avaliação do DEA diretamente sobre os fatores de risco propostos, pois cada dimensão congrega um número diferente destes fatores, que versam, na verdade, sobre o mesmo assunto. A Tabela 4.6 mostra os dados que foram usados para obter a eficiência relativa dos projetos.

Tabela 4.6: Média das respostas dos projetos avaliados agrupada por dimensão

Proj	GP	RD1	RD2	RD3	RD4	...	PD1	PD2	PD3	PD4
P1	G1	6,6	6,0	5,9	5,9	...	5,7	7,0	5,0	6,0
P2	G1	6,6	6,0	5,9	5,9	...	5,7	7,0	6,0	5,0
P3	G1	7,0	6,7	7,0	7,0	...	6,0	6,0	6,0	3,0
P4	G2	7,0	6,7	6,3	6,3	...	6,3	7,0	6,0	6,0
P5	G3	6,9	6,8	6,6	6,6	...	6,0	5,0	5,0	5,0
P6	G3	6,9	6,8	6,4	6,6	...	6,7	6,5	7,0	7,0
P7	G3	6,5	7,0	6,8	6,6	...	6,7	7,0	7,0	7,0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
P48	G13	6,3	4,3	5,8	6,4	...	6,3	3,5	6,0	6,0
P49	G13	4,9	4,3	5,9	5,8	...	6,3	3,5	6,0	6,0
P50	G13	6,3	5,3	5,9	6,1	...	3,3	1,0	6,0	7,0
P51	G13	4,1	3,5	6,1	5,4	...	4,3	2,3	5,0	7,0
P52	G13	6,9	5,7	6,8	6,9	...	4,7	3,5	7,0	7,0
P53	G13	6,5	7,0	4,3	5,8	...	4,3	1,8	2,0	4,0
P54	G14	6,6	6,0	5,9	5,9	...	5,7	7,0	6,0	7,0

Passo 7: Executar o DEA

No contexto deste estudo de caso foram considerados como *inputs* as dimensões

de risco e como *outputs* as dimensões de performance definidas no questionário de Wallace *et al.* (WALLACE; KEIL; RAI, 2004). Ver ANEXO.

A Tabela 4.7 mostra os resultados gerados pelo DEA-Solver ao avaliar os projetos dos gerentes em conjunto. Pode-se notar que existe além da informação da eficiência relativa, o *rank* em que o projeto se enquadrou em relação ao mais eficiente e o valor dos *slacks* que precisam ser melhorados em cada dimensão de risco para mover o projeto para a fronteira de eficiência. Observe que só foram listados os *slacks* de entrada, já que não se espera que os gerentes de projeto possam influenciar diretamente as variáveis de performance do projeto.

Tabela 4.7: Eficiência relativa dos projetos avaliados

Projeto	Gerente	Eficiência Relativa	Rank	$s_{RD_1}^+$	$s_{RD_2}^+$	$s_{RD_3}^+$	$s_{RD_4}^+$	$s_{RD_5}^+$	$s_{RD_6}^+$
P1	G1	100%	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P2	G1	100%	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P3	G1	87%	54	0,00	0,00	0,30	0,50	0,10	0,00
P4	G2	98%	42	0,28	1,01	0,00	0,21	0,00	0,00
P5	G3	90%	51	0,20	0,30	0,20	0,50	0,00	0,00
P6	G3	100%	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P7	G3	100%	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
P48	G13	100%	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P49	G13	100%	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P50	G13	94%	49	1,20	0,70	0,00	0,40	1,20	0,00
P51	G13	100%	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P52	G13	98%	41	1,00	0,00	1,50	1,40	0,60	0,00
P53	G13	87%	53	1,60	2,20	0,00	0,90	0,00	0,60
P54	G14	100%	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Passo 8: Identificar a eficiência relativa dos gerentes de projetos

Para avaliar quem foi o gerente de projeto mais eficiente, obteve-se a mediana da eficiência de cada gerente para todos os projetos que ele executou. A Tabela 4.8 mostra os gerentes de projeto da BOG ordenados pela mediana da eficiência relativa dos projetos que executaram. A BOG optou por não avaliar os gerentes que executaram apenas 1 projeto. Por este motivo, os gerentes G2, G9 e G14 não foram avaliados.

Como cada gerente de projetos executou um número diferente de projetos (veja a Tabela 4.8), a busca pelo gerente mais eficiente (ou gerentes mais eficientes) foi baseada na comparação da mediana entre todos os pares possíveis de gerentes utilizando o teste não paramétrico de medianas de Fisher (Fisher Exact Test) unilateral com 90% de grau de confiança (ISRAEL, 2009).

De acordo com o resultado do teste de Fisher, não há evidência suficiente para garantir que as medianas de nenhum dos pares de gerentes de projeto da BOG sejam diferentes. Em consequência, estatisticamente, todos os gerentes obtiveram o mesmo grau de performance, isto é 100%.

Passo 9: Analisar resultado

A BOG estabeleceu como limite de eficiência relativa mínima o valor de 70%. Os gerentes de projeto que alcançaram ou ultrapassaram essa marca devem continuar efetuando suas atividades da mesma forma que já o fazem. Já os gerentes de projeto que ficaram abaixo da marca de 70% devem ser submetidos a treinamentos. Contudo, conforme pode ser visto na Tabela 4.8 todos os gerentes de projeto da BOG conseguiram superar a eficiência relativa mínima estabelecida pela empresa.

A significância destas afirmações foi comprovada por um teste não paramétrico de sinais de Arbuthnot com afirmações sobre a mediana de uma única população com 90% de grau de confiança (TRIOLA, 2007).

Tabela 4.8: Mediana da eficiência relativa dos gerentes de projetos

Gerente	Mediana	Nº Projetos
G7	100%	3
G12	100%	14
G1	100%	3
G10	100%	2
G3	100%	5
G13	99%	6
G11	99%	10
G8	98%	2
G5	97%	2
G6	97%	2
G4	94%	2

Passo 10: Tomar ações

De acordo com o passo anterior, não será necessário, nesse momento, que a BOG tome nenhuma ação relativa aos seus gerentes de projeto. Contudo, é importante repetir esta auditoria periodicamente de forma a assegurar que seus gerentes de projeto estejam executando eficientemente o gerenciamento de riscos dos projetos que gerenciam.

Na sessão seguinte serão discutidas informações sobre essa pesquisa.

4.2 Discussão sobre o método

Por que os resultados da aplicação do método proposto nesta dissertação na BOG foram tímidos?

Inicialmente a gerência executiva da BOG havia se comprometido pessoalmente a apoiar a aplicação do método proposto nesta dissertação a todos os projetos executados nos últimos 2 anos em um determinado setor da empresa. Entretanto, no decorrer do tempo, esse compromisso se revelou mais flexível do que havíamos antecipado, sendo que a tarefa de apoiar o projeto foi repassada para a gerência setorial, que não teve a firmeza necessária para garantir que todos os projetos seriam analisados.

Em consequência, a despeito de nossos apelos, apenas cerca de $\frac{1}{3}$ (um terço) dos projetos executados pela BOG no setor de TI para propaganda e comercialização foram efetivamente analisados. Caso todos os projetos tivessem sido examinados é possível que os resultados fossem mais contundentes.

Além disso, durante o processo de entrevistas notamos que no setor de TI para propaganda e comercialização existe a tendência que o mesmo gerente de projetos

atenda as necessidades do mesmo grupo de usuário repetidas vezes, fazendo com que sejam vistos mais como colegas de trabalho do que como prestadores de serviço que podem ser dispensados a qualquer momento.

Uma troca frequente entre o grupo de gerentes e os grupos de usuário poderia favorecer uma avaliação mais isenta dos serviços prestados por cada gerente.

Outro ponto importante é que a BOG é uma empresa de capital misto, que apresenta uma cultura de empregabilidade pública, o que influenciou as respostas da pesquisa, já que os usuários respondentes são pessoas concursadas e que algumas vezes não executam suas atividades com a melhor eficiência possível, já que a probabilidade de demissão é muito baixa.

O que foi observado durante a execução do estudo de caso na BOG?

Durante o estudo de caso foi identificado que o método proposto nessa dissertação é de grande importância para que as organizações e seus escritórios de projetos consigam controlar melhor a qualidade dos projetos que executam. Além disso, a projeção do avanço dos gerentes de projeto através de uma fronteira de eficiência foi uma boa técnica adotada para melhorar o entendimento dos gerentes em relação as melhorias que precisavam ser realizadas.

Já durante a definição do portfólio de projetos a serem avaliados na BOG notou-se que nem todos os membros da equipe conseguiriam responder as mesmas perguntas do formulário de Wallace *et al.* (WALLACE; KEIL; RAI, 2004) no caso de empresas que possuem equipes de desenvolvimento de sistemas separadas em diversas áreas, ou modelo de fábrica de *software*, como por exemplo: área de implementação, área de análise de requisitos, área de testes, etc. Como solução para teste problema, identificamos a necessidade de dividir as questões do formulário para serem respondidas por equipes distintas, conforme demonstrado no passo 2.

Além disso, durante o preenchimento da pesquisa foi identificado que como o formulário baseia-se na percepção dos respondentes, dentro da mesma equipe pode

existir pequenas divergências sobre as respostas adotadas. Para corrigir esse problema, durante a execução dessa pesquisa adotamos a estratégia de reunir os membros da equipe para responderem juntos o formulário, e nos casos em que uma única resposta não pode ser identificada, obtivemos a média ponderada das respostas colhidas, conforme passo 5.

Já no momento de considerar as ações a serem tomadas na BOG, identificamos que embora os projetos da BOG estejam sofrendo atraso de prazo estimado para entrega, aumento do custo e entregas sem a qualidade esperada, nenhum gerente de projeto foi considerado ineficiente em relação ao melhor gerente de projetos da BOG. Isso prova que os gerentes de projeto encontram-se nivelados em relação ao nível de eficiência de gerenciamento de risco, contudo o mesmo não significa que todos já alcançaram o máximo de eficiência possível. No capítulo 5, sessão 5.4 serão apresentadas algumas idéias sobre como melhorar esse método. Baseado nas indicações apresentadas, é possível que o processo de gerenciamento de riscos não esteja sendo bem aplicado na BOG e o escritório de projetos precise rever estas atividades.

Outro fator que pôde-se notar é que existe dificuldade de implantação do método em caso de falta de apoio gerencial. Além disso, nas empresas com estrutura de equipes de desenvolvimento de sistemas geograficamente separadas pode existir maior conflito entre os membros da equipe, e concorrência entre as mesmas, refletindo em respostas não verídicas sobre o trabalho efetuado.

5 DISCUSSÃO

No início deste trabalho nos comprometemos a apresentar um método que permitisse avaliar a eficiência com a qual os gerentes de projeto de *software* gerenciam os riscos dos projetos sob sua responsabilidade.

A seguir apresentamos as respostas para algumas questões chaves sobre as implicações que os resultados providos pelos método traz tanto para o gerenciamento de projeto como para o desenvolvimento de estratégias de negócio.

5.1 Como as organizações se beneficiam do método proposto neste trabalho?

Nestas últimas décadas tivemos a oportunidade de testemunhar na indústria de equipamentos de computação um fenômeno ao mesmo tempo raro e surpreendente, isto é a queda significativa dos preços dos computadores e periféricos e um aumento espantoso da capacidade de processamento e armazenamento de informações dessas máquinas.

Nos anos 60, quando os primeiros computadores foram disponibilizados para comercialização, somente o governos e as grandes organizações tinham recursos suficientes para adquirir esses equipamentos (BLACKETT, 2007). Menos de meio século depois um cidadão comum é capaz de adquirir por algumas centenas de dólares americanos um computador que é capaz de processar bilhões de instruções por segundo e armazenar centenas de gigabytes de informação.

Todos esses fatores, somado ao advento da Internet no final dos anos 70 e do

comércio eletrônico nos anos 80, favoreceu o uso de equipamentos de computação por empresas de todo tipo e tamanho em todas as funções de negócio, fazendo com que a necessidade de desenvolvimento de *software* e sistemas de informação aumentasse consideravelmente (EFRAIM TURBAN; WETHERBE, 2001).

Hoje em dia, em muitas indústrias, os gastos com a compra de equipamentos, software e o desenvolvimento de sistemas é o item mais significativo tanto no capital para investimento quanto na relação de despesas correntes. Na verdade muitas empresas passaram a ter a sua estratégia de negócio dependente do desenvolvimento de software, especialmente na indústria de serviços (MEIR, 2010).

Entretanto, a despeito de toda a evolução que a engenharia de software sofreu nestas últimas décadas, projetos de software ainda apresentam uma taxa de falha surpreendentemente alta. De acordo com o Standish Report, mais de 70% dos projetos de software executados no mundo falham em alcançar seus objetivos (MASTICOLA, 2007). De acordo como Mulcahy uma parte significativa da responsabilidade por essas falhas advém da forma como os riscos são gerenciados em projetos de software (MULCAHY, 2009).

O método proposto nesta dissertação permite que as organizações identifiquem a eficiência com que estes riscos estão sendo gerenciados, tome ações corretivas e profiláticas quando necessárias, e monitore sistematicamente a eficiência na gestão de risco de seus gerentes de projetos de software. Dessa forma, as empresas podem manter em suas folhas de pagamento apenas os profissionais que consideram eficientes, capacitar aqueles que considere um benefício ou exigir capacitação quando necessário. Tudo isso pode favorecer a redução de custos com o desenvolvimento de sistemas, permitindo que esse valor seja investido em outras atividades ou aumentando o lucro dos investidores, bem como gerar aumento da competitividade e maior comprometimento com clientes através de maior probabilidade do cumprimento dos contratos acordados.

5.2 Como os gerentes de projetos se beneficiam do método proposto neste trabalho?

A despeito dos mecanismos de certificação em gerência de projetos que são propiciados pelo mercado e da oferta de cursos que são oferecidos nesta área, a dura realidade é que a maioria dos gerentes de projetos de TI em atividade no país acaba aprendendo a gerir projetos através de um longo e custoso processo de tentativas e erros.

Isso ocorre principalmente porque os mecanismos de certificação são falhos, não são específicos para a área de TI e a avassaladora maioria dos cursos de gerenciamento de projetos propicia um ganho de conhecimento que é suficiente somente para o gerenciamento de projetos de baixa complexidade, isto é, pequenos e sujeito a poucas incertezas.

Por exemplo, uma busca no Google ou em outros mecanismos de busca qualquer, revela, inevitavelmente, que praticamente nenhum dos cursos de formação de gerentes de projetos que são oferecidos no mercado contempla uma parte prática ou mesmo um estágio do tipo *hands-on* (mão na massa). Portanto, o que se aprende nesses cursos é somente a teoria. Por outro lado, os mecanismos de certificação, em sua grande maioria, atribuem um peso significativo ao conhecimento teórico e uma importância mínima a experiência prática.

Em conseqüência, a necessidade por gerentes de projetos eficazes e eficientes dificilmente encontra contrapartida no mercado de trabalho, especialmente nos projetos que apresentam alguma complexidade.

O método proposto nesta dissertação pode ajudar os gerentes de projetos de TI a identificarem as áreas em que seus conhecimentos precisam ser aperfeiçoados, favorecendo com isso o aumento da eficiência e eficácia do seu trabalho.

Como a remuneração destes profissionais tende a ser proporcional ao valor que eles trazem para suas organizações, quanto mais eficiente e eficaz for um gerente maiores são as chances dos projetos sob sua responsabilidade terminarem dentro do

prazo, de acordo com o orçamento e requisitos que deveria satisfazer.

Tudo isso tende a refletir positivamente sobre a redução de custo e aumento do faturamento das organizações, ao mesmo tempo em que reduz as perdas de oportunidades. Em consequência, o trabalho do gerente de projetos tende a se valorizar com reflexos positivos na sua remuneração.

5.3 Como a comunidade científica se beneficia do método proposto neste trabalho?

O método proposto nessa dissertação gera um novo instrumento para avaliação de eficiência dos gerentes de projeto nas atividades de gerenciamento de risco, bem como auxilia na análise do conjunto de ações que podem ser tomadas para melhorar a capacitação desses gerentes. Essas atividades podem ser aproveitadas pela comunidade científica pois atualmente existem poucas publicações nessa área. Além disso, o método proposto é totalmente baseado em análise qualitativa e gera um espaço de pesquisa para criação de um método que utilize análise qualitativa associada à quantitativa.

5.4 Quais as premissas para o bom funcionamento desse método?

Como esse método consiste numa avaliação individual dos gerentes de projeto em relação à capacidade de efetuar eficientemente o gerenciamento de risco, é necessário ter apoio organizacional para garantir a participação de todos os envolvidos no prazo destinado a pesquisa, bem como demonstrar a importância de respostas verdadeiras aos questionários de performance do projeto e gerenciamento de risco. Também é importante que os gerentes da organização expliquem aos seus gerentes de projeto os benefícios da implantação do método para a empresa e para os próprios avaliados. Outro ponto importante é que o preenchimento do questionário de avaliação dos riscos deve ser feito logo após o término dos projetos, evitando assim que informações sobre a execução dos mesmos seja perdida. Já o questionário de avaliação

de performance pode ser feito após um período curto ou médio após a entrega do sistema, de forma que o usuário consiga avaliar o mesmo.

5.5 Onde o método pode apresentar resultados mais satisfatórios?

O método apresentado nessa dissertação pode apresentar melhores resultados em médias ou grandes empresas privadas de TI que desenvolvem sistemas para terceiros, pois nesse caso é de suma importância manter uma boa qualidade de gerenciamento de riscos para tentar garantir que os projetos sejam finalizados dentro dos termos acordados no contrato de aquisição, refletindo na tendência de maior apoio organizacional.

Para isso, a segunda parte do formulário de Wallace *et al.* (WALLACE; KEIL; RAI, 2004), que corresponde à avaliação da performance, deve ser respondida envolvendo os usuários da empresa contrante enquanto a primeira parte do formulário, que corresponde à avaliação dos riscos, deve ser respondida pela equipe da empresa contratada que trabalhou no projeto.

O resultado não precisa ser levado à empresa contrante, sendo essa decisão uma estratégia empresarial.

5.6 Onde o método pode apresentar resultados não satisfatórios?

O método tende a ter resultados não satisfatórios em empresas que tem alta rotatividade de profissionais, pois este fato pode afetar o recolhimento das respostas dos questionários por falta dos profissionais que participaram do projeto e dificultar a definição do portfólio de projetos a serem avaliados pelo fato de parte dos gerentes de projeto que executaram os projetos no período definido pelo portfólio estarem ausentes da empresa.

Além disso, resultados não satisfatórios também podem ser encontrados em em-

presas com cultura organizacional pública, onde os funcionários não costumam ser demitidos, reduzindo o impacto da avaliação, ou ainda onde existe uma grande amizade entre os usuários dos sistemas e a equipe de desenvolvimento do sistema que atende o mesmo, pois os usuários podem não responder com qualidade profissional o questionário de performance do projeto.

Empresas que executam poucos projetos por ano também podem não obter resultados satisfatórios, pois teriam que esperar um período mais longo para realizar a avaliação e nesse período os envolvidos com o projeto podem não estar mais na empresa, ou as falhas dos gerentes de projeto avaliados podem não mais refletir a realidade, pois os mesmos já podem ter trabalhado os aspectos deficientes.

5.7 Como o método poderia ser melhorado?

Em seu livro "The Perfection Point" John Brenkus, produtor de inúmeros programas para a TV americana, apresenta uma nova perspectiva para os apreciadores dos esportes. Através de uma linha de raciocínio bem elaborada ele estima os limites possíveis de serem alcançados pelo ser humano em uma grande variedade de esportes, incluindo-se aqui a corrida, a natação e o levantamento de pesos (BRENKUS, 2010).

Por exemplo, de acordo com Brenkus, apesar do recorde mundial dos 100m rasos de 9,58s ter sido alcançado pelo jamaicano Usain Bolt no Campeonato Mundial de 2009, o ser humano deverá alcançar nas próximas décadas o limite absoluto de 8,99s. Portanto, ainda existe um longo caminho a ser percorrido tanto por Bolt quanto por seus seguidores.

Utilizando a mesma linha de raciocínio de Brenkus (*op. cit.*), podemos conceber a existência de um “super gerente de projetos”, que sempre obtém as melhores avaliações já atribuídas a um gerente de projetos da BOG nas diversas dimensões de performance, e as piores avaliações que já foram atribuídas, por dimensão de risco, a projetos que tenham sido executados pela empresa.

Note que o super gerente foi concebido levando-se em consideração avaliações que podem ser perfeitamente obtidas em cada dimensão de risco e performance

individualmente. A Tabela 5.1 apresenta a mediana da eficiência relativa de cada gerente da BOG em relação ao super gerente (SG).

Tabela 5.1: Mediana da eficiência dos gerentes de projetos da BOG em relação ao super gerente

Gerente de Projeto	Mediana
SG	100%
G12	32%
G7	22%
G4	21%
G13	20%
G6	18%
G5	17%
G10	17%
G1	17%
G8	16%
G3	16%
G11	16%

De acordo com as informações apresentadas na Tabela 5.1 pode-se observar que, na verdade, os gerentes de projeto da BOG estão muito longe de alcançar o máximo de eficiência possível no gerenciamento de risco. Essa afirmação foi comprovada pelo teste não paramétrico de medianas de Fisher (Fisher Exact Test) unilateral com 90% de grau de confiança (ISRAEL, 2009).

Neste caso, atividades de treinamento específicas, baseadas nas indicações providas pelos *slacks*, poderiam ser utilizadas para desenvolver sistematicamente as habilidades de cada gerente nas áreas que lhes são mais críticas de forma a aproximar, cada vez mais, a performance desses gerentes da performance do super gerente.

Outra melhoria que poderia ser realizada nesse método é associar análise quantitativa do custo e prazo realizados ao invés de utilizar apenas a análise qualitativa.

5.8 Por que foi usado o método DEA?

Em 1978, Charnes, Cooper and Rhodes (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978) criaram o método DEA a fim de medir a produtividade relativa de organizações similares, gerando um índice de desempenho para cada unidade avaliada. Este método foi escolhido para ser usado nessa dissertação pelas seguintes razões:

1. Trata-se de um método cuja eficácia foi amplamente comprovada tanto pela indústria quanto pelos meios acadêmicos. Uma busca no Google Scholar revela que a partir de 2004 foram publicados, nas mais diversas áreas do conhecimento, mais de 75.000 trabalhos científicos (artigos, estudos de caso, dissertações e teses) utilizando DEA como ferramenta de análise de performance;
2. O método DEA é especialmente útil quando o processo de produção de um conjunto de DMUs apresenta uma estrutura com múltiplos insumos e resultados, e a estrutura mais eficiente não pode ser determinada de forma realística em termos absolutos (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978; COOPER; SEIFORD; TONE, 2005), como é o caso do gerenciamento de risco de projetos;
3. O DEA é um método extremamente flexível já que não faz suposições sobre a distribuição das variáveis. Além disso, transformações nas entradas e saídas permite o uso de variáveis nominais, ordinais, intervalares e de escala de razão (MAHMOOD; PETTINGELL; SHASKEVICH, 1996; COOPER; SEIFORD; TONE, 2005; NOVA; ONUSIC, 2005);
4. Oferece suporte ao avaliador para diferenciar DMUs eficientes e ineficientes. Em adição, aponta as fontes de deficiência de cada DMU ineficiente e sugere como DMUs ineficientes podem ser transformadas em DMUs eficientes (MAHMOOD; PETTINGELL; SHASKEVICH, 1996; COOPER; SEIFORD; TONE, 2005; NOVA; ONUSIC, 2005);
5. Os resultados são mais facilmente compreendidos pelo avaliador já que o *score* de performance de uma DMU é um resultado sempre um valor entre 0 e 1 (ou seja entre 0% e 100%) e representa o grau de eficiência relativa obtida pela unidade sendo avaliada (COOPER; SEIFORD; TONE, 2005; NOVA; ONUSIC, 2005).

5.9 Por que foi usado o questionário de Linda Wallace *et. al.*?

Optou-se por utilizar o questionário elaborado por Linda Wallace *et. al.* (WALLACE; KEIL; RAI, 2004) pelas seguintes razões:

- *Adequabilidade do modelo* - O questionário de análise de risco proposto por Wallace *et. al.* foi especialmente desenvolvido para ser utilizado em projetos de TI;
- *Modernidade das idéias* - Na época em que esse trabalho de dissertação teve início a proposta de Wallace *et. al.* era a mais recente e incorporava e aperfeiçoava muitas das idéias de autores pioneiros tais como: Moynihan (MOYNIHAN, 1989, 1997), Karolak (KAROLAK, 1995), Heemstra e Kusters (HEEMSTRA; KUSTERS, 1996), Schmidt, Lyytinen, Keil and Cule (SCHMIDT *et al.*, 2001), and Vitharana (VITHARANA, 2003);
- *Método baseado em dados do mundo real*- Para obter os resultados apresentados no seu trabalho, Linda Wallace *et al.* elaborou um questionário baseado na escala de Likert ¹ contendo dezenas de afirmações (*statements*) sobre o estado corrente de um projeto de *software*.

Posteriormente este questionário foi utilizado para coletar dados de iniciativas de *software* em uma grande quantidade de organizações nos Estados Unidos e outros lugares do mundo;
- *Método baseado em sólido ferramental matemático* - Uma vez que os dados foram coletados Linda Wallace *et al.* utilizou a análise fatorial (*factor analysis*) para agrupar os fatores de risco em dimensões de risco, que foram relacionadas com indicadores de performance de projeto com o auxílio de técnicas análise de cluster. Veja (HAIR *et al.*, 2005) para uma discussão abrangente sobre análise fatorial e análise de cluster.

¹Concebida pelo psicólogo e pesquisador Americano Rensis Likert (1903–1981).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Conclusões

De acordo com DeMarco e Lister (DEMARCO; LISTER, 2003), quase nenhum projeto de TI é executado como o planejado. Note que esta afirmativa pode ser facilmente testada considerando os projetos de TI que são executados nas organizações.

Pergunte a si mesmo dos projetos que foram recentemente executados na sua empresa, quantos foram cancelados? Dos projetos que tiveram êxito em entregar alguma funcionalidade, quantos atrasaram? Dentre aqueles que foram entregues no prazo, quantos mantiveram seu cronograma reduzindo o escopo? Na melhor das hipóteses, algumas pessoas serão capazes de nomear poucos projetos que realmente finalizaram no tempo e com todas as funcionalidades que deveriam possuir.

O Standish Report estima que não mais que 28% de todos os projetos de TI executados nos Estados Unidos e em qualquer lugar do mundo podem ser considerados bem sucedidos (MASTICOLA, 2007).

No decorrer do tempo muitos autores passaram a defender a idéia de que o gerenciamento de risco realizado de forma incorreta foi o grande responsável pelo índice de baixo desempenho de sucesso dos projetos de TI (WALLACE; KEIL; RAI, 2004). Como resultado, uma grande quantidade de modelos de análise de risco foram propostos (MOYNIHAN, 1989; KAROLAK, 1995; HEEMSTRA; KUSTERS, 1996; SCHMIDT et al., 2001; WALLACE; KEIL; RAI, 2004).

Contudo, persiste o fato de que os gerentes de projeto não compartilham das

mesmas habilidades de gerenciamento de risco. Além disso, a forma como o risco é gerenciado nos projetos de TI varia consideravelmente (EL-SABAA, 2001).

Essa dissertação apresenta um método baseado na análise por envoltório de dados (uma técnica de otimização) e modelo de risco que permite às organizações não somente identificar os gerentes mais eficientes do ponto de vista do gerenciamento de risco, mas também identificar as áreas nas quais as habilidades de gerenciamento de risco de cada gerente devem ser melhoradas.

Tudo isto auxilia as empresas a estabelecer padrões de eficiência numa área crucial de gerenciamento de TI, onde praticamente nenhum padrão foi estabelecido, isto é como os riscos estão sendo gerenciados nos projetos de TI. Além disso, facilita identificar onde e quando novos investimentos na atividade de gerenciamento de risco são necessários.

Em decorrência, favorece a tomada de ações de correção de rumo com o objetivo de aumentar as chances de que projetos sejam entregues no prazo, dentro do orçamento e de acordo com os requisitos que eles devem satisfazer. Tudo isso favorece a redução de custo, o aumento da eficiência e o aproveitamento de oportunidades de negócio que de outra forma poderiam ser perdidas.

6.2 Trabalhos futuros

A construção de uma ferramenta que integrasse o questionário de Linda Wallace *et al.* (WALLACE; KEIL; RAI, 2004) com um ambiente DEA (COOPER; SEIFORD; TONE, 2005) certamente viria a facilitar e a popularizar o método proposto nesta dissertação.

Em adição, durante o decorrer da aplicação do questionário da Linda Wallace *et al.* na BOG notamos que muitas vezes os avaliadores ficavam em dúvida sobre a nota a ser atribuída a um determinado fator de risco ou performance. Nestas situações eles se viam forçados a discutir a questão com maior profundidade e a atribuir o valor mais provável à resposta.

Entretanto, é possível que este tipo de processo de avaliação introduza distorções

que poderiam ser evitadas se os avaliadores pudessem escolher uma faixa de valores para a avaliação de um fator de risco ou performance e não um valor único.

Neste caso, as diversas dimensões de risco e performance passariam a ser variáveis aleatórias, que poderiam assumir valores em uma determinada faixa, o método de Monte Carlo teria que ser utilizado para gerar cenários possíveis, e o DEA passaria a ser executado para cada um destes cenários. Em consequência, a eficiência relativa de cada unidade de tomada de decisão (DMU) passaria a ser uma variável aleatória, com sua função de distribuição de probabilidade correspondente.

Observe que as decisões a serem tomadas pela BOG envolveriam a comparação de funções de distribuição de probabilidade. Um assunto que apesar de complexo, não está livre de encontrar métodos adequados de soluções na matemática estatística. Veja (TAVEIRA; ALENCAR; SCHMITZ, 2010) para uma introdução a decisões tomadas a partir da comparação de funções de distribuição de probabilidade.

REFERÊNCIAS

ABRAN, A.; BOURQUE, P.; DUPUIS, R.; MOORE, J. W. (Ed.). **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge - SWEBOK**. Piscataway, NJ, USA: IEEE Press, 2001. 8-6p.

ALENCAR, A. J.; RODRIGUES, G. G.; SCHMITZ, E. A.; FERREIRA, A. L. Combining Decorated Classification Trees with RCPS Stochastic Models to Gain New Valuable Insights into Software Project Management. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING & KNOWLEDGE ENGINEERING (SEKE), 19., 2007, Boston, MA, USA. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2007. p.151–155.

ALENCAR, A. J.; SCHMITZ, E. A. **Análise de Risco em Gerência de Projetos**. Rio de Janeiro, Brasil: Brasport, 2006.

BACCARINI, D.; SALM, G.; LOVE, P. E. Management of Risks in Information Technology Projects. **Industrial Management & Data Systems**, UK, United Kingdom, v.104, n.4, p.286–295, 2004.

BASILI, V. R. **The role of experimentation in Software Engineering**: past, current and future. Berlin, Germany: IEEE Computer Society, 2005. 442-449p. (Foundations of Empirical Software Engineering: The Legacy of Victor R. Basili).

BEER, S. IT project failures up sharply according to US report. **ITWire**, Australia, November 26th 2004.

BLACKETT, P. **IEEE Annals of the History of Computing**. Washington, DC, EUA: IEEE Computer Society, 2007. v.29, n.3.

BREKUS, J. **The Perfection Point**: sport science predicts the fastest man, the highest jump, and the limits of athletic performance. New York, NY, USA: Harper, 2010.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v.2, n.6, p.429–444, 1978.

CHENA, T.; ZHANG, J.; LAIC, K.-K. An integrated real options evaluating model for information technology projects under multiple risks. **International Journal of Project Management**, Amsterdam, February 2009.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses**. New York, NY, USA: Springer, 2005.

DANIELS, C. B.; LAMARS-II, W. J. Complexity as a Cause of Failure in Information Technology Project Management. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS OF SYSTEMS ENGINEERING, 2007, San Antonio, Texas, USA. **Anais...** IEEE, 2007. p.1–7.

DANTAS-MAIA, T. O.; CASTRO, C.; OSTERMAYER, A. L.; MACÊDO, V. Soro-prevalência de tripanossomíase americana em adultos de uma área da Amazônia ocidental Brasileira. In: REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA TROPICAL, 2007, Uberaba, MG, Brasil. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2007. v.40, n.4.

DEMARCO, T. **Controlling software projects**: management measurement and estimation. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc., 1982. (Yourdon Computing Series).

DEMARCO, T.; LISTER, T. **Waltzing With Bears**: managing risk on software projects. New York, NY, USA: Dorset House, 2003.

DEY, P. K.; KINCH, J.; OGUNLANA, S. O. Managing risk in software development projects: a case study. **Industrial Management & Data Systems**, New York, NY, USA, v.107, n.2, p.284–303, 2007.

EFRAIM TURBAN, E. M.; WETHERBE, J. **Information Technology for Management-Making Connections for Strategic Advantage, Second Edition Update**. USA: John Wiley & Sons, 2001.

EL-SABAA, S. The skills and career path of an effective project manager. **International Journal of Project Management**, Amsterdam, v.19, n.1, p.1–7, January 2001.

FILHO, S. S. **Análise de Árvore de Falhas Considerando Incertezas na Definição dos Eventos Básicos**. 2006. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) — UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GEMINO, A.; REICH, B. H.; SAUER, C. A Temporal Model of Information Technology Project Performance. **Journal of Management Information Systems**, New York, NY, USA, v.24, n.3, p.9 – 44, 2007.

GLASS, R. L. The Standish report: does it really describe a software crisis? **Communications of the ACM**, [S.l.], v.49, n.8, p.15th–16th, August 2006.

HAIR, J.; ANDERSON, R.; TATHAM, R.; BLACK, W. **Multivariate Data Analysis**. 6th.ed. Upper Saddle River, New Jersey 07458, USA: Prentice Hall, 2005.

HARRISON, W. Managing Uncertainty. **IEEE Software**, Australia, p.8–12, September / October 2005.

HEEMSTRA, F. J.; KUSTERS, R. J. Dealing with risk : a practical approach. **Journal of Information Technology**, UK, United Kingdom, v.11, n.4, p.333–346, 1996.

ISRAEL, D. **Data Analysis in Business Research**: a step-by-step nonparametric approach. Thousand Oaks, CA, USA: Sage Publications, 2009.

KAROLAK, D. W. **Software Engineering Risk Management**. EUA: John Wiley, 1995.

KEIL¹, M.; LI¹, L.; MATHIASSEN¹, L.; ZHENG¹, G. The Influence of Checklists and Roles on Software Practitioner Risk Perception and Decision-Making. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 39., 2006, Kauai, HI, USA. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2006. v.09, p.229–239.

KWAK, Y. H.; STODDARDB, J. Project risk management: lessons learned from software development environment. **Technovation**, Amsterdam, v.24, n.11, p.915–920, 2004.

LIKERT, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. **Archives of Psychology**, New York, NY, USA, v.140, p.1 – 55, 1932.

MAHMOOD, M.; PETTINGELL, K.; SHASKEVICH, A. Measuring Productivity of Software Projects: a data envelopment analysis approach. **Decision Sciences**, USA, v.27, n.1, p.57–80, 1996.

MASTICOLA, S. P. A Simple Estimate of the Cost of Software Project Failures and the Breakeven Effectiveness of Project Risk Management. In: FIRST INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE ECONOMICS OF SOFTWARE AND COMPUTATION, 2007, Minneapolis, MN, USA. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2007. p.6–9.

MEIR, R. **Knowledge Management Strategies for Business Development**. Hershey, PA, EUA: IGI Global, 2010.

MOLOKKEN, K.; JØRGENSEN, M. A review of software surveys on software effort estimation. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EMPIRICAL SOFTWARE ENGINEERING (ISESE), 2003, Roman Castles (Rome), Italy. **Proceedings...** IEEE Press, 2003. p.223–230.

MOYNIHAN, T. Riskman : a prototype tool for risk analysis for software. In: THE 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AIDED SOFTWARE ENGINEERING, 1989, London, England. **Anais...** [S.l.: s.n.], 1989.

MOYNIHAN, T. How experienced project managers access risk. **IEEE Software**, Australia, v.14, n.3, p.35–41, 1997.

MULCAHY, R. **Preparatório para o exame de PMP**. 1.ed. USA: RMC Publications, Inc., 2009.

NOVA, S. C.; ONUSIC, L. M. Mapeamento de estudos sobre a utilização de Análise por Envoltória de Dados (DEA) na análise de insolvência. In: UNB CONTÁBIL - UNB, 2005, Brasília, Brasil. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2005. v.8, n.2.

OLIVEIRA, L. M. de. **A Utilização do Controle Estatístico do Processo para o Monitoramento do Sangue**: estudo de caso no hemonorte - rn. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) — UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, Rio Grande do Norte, RN, Brasil.

PAULK, M. C. **An Empirical Study of Process Discipline and Software Quality**. 2004. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) — University of Pittsburgh - School of Engineering, Pittsburgh, PA, USA.

QUADROS-COELHO, M. A. de; BISCOTTO, C. R.; TINOIS, B. R.; FREITAS, F. C.; OLIVEIRA, J. S.; AZEVEDO, M. F.; JÚNIOR, H. M. Prevalência da infecção tuberculosa em universitários da Universidade Estadual de Montes Claros, Minas Gerais. In: REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MÉDICA, 2009, Rio de Janeiro, Brasil. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2009. v.33, n.4.

RAMANATHAN, R. **An Introduction to Data Evelopment Analysis**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2003.

SCHMIDT, R.; LYYTINEN, K.; KEIL, M.; CULE, P. Identifying software project risks: an international Delphi study. **Journal of Management Information Systems**, New York, NY, USA, v.17, n.4, p.5–36, Spring 2001.

SELBY, R. W.; BOEHM, B. W. **Software engineering**: barry w. boehm's lifetime contributions to software development, management, and research. USA: Wiley-IEEE, 2007.

SILVA, P. P. da; LINARES, K. S. C.; PATRÍCIO, C. M. M. M. Análise Estatística no Diagnóstico de Doenças Cardíacas. In: RESI - REVISTA ELETRÔNICA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO, 2006, Curitiba, PR, Brasil. **Anais...** Faculdade Cenecista de Campo Largo, 2006. v.9, n.3.

TAVEIRA, G.; ALENCAR, A. J.; SCHMITZ, E. A. A method for Portfolio Management and Prioritization: an incremental funding method approach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS (ICEIS), 12., 2010, Funchal, Ilha da Madeira, Portugal. **Anais...** Springer, 2010. p.1–12.

THE-STANDISH-GROUP. **The CHAOS Report (1994)**. 60 State Street, Suite 700, Boston, MA, 02109, USA: The Standish Group International, Inc., 1994. Technical Report, Information available in the Internet at www.standishgroup.com. Site last visited on November 24th, 2007.

THE-STANDISH-GROUP. **The CHAOS Report (2006)**. Boston, MA, USA: The Standish Group International, Inc., 2006. Technical Report.

THE-STANDISH-GROUP. **The CHAOS Report (2009)**. Boston, MA, USA: The Standish Group International, Inc., 2009. Technical Report.

TOMASZEWSKI, P.; LUNDBERG, L. Software development productivity on a new platform: an industrial case study. **Information and Software Technology Journal**, Amsterdam, v.47, n.4, p.257–269, March 2005.

TRIOLA, M. F. **Elementary Statistics**. 11th.ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Addison Wesley, 2007.

VERNER, J. M.; EVANCO, W. M. In-house software development: what project management practices lead to success? **IEEE Software**, Australia, v.22, n.1, p.86–93, Jan-Feb 2005.

VITHARANA, P. Risks and Challenges of Component-based Software Development. **Communications of the ACM**, New York, NY, USA, v.46, n.8, p.67–72, August 2003.

WALLACE, L.; KEIL, M.; RAI, A. Understanding software project risk: a cluster analysis. **Information & Management**, Amsterdam, v.42, n.1, p.115–125, December 2004.

WESTERMAN, G.; HUNTER, R. **IT Risk**: turning business threats into competitive advantage. Harvard, USA: Harvard Business School Press, 2007.

ZANARDI, R. P.; ROLIM, S. B. A.; SOUZA, S. F. de. Controle de qualidade de MDT gerado a partir de par estereoscópico do satélite CBERS-2. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis, Brasil. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2007. p.1211–1218.

7 APÊNDICE

Leia atentamente:

Solicitamos que você avalie as condições nas quais o projeto objeto desta pesquisa foi executado.

Para cada um dos itens abaixo, indique a intensidade com que ele ocorreu durante o desenvolvimento do projeto, marcando um "X" na sua resposta.

Se para um determinado item você indicar a opção "Discordo totalmente" isso significa que este item ocorreu com intensidade mínima ou não ocorreu durante o desenvolvimento do projeto. Se por outro lado, você indicar a opção "Concordo totalmente" isso significa que este item ocorreu com intensidade máxima.

Se na coluna de dependência entre fatores aparecer uma mensagem de erro, avalie novamente os dois itens a que se refere para ver se não existe erro na resposta

Questionário de Percepção de Performance do Projeto - Escritório de projetos										
# PD	Dimensão da Performance	# PPF	Fator de performance do projeto	Escala de Evolução						
				Discordo totalmente				Concordo totalmente		
				1	2	3	4	5	6	7
PD3	Custo	PPF8	O sistema foi entregue dentro do orçamento							
PD4	Tempo	PPF9	O sistema foi entregue no prazo							

Figura 7.1: Questionário para o escritório de projetos.

Leia atentamente:
 Solicitamos que você avalie as condições nas quais o projeto objeto desta pesquisa foi executado.
 Para cada um dos itens abaixo, indique a intensidade com que ele ocorreu durante o desenvolvimento do projeto, marcando um "X" na sua resposta.
 Se para um determinado item você indicar a opção "Discordo totalmente" isso significa que este item ocorreu com intensidade mínima ou não ocorreu durante o desenvolvimento do projeto. Se por outro lado, você indicar a opção "Concordo totalmente" isso significa que este item ocorreu com intensidade máxima.
 Se na coluna de dependência entre fatores aparecer uma mensagem de erro, avalie novamente os dois itens a que se refere para ver se não existe erro na resposta

Questionário de Percepção de Risco - Área de Análise de Requisitos

Projeto:		Líder:								
Período:		Data:								
# RD	Dimensão do Risco	# RF	Fator de risco	Escala de Evolução						
				Discordo totalmente			Concordo totalmente			
				1	2	3	4	5	6	7
RD2	Ambiente	RF8	O projeto sofre de falta de apoio da alta gerência							
		RF9	Mudança na gerência organizacional durante o projeto							
		RF10	Houve reestruturação organizacional significativa durante o desenvolvimento do projeto							
		RF11	Ambiente organizacional instável							
		RF12	Políticas corporativas com efeito negativo no projeto							
		RF13	Mudança de prioridades retiraram recursos do projeto							
RD3	Requisitos	RF16	Critérios de sucesso do projeto indefinidos							
RD4	Planejamento e controle	RF24	Falta de uma metodologia de gerenciamento de projetos efetiva							
RD6	Complexidade	RF40	O projeto é um dos maiores já desenvolvidos na organização							

Questionário de Percepção de Performance do Projeto - Gerente de projeto

# PD	Dimensão da Performance	# PPF	Fator de performance do projeto	Escala de Evolução						
				Discordo totalmente			Concordo totalmente			
				1	2	3	4	5	6	7
PD1	Técnica	PPF3	O sistema atende aos requisitos funcionais							

Figura 7.2: Questionário para os gerentes de projetos.

Leia atentamente:

Solicitamos que você avalie as condições nas quais o projeto objeto desta pesquisa foi executado.

Para cada um dos itens abaixo, indique a intensidade com que ele ocorreu durante o desenvolvimento do projeto, marcando um "X" na sua resposta.

Se para um determinado item você indicar a opção "Discordo totalmente" isso significa que este item ocorreu com intensidade mínima ou não ocorreu durante o desenvolvimento do projeto. Se por outro lado, você indicar a opção "Concordo totalmente" isso significa que este item ocorreu com intensidade máxima.

Se na coluna de dependência entre fatores aparecer uma mensagem de erro, avalie novamente os dois itens a que se refere para ver se não existe erro na resposta

Questionário de Percepção de Performance do Projeto - Usuário										
Projeto:						Lider:				
Período:						Data:				
# PD	Dimensão da Performance	# PPF	Fator de performance do projeto	Escala de Evolução						
				Discordo totalmente			Concordo totalmente			
				1	2	3	4	5	6	7
PD2	Usuário	PPF3	O sistema atende aos requisitos funcionais							
		PPF4	O usuário ficou satisfeito com a aplicação desenvolvida							
		PPF5	O sistema atingiu a expectativa de tempo de resposta do usuário							
		PPF6	O sistema é fácil de usar							
		PPF7	A qualidade da aplicação desenvolvida é alta							

Figura 7.3: Questionário para os usuários.

Leia atentamente:

Solicitamos que você avalie as condições nas quais o projeto objeto desta pesquisa foi executado.

Para cada um dos itens abaixo, indique a intensidade com que ele ocorreu durante o desenvolvimento do projeto, marcando um "X" na sua resposta.

Se para um determinado item você indicar a opção "Discordo totalmente" isso significa que este item ocorreu com intensidade mínima ou não ocorreu durante o desenvolvimento do projeto. Se por outro lado, você indicar a opção "Concordo totalmente" isso significa que este item ocorreu com intensidade máxima.

Se na coluna de dependência entre fatores aparecer uma mensagem de erro, avalie novamente os dois itens a que se refere para ver se não existe erro na resposta

Questionário de Percepção de Risco - Área de Análise de Requisitos												
Projeto:			Lider:									
Período:			Data:									
# RD	Dimensão do Risco	# RF	Fator de risco	Escala de Evolução							Dependência entre fatores	
				Discordo totalmente			Concordo totalmente					
				1	2	3	4	5	6	7		
RD1	Equipe	RF1	Conflitos frequentes entre os membros da equipe									
		RF2	Rotatividade frequente na equipe do projeto									
		RF3	Membros da equipe não estão familiarizados com tarefas do usuário que estão sendo automatizadas									
		RF4	Falta aos membros da equipe conhecimento especializado requerido pelo projeto									Dependência RF3 e RF4 OK
		RF5	Falta aos membros da equipe de desenvolvimento o treinamento adequado para participarem do projeto									Dependência RF4 e RF5 OK
		RF6	Falta aos membros da equipe de desenvolvimento o treinamento adequado para participarem do projeto									Dependência RF4 e RF5 OK
		RF7	Falta de comprometimento com o projeto por parte da equipe									
RD3	Requisitos	RF14	Os membros da equipe são inexperientes									Dependência RF3 e RF7 OK
		RF14	Requisitos de sistema incorretos									
		RF15	Falta ao usuário entendimento das capacidades e limitações do sistema									
		RF17	Requisitos de sistema conflitantes									
		RF18	Dificuldade de definição de entradas e saídas do sistema									
		RF19	Requisitos de sistema confusos									
		RF20	Os requisitos de sistema não foram identificados adequadamente									
RD4	Planejamento e controle	RF21	Mudanças contínuas de requisitos de sistema									
		RF22	Os marcos do projeto não estavam claramente definidos									
		RF23	O progresso do projeto não foi monitorado rigorosamente o suficiente									
		RF25	Gerente de projetos inexperiente									
		RF26	Planejamento do projeto ruim									
		RF27	Falta à liderança do projeto a habilidade necessária para lidar com pessoas									
		RF28	Comunicação ineficiente entre a liderança do projeto e membros da equipe									
		RF29	Estimativa inadequada dos recursos requeridos pelo projeto									
		RF30	Estimativa inadequada do cronograma do projeto									
RD5	Usuário	RF31	Falta de cooperação dos usuários									
		RF32	Usuários resistentes a mudanças									
		RF33	Usuários sem comprometimento com o projeto									Dependência RF31 e RF33 OK
		RF34	Falta de participação do usuário									Dependência RF33 e RF34 OK
		RF35	Conflitos entre usuários									
		RF36	Usuários com atitudes negativas sobre o projeto									Dependência RF33 e RF36 OK

Figura 7.4: Questionário para a equipe de Analistas de Negócios

Leia atentamente:

Solicitamos que você avalie as condições nas quais o projeto objeto desta pesquisa foi executado.

Para cada um dos itens abaixo, indique a intensidade com que ele ocorreu durante o desenvolvimento do projeto, marcando um "X" na sua resposta.

Se para um determinado item você indicar a opção "Discordo totalmente" isso significa que este item ocorreu com intensidade mínima ou não ocorreu durante o desenvolvimento do projeto. Se por outro lado, você indicar a opção "Concordo totalmente" isso significa que este item ocorreu com intensidade máxima.

Se na coluna de dependência entre fatores aparecer uma mensagem de erro, avalie novamente os dois itens a que se refere para ver se não existe erro na resposta

Questionário de Percepção de Risco - Área de Banco de dados													
Projeto:		Líder:											
Período:		Data:											
# RD	Dimensão do Risco	# RF	Fator de risco	Escala de Evolução							Dependência entre fatores		
				Discordo totalmente			Concordo totalmente						
				1	2	3	4	5	6	7			
RD1	Equipe	RF1	Conflitos frequentes entre os membros da equipe										
		RF2	Rotatividade frequente na equipe do projeto										
		RF3	Membros da equipe não estão familiarizados com tarefas do usuário que estão sendo automatizadas										
		RF4	Falta aos membros da equipe conhecimento especializado requerido pelo projeto								Dependência RF3 e RF4 OK		
		RF5	Falta aos membros da equipe de desenvolvimento o treinamento adequado para participarem do projeto								Dependência RF4 e RF5 OK		
		RF6	Falta de comprometimento com o projeto por parte da equipe										
		RF7	Os membros da equipe são inexperientes								Dependência RF3 e RF7 OK		
RD3	Requisitos	RF14	Requisitos de sistema incorretos										
		RF17	Requisitos de sistema conflitantes										
		RF19	Requisitos de sistema confusos										
		RF20	Os requisitos de sistema não foram identificados adequadamente								Dependência RF14 e RF20 OK		
		RF21	Mudanças contínuas de requisitos de sistema										
RD4	Planejamento e controle	RF22	Os marcos do projeto não estavam claramente definidos										
		RF23	O progresso do projeto não foi monitorado rigorosamente o suficiente										
		RF25	Gerente de projetos inexperiente										
		RF26	Planejamento do projeto ruim										
		RF27	Falta à liderança do projeto a habilidade necessária para lidar com pessoas										
		RF28	Comunicação ineficiente entre a liderança do projeto e membros da equipe										
		RF29	Estimativa inadequada dos recursos requeridos pelo projeto										
		RF30	Estimativa inadequada do cronograma do projeto										
		RD6	Complexidade	RF37	O projeto utiliza tecnologias que nunca foram utilizadas em projetos anteriores								
				RF38	O sistema desenvolvido requer um amplo número de conexões com outros sistemas								
RF39	O projeto possui um alto nível de complexidade técnica												
RF41	O projeto envolve o uso de novas tecnologias												
RF42	Muitos fornecedores externos envolvidos no desenvolvimento do projeto												
RF43	O projeto utiliza tecnologia imatura										Dependência RF41 e RF43 OK		
RF44	O projeto automatiza tarefas de alta complexidade												

Figura 7.5: Questionário para a equipe de DBAs e ADs.

Leia atentamente:

Solicitamos que você avalie as condições nas quais o projeto objeto desta pesquisa foi executado.

Para cada um dos itens abaixo, indique a intensidade com que ele ocorreu durante o desenvolvimento do projeto, marcando um "X" na sua resposta.

Se para um determinado item você indicar a opção "Discordo totalmente" isso significa que este item ocorreu com intensidade mínima ou não ocorreu durante o desenvolvimento do projeto. Se por outro lado, você indicar a opção "Concordo totalmente" isso significa que este item ocorreu com intensidade máxima.

Se na coluna de dependência entre fatores aparecer uma mensagem de erro, avalie novamente os dois itens a que se refere para ver se não existe erro na resposta

Questionário de Percepção de Performance do Projeto - Coordenador Técnico

Projeto:				Líder:						
Período:				Data:						
# PD	Dimensão da Performance	# PPF	Fator de performance do projeto	Escala de Evolução						
				Discordo totalmente				Concordo totalmente		
				1	2	3	4	5	6	7
PD1	Técnica	PPF1	A aplicação desenvolvida é confiável							
		PPF2	A aplicação desenvolvida é fácil de manter							

Figura 7.6: Questionário para a equipe de Coordenadores Técnicos.

Leia atentamente:
 Solicitamos que você avalie as condições nas quais o projeto objeto desta pesquisa foi executado.
 Para cada um dos itens abaixo, indique a intensidade com que ele ocorreu durante o desenvolvimento do projeto, marcando um "X" na sua resposta.
 Se para um determinado item você indicar a opção "Discordo totalmente" isso significa que este item ocorreu com intensidade mínima ou não ocorreu durante o desenvolvimento do projeto. Se por outro lado, você indicar a opção "Concordo totalmente" isso significa que este item ocorreu com intensidade máxima.
 Se na coluna de dependência entre fatores aparecer uma mensagem de erro, avalie novamente os dois itens a que se refere para ver se não existe erro na resposta

Questionário de Percepção de Risco - Área de Desenvolvimento													
Projeto:		Líder:											
Período:		Data:											
# RD	Dimensão do Risco	# RF	Fator de risco	Escala de evolução							Dependência entre fatores		
				Discordo totalmente			Concordo totalmente						
				1	2	3	4	5	6	7			
RD1	Equipe	RF1	Conflitos frequentes entre os membros da equipe										
		RF2	Rotatividade frequente na equipe do projeto										
		RF3	Membros da equipe não estão familiarizados com tarefas do usuário que estão sendo automatizadas										
		RF4	Falta aos membros da equipe conhecimento especializado requerido pelo projeto								Dependência RF3 e RF4 OK		
		RF5	Falta aos membros da equipe de desenvolvimento o treinamento adequado para participarem do projeto								Dependência RF4 e RF5 OK		
		RF6	Falta de comprometimento com o projeto por parte da equipe										
		RF7	Os membros da equipe são inexperientes								Dependência RF3 e RF7 OK		
RD3	Requisitos	RF14	Requisitos de sistema incorretos										
		RF17	Requisitos de sistema conflitantes										
		RF19	Requisitos de sistema confusos										
		RF20	Os requisitos de sistema não foram identificados adequadamente								Dependência RF14 e RF20 OK		
		RF21	Mudanças contínuas de requisitos de sistema										
RD4	Planejamento e controle	RF22	Os marcos do projeto não estavam claramente definidos										
		RF23	O progresso do projeto não foi monitorado rigorosamente o suficiente										
		RF25	Gerente de projetos inexperiente										
		RF26	Planejamento do projeto ruim										
		RF27	Falta à liderança do projeto a habilidade necessária para lidar com pessoas										
		RF28	Comunicação ineficiente entre a liderança do projeto e membros da equipe										
		RF29	Estimativa inadequada dos recursos requeridos pelo projeto										
		RF30	Estimativa inadequada do cronograma do projeto										
		RD6	Complexidade	RF37	O projeto utiliza tecnologias que nunca foram utilizadas em projetos anteriores								
				RF38	O sistema desenvolvido requer um amplo número de conexões com outros sistemas								
RF39	O projeto possui um alto nível de complexidade técnica												
RF41	O projeto envolve o uso de novas tecnologias												
RF42	Muitos fornecedores externos envolvidos no desenvolvimento do projeto												
RF43	O projeto utiliza tecnologia imatura										Dependência RF41 e RF43 OK		
RF44	O projeto automatiza tarefas de alta complexidade												

Figura 7.7: Questionário para a equipe de Analistas programadores.

8 ANEXO

Part I: Risk Perception										
#	Risk Dimension	#	Risk Factor	Evaluation Scale						
				↓ strongly disagree					strongly agree ↓	
				1	2	3	4	5	6	7
RD ₁	Team	RF ₁	Frequent conflicts between development team members	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₂	Frequent turnover within the project team	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₃	Team members not familiar with the task(s) being automated	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₄	Team members lack specialized skills required by the project	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₅	Inadequately trained development team members	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₆	Team members lack commitment to the project	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₇	Inexperienced team members	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
RD ₂	Organizational Environment	RF ₈	Lack of top management support for the project	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₉	Change in organizational management during the project	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₁₀	Organization undergoing restructuring during the project	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₁₁	Unstable organizational environment	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₁₂	Corporate politics with negative effect on project	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₁₃	Changes in priorities shift resources away from the project	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
RD ₃	Requirements	RF ₁₄	Incorrect system requirements	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₁₅	Users lack understanding of system capabilities and limitations	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₁₆	Undefined project success criteria	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₁₇	Conflicting system requirements	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₁₈	Difficulty in defining the inputs and outputs of the system	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₁₉	Unclear system requirements	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₂₀	System requirements not adequately identified	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₂₁	Continually changing system requirements	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
RD ₄	Planing and Control	RF ₂₂	Project milestones not clearly defined	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₂₃	Project progress not monitored closely enough	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₂₄	Lack of an effective project management methodology	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₂₅	Inexperienced project manager	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₂₆	Poor project planning	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₂₇	Lack of people skills in project leadership	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₂₈	Ineffective communication	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₂₉	Inadequate estimation of required resources	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₃₀	Inadequate estimation of project schedule	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RD ₅	User	RF ₃₁	Lack of cooperation from users	☐	☐	☐	☐	☐
RF ₃₂	Users resistant to change			☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
RF ₃₃	Users not committed to the project			☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
RF ₃₄	Lack of user participation			☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
RF ₃₅	Conflict between users			☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
RF ₃₆	Users with negative attitudes toward the project			☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
RD ₆	Complexity	RF ₃₇	Project uses technology that has not been used in prior projects	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₃₈	Large number of links to other systems required	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₃₉	High level of technical complexity	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₄₀	One of the largest projects attempted by the organization	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₄₁	Project involved the use of new technology	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₄₂	Many external suppliers involved in the development project	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₄₃	Immature technology	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		RF ₄₄	Highly complex task being automated	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Part II: Project Performance Perception										
#	Performance Dimension	#	Project Performance Factor	Evaluation Scale						
				↓ strongly disagree					strongly agree ↓	
				1	2	3	4	5	6	7
PD ₁	Technical	PPF ₁	The application developed is reliable	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		PPF ₂	The application developed is easy to maintain	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		PPF ₃	The system meets intended functional requirements	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
PD ₂	User	PPF ₄	The users are satisfied with the developed application	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		PPF ₅	The system meets user response-time expectations	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		PPF ₆	The system meets user ease-of-use expectations	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		PPF ₇	The overall quality of the developed application is high	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
PD ₃	Cost	PPF ₈	The system was completed within budget	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
PD ₄	Time	PPF ₉	The system was completed within schedule	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Figura 8.1: Questionário de avaliação de risco e performance de projetos.