

GIOVANI MARCELO SCHAICOSKI



**AVALIANDO O SUCESSO DO PROCESSO DE
ENGENHARIA DE REQUISITOS EM SOLUÇÕES COM
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DIRIGIDOS AO MERCADO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, pelo Curso de Pós-Graduação em Informática Aplicada - PPGIA, do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia – CCET da Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR.

**Orientador: Prof. Dr. Robert Carlisle
Burnett**

CURITIBA

2002



ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA APLICADA
DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

DEFESA DE DISSERTAÇÃO Nº 063

Aos 24 dias do mês de junho de 2002 realizou-se a sessão pública de defesa da dissertação “**Avaliando o Sucesso do Processo de Engenharia de Requisitos em Soluções com Sistemas de Informação Dirigidos ao Mercado**”, apresentada por **Giovani Marcelo Schaicoski** como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Informática Aplicada**, perante uma Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Robert Carlisle Burnett
PUCPR (Presidente)

assinatura

RCB

aprov.
parecer (aprov/ reprov.)

Prof. Dr. Marcos A. H. Shmeil
PUCPR

[Signature]

aprovado.

Profa. Dra. Renata Pontin M. Fortes
USP – São Carlos

[Signature]

aprovado.

Conforme as normas regimentais do PPGIA e da PUCPR, o trabalho apresentado foi considerado *aprovado* (*aprovado/reprovado*), segundo avaliação da maioria dos membros desta Banca Examinadora. Este resultado está condicionado ao cumprimento integral das solicitações da Banca Examinadora, conforme registrado no Livro de Defesas do programa.

Prof. Dr. Carlos Maziero
Diretor do PPGIA PUCPR

08/08/02 *[Signature]*
Data e assinatura, após homologação da defesa pelo colegiado.

Dedico este trabalho a minha família, a razão de meu ser, que está sempre presente, nas alegrias e tristezas, nos momentos mais difíceis, dando-me forças para continuar a minha jornada.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho, seja através de idéias, sugestões, disponibilização de material para pesquisa, críticas ou incentivos.

A Khaled El Emam, um dos criadores do instrumento utilizado como base desta dissertação, por ter enviado uma grande quantidade de material bibliográfico.

A Edna Pacheco Zanlorenci, que muito me ajudou na finalização deste trabalho.

Meu especial agradecimento ao Prof. Robert Carlisle Burnett, meu orientador, que com muita determinação e paciência incentivou-me a concluir esta dissertação.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E LISTA DE SIGLAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 ESTADO DA ARTE	5
2.1 ENGENHARIA DE REQUISITOS.....	6
2.1.1 Definição de Requisito.....	8
2.1.2 O Processo de Engenharia de Requisitos.....	9
2.2 MÉTRICAS DE SOFTWARE.....	10
2.2.1 A Finalidade da Medição.....	11
2.2.2 A Medição e o Entendimento.....	13
2.2.3 Os Primeiros Trabalhos da Métrica de Software.....	14
2.2.4 Qualidade de Software.....	17
2.3 INSTRUMENTO PARA MEDIR O SUCESSO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS.....	20
2.3.1 Conceito de Sucesso da Engenharia de Requisitos.....	21
2.3.2 Método de Pesquisa.....	22
2.3.2.1 Contexto do estudo.....	22
2.3.2.2 Desenvolvimento do instrumento.....	23
2.3.2.3 Validade do instrumento.....	24
2.3.2.3.1 Validade do conteúdo.....	24
2.3.2.3.2 Validade da construção.....	25
2.3.2.3.3 Refinar e validar os critérios de sucesso da ER.....	26
2.3.2.3.4 Categorizar e priorizar os critérios de sucesso da ER.....	27
2.3.2.3.5 Priorizar as dimensões do sucesso da ER.....	29
2.3.2.3.6 Desenvolver um instrumento inicial de sucesso da ER.....	31
2.3.2.3.7 Avaliar a validade de construção.....	33

2.3.2.4	Confiabilidade.....	34
2.3.2.5	Eficiência.....	35
2.3.2.6	Resultados.....	36
2.3.2.6.1	Critérios de sucesso da ER.....	36
2.3.2.6.2	Dimensões do sucesso da ER.....	42
2.3.2.6.3	A importância relativa dos critérios e dimensões.....	48
2.3.2.6.4	O instrumento de sucesso da ER.....	51
2.4	RESUMO.....	56
3	PROPOSTA DE APLICAÇÃO PRÁTICA DO INSTRUMENTO.....	57
3.1	INTRODUÇÃO.....	57
3.2	DEFINIÇÃO DO INSTRUMENTO.....	58
3.3	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO.....	59
3.4	PROPOSTA DE APLICAÇÃO PRÁTICA.....	61
3.4.1	Dificuldades Encontradas.....	62
3.4.2	Modificações Efetuadas no Instrumento.....	63
3.4.3	Melhorias Efetuadas no Instrumento.....	64
3.4.4	Proposta de Aplicação Prática do Instrumento.....	67
3.5	RESUMO.....	69
4	ANÁLISE DE RESULTADOS DA APLICAÇÃO PRÁTICA.....	70
4.1	INTRODUÇÃO.....	70
4.2	DADOS DE PESQUISA.....	71
4.2.1	Estudo de Caso da Empresa Alfa.....	71
4.2.2	Estudo de Caso da Empresa Beta.....	75
4.2.3	Estudo de Caso da Empresa Gama.....	80
4.3	CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA.....	87
4.4	RESUMO.....	88
5	CONCLUSÃO.....	89
	REFERÊNCIAS.....	92
	APÊNDICE – INSTRUMENTO PARA MEDIR O SUCESSO DA	
	ENGENHARIA DE REQUISITOS.....	94
	ANEXO A – INSTRUMENTO ORIGINAL DE KHALED.....	103

ANEXO B – INSTRUMENTO RESPONDIDO PELA EMPRESA ALFA.....	108
ANEXO C – INSTRUMENTO RESPONDIDO PELA EMPRESA BETA.....	119
ANEXO D – INSTRUMENTO RESPONDIDO PELA EMPRESA GAMA.....	130

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	– EXEMPLO DE UM CONCEITO, ITENS DESENVOLVIDOS PARA AVALIÁ-LO E UMA ESCALA DIFERENCIAL SEMÂNTICA.....	32
FIGURA 2	– AS DIMENSÕES DE SUCESSO DA ER DETERMINADAS SUBJETIVAMENTE.....	42
FIGURA 3	– O DENDROGRAMA RESULTANTE DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE WARD.....	44
FIGURA 4	– AS DIMENSÕES DO SUCESSO DA ER DETERMINADAS NUMERICAMENTE, AS PRIORIDADES DOS CRITÉRIOS QUE COBREM CADA DIMENSÃO E AS PRIORIDADES DE CADA DIMENSÃO COBRINDO O SUCESSO DA ER.....	45
FIGURA 5	– VALOR ATRIBUÍDO A CADA POSIÇÃO DA ESCALA DIFERENCIAL SEMÂNTICA.....	65
FIGURA 6	– NÍVEIS DE PONTUAÇÃO ESTABELECIDOS PARA O RESULTADO OBTIDO.....	66
FIGURA 7	– GRÁFICO DE RESULTADOS DOS CRITÉRIOS DA EMPRESA ALFA.....	75
FIGURA 8	– GRÁFICO DE RESULTADOS DOS CRITÉRIOS DA EMPRESA BETA.....	80
FIGURA 9	– GRÁFICO DE RESULTADOS DOS CRITÉRIOS DA EMPRESA GAMA.....	81
FIGURA 10	– GRÁFICO COMPARATIVO DOS ESTUDOS DE CASO.....	85
FIGURA 11	– EXEMPLO DE UM CONCEITO COM RESPOSTAS SIMÉTRICAS.....	86

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MODELO DE QUALIDADE DE SOFTWARE.....	19
TABELA 2 – RESUMO DOS PROJETOS PARA O LEVANTAMENTO DE PRIORIZAÇÃO DAS DIMENSÕES DO SUCESSO DA ER.....	31
TABELA 3 – RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DOS RESPONDEDORES E DAS FASES DA ER PARA AVALIAR A VALIDADE DE CONSTRUÇÃO E A CONFIABILIDADE DO INSTRUMENTO.....	34
TABELA 4 – CRITÉRIOS PARA AVALIAR O SUCESSO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS.....	37
TABELA 5 – SUMÁRIO DOS COMPONENTES DO INSTRUMENTO E SUAS CARACTERÍSTICAS.....	53
TABELA 6 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS E ESTIMATIVAS DE CONFIABILIDADE PARA CADA DIMENSÃO DO SUCESSO DA ER.....	55
TABELA 7 – ESTUDO DE CASO DA EMPRESA ALFA.....	72
TABELA 8 – ESTUDO DE CASO DA EMPRESA BETA.....	77
TABELA 9 – ESTUDO DE CASO DA EMPRESA GAMA.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E LISTA DE SIGLAS

ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMN	– Associação Mercosul de Normalização
CASE	– Computer-Aided Software Engineering
CB	– Comitê Brasileiro
CE	– Comissão de Estudo
COPANT	– Comissão Pan-americana de Normas Técnicas
ER	– Engenharia de Requisitos
ERP	– Enterprise Resource Planning
ES	– Engenharia de Software
IEC	– International Electrotechnical Commission
IEEE	– Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISO	– International Organization for Standardization
IT	– Information Technology
JTC	– Joint ISO/IEC Technical Committee
LOC	– Lines of Code
MIS	– Management Information Systems
NBR	– Norma Brasileira
ONS	– Organismos de Normalização Setorial
PCP	– Programação e Controle de Produção
QoS	– Quality of Service
RE	– Requirements Engineering
SC	– Subcomitê de Software
SE	– Software Engineering
SIG	– Sistemas de Informações Gerenciais
TI	– Tecnologia da Informação
WG	– Working Group

RESUMO

A etapa mais complexa no desenvolvimento de um sistema de informação é decidir o que deve ser feito. Se for executada erroneamente, o sistema resultante poderá tornar-se totalmente ineficiente. Esta etapa é, sem qualquer dúvida, a mais difícil de ser corrigida no decorrer do processo e, inevitavelmente, a que mais invalida o produto final. A Engenharia de Requisitos, uma sub-área da Engenharia de Software que surgiu para gerenciar o desenvolvimento de software, pode ser definida como o processo sistemático de desenvolver requisitos através de um processo cooperativo e interativo de analisar o problema, documentar as observações decorrentes numa variedade de formatos de representação e verificar a exatidão do conhecimento adquirido. Conforme a definição anterior, a Engenharia de Requisitos é a atividade mais importante no ciclo de vida do projeto de software. Segundo diversos autores e evidências empíricas, um processo de ER realizado de forma inadequada está seguramente associado à falha do sistema de software. Esta dissertação de mestrado tem como finalidade avaliar o sucesso do processo da Engenharia de Requisitos, utilizando para isso um projeto de pesquisa internacional de Khaled El Emam e Nazim H. Madhavji, apresentado no Segundo Simpósio Internacional em Engenharia de Requisitos, da IEEE, em 1995, o qual resultou em um instrumento de medição subjetivo composto por diversos indicadores. O foco principal deste trabalho é validar o modelo proposto pelos pesquisadores acima, verificando se o mesmo pode ser aplicado a soluções com sistemas de informação de negócios dirigidos ao mercado de massa, ou seja, sistemas parametrizáveis dirigidos a um grande número de clientes.

Palavras-chave: Engenharia de Requisitos (ER), Métricas de Software, Desenvolvimento de Sistemas de Informação, Requisitos, Critérios do Sucesso da ER, Dimensões do Sucesso da ER, Sucesso do Processo da Engenharia de Requisitos.

RESUMO

A etapa mais complexa no desenvolvimento de um sistema de informação é decidir o que deve ser feito. Se for executada erroneamente, o sistema resultante poderá tornar-se totalmente ineficiente. Esta etapa é, sem qualquer dúvida, a mais difícil de ser corrigida no decorrer do processo e, inevitavelmente, a que mais invalida o produto final. A Engenharia de Requisitos, uma sub-área da Engenharia de Software que surgiu para gerenciar o desenvolvimento de software, pode ser definida como o processo sistemático de desenvolver requisitos através de um processo cooperativo e iterativo de analisar o problema, documentar as observações decorrentes numa variedade de formatos de representação e verificar a exatidão do conhecimento adquirido. Conforme a definição anterior, a Engenharia de Requisitos é a atividade mais importante no ciclo de vida do projeto de software. Segundo diversos autores e evidências empíricas, um processo de ER realizado de forma inadequada está seguramente associado à falha do sistema de software. Esta dissertação de mestrado tem como finalidade avaliar o sucesso do processo da Engenharia de Requisitos, utilizando para isso um projeto de pesquisa internacional de Khaled El Emam e Nazim H. Madhavji, apresentado no Segundo Simpósio Internacional em Engenharia de Requisitos, da IEEE, em 1995, o qual resultou em um instrumento de medição subjetivo composto por diversos indicadores. O foco principal deste trabalho é validar o modelo proposto pelos pesquisadores acima, verificando se o mesmo pode ser aplicado a soluções com sistemas de informação de negócios dirigidos ao mercado de massa, ou seja, sistemas parametrizáveis dirigidos a um grande número de clientes.

Palavras-chave: Engenharia de Requisitos (ER), Métricas de Software, Desenvolvimento de Sistemas de Informação, Requisitos, Critérios do Sucesso da ER, Dimensões do Sucesso da ER, Sucesso do Processo da Engenharia de Requisitos.

ABSTRACT

The most complex phase in an information system development is to decide what must be done. If it is not properly executed the resulting system may become totally inefficient. This phase is undoubtedly the most difficult one to be corrected after the process begins and unavoidably the one that most invalidates the final product. Requirements Engineering is a sub-area of Software Engineering that was created to manage the software development and can be defined as the systematic process of developing requirements through an iterative co-operative process of analyzing the problem, documenting the resulting observations in a variety of representation formats and checking the accuracy of the understanding gained. Therefore, Requirements Engineering is the most important activity in the life cycle of a software project. According to several authors and empiric evidences an improperly performed RE process is certainly related to software system fail. This masters dissertation has the purpose of measuring the success of the Requirements Engineering process using an international research project of Khaled El Emam and Nazim H. Madhavji that was presented on the Second IEEE International Symposium on Requirements Engineering, in 1995. The result of that research project is a subjective measuring instrument that consists of several indicators. The main focus of this dissertation is to validate the model proposed by those research scientists, verifying if the instrument can be applied to solutions with market-driven business information systems, which are software developed to a large number of customers.

Keywords: Requirements Engineering (RE), Software Measurement, Information Systems Development, Requirements, RE Success Criteria, Dimensions of RE Success, Success of the Requirements Engineering Process.

ABSTRACT

The most complex phase in an information system development is to decide what must be done. If it is not properly executed the resulting system may become totally inefficient. This phase is undoubtedly the most difficult one to be corrected after the process begins and unavoidably the one that most invalidates the final product. Requirements Engineering is a sub-area of Software Engineering that was created to manage the software development and can be defined as the systematic process of developing requirements through an iterative co-operative process of analyzing the problem, documenting the resulting observations in a variety of representation formats and checking the accuracy of the understanding gained. Therefore, Requirements Engineering is the most important activity in the life cycle of a software project. According to several authors and empiric evidences an improperly performed RE process is certainly related to software system fail. This masters dissertation has the purpose of measuring the success of the Requirements Engineering process using an international research project of Khaled El Emam and Nazim H. Madhavji that was presented on the Second IEEE International Symposium on Requirements Engineering, in 1995. The result of that research project is a subjective measuring instrument that consists of several indicators. The main focus of this dissertation is to validate the model proposed by those research scientists, verifying if the instrument can be applied to solutions with market-driven business information systems, which are software developed to a large number of customers.

Keywords: Requirements Engineering (RE), Software Measurement, Information Systems Development, Requirements, RE Success Criteria, Dimensions of RE Success, Success of the Requirements Engineering Process.

1 INTRODUÇÃO

A etapa mais complexa no desenvolvimento de um sistema de informação é decidir o que deve ser feito. Se for executada erroneamente, o sistema resultante poderá tornar-se totalmente ineficiente. Esta parte é, sem qualquer dúvida, a mais difícil de ser corrigida no decorrer do processo e, inevitavelmente, a que mais invalida o produto final.

A crescente complexidade dos sistemas, aliada a pouca atualização tecnológica de grande parte dos analistas de sistemas, está revelando algumas estatísticas alarmantes.

Segundo o instituto de pesquisa americano *The Standish Group*, em seu relatório intitulado *Caos Report*, do ano de 2001, somente 28% dos projetos de desenvolvimento de software atingem o sucesso. A grande maioria, mais precisamente 72% dos projetos tem algum tipo de falha.

As falhas podem ser enquadradas em três categorias principais:

- a) acima do orçamento: o estouro médio no custo dos projetos de desenvolvimento de software é de 189%;
- b) entrega com atraso: o cronograma dos projetos de software tem um estouro médio de 222%;
- c) falha em alcançar expectativas: somente 61% dos requisitos são cobertos pelos softwares.

Conforme o estudo, os principais fatores de falhas em projetos de desenvolvimento de software são os seguintes:

- a) falta de envolvimento dos usuários;
- b) objetivos não esclarecidos;
- c) requisitos incompletos;
- d) mudança de requisitos;
- e) falta de planejamento.

Devido a estes fatos preocupantes, surgiu uma sub-área da Engenharia de Software, chamada de Engenharia de Requisitos (tradução de *Requirements Engineering - RE*), antigamente referenciada como Análise de Requisitos.

A Engenharia de Requisitos pode ser definida como o processo sistemático de descrever requisitos através de um processo cooperativo e interativo de analisar o problema, documentar as observações resultantes numa variedade de formatos de representação e verificar a exatidão do conhecimento adquirido.

Conforme esta definição, a Engenharia de Requisitos, que neste trabalho será referenciada como ER, é a atividade mais importante no ciclo de vida do projeto de software.

Está provado pela Engenharia de Software que um processo de ER realizado inadequadamente está fortemente associado à falha do sistema de informação. Uma das maiores oportunidades de controle sobre os resultados de um projeto de software é aquela obtida durante a fase de ER. Existe uma forte relação entre os erros de sistemas e os erros identificados nas descrições de requisitos.

Melhorar o processo da ER traduz-se em qualidade de software e uma possível recompensa econômica. Um pré-requisito para obter-se esta melhoria é o entendimento fundamental deste processo e dos fatores que o levam ao sucesso ou causam suas falhas. Todavia, este entendimento ainda não está disseminado.

Um entendimento do processo da ER pode ser expresso na forma de um modelo ou teoria, cuja finalidade é especificar os determinantes de sucesso da ER. Este modelo ou teoria tem dois tipos de componentes: unidades de teoria e leis de interação. As unidades da teoria são as variáveis conceituais cujos relacionamentos são de interesse. As leis de interação são os relacionamentos entre as unidades da teoria que especificam como estas unidades são ligadas ou associadas. Para testar empiricamente as teorias, é necessário relatar os mundos teóricos e empíricos através da medição das unidades da teoria. A medida de uma unidade particular é comumente referenciada como um instrumento.

Esta dissertação de mestrado tem como finalidade avaliar o sucesso do processo de Engenharia de Requisitos.

O sucesso da Engenharia de Requisitos pode ser definido como a extensão à qual o resultado da fase da ER serve à necessidade e provê uma base para assegurar o sucesso de todas as atividades subseqüentes, individualmente e em conjunto, relacionado ao sistema de software por todo o tempo de vida do mesmo. Estas atividades incluem: análise e projeto, codificação, testes, implantação e o acompanhamento da evolução.

Para que o sucesso da Engenharia de Requisitos possa ser medido é necessário que seja desenvolvido um instrumento para realizar esta função. Nesta dissertação será utilizado um instrumento que consiste de indicadores que cobrem as duas dimensões mais importantes do sucesso da ER. Estas duas dimensões foram identificadas como: qualidade dos produtos da Engenharia de Requisitos e qualidade do serviço da Engenharia de Requisitos. Evidências demonstram que o instrumento em questão tem propriedades desejáveis, tais como alta confiabilidade e validade.

Este instrumento foi desenvolvido num projeto de pesquisa por Khaled El Emam e Nazim H. Madhavji, na Escola de Ciência da Computação da "*McGill University*" e no "*Centre de Recherche Informatique de Montreal*", ambos em Montreal no Canadá e a pesquisa foi custeada pelo "*IT Macroscope Project*" e pelo "*NSERC Canada*". Os resultados da pesquisa foram apresentados no Segundo Simpósio Internacional em Engenharia de Requisitos da IEEE em 1995.

Este projeto de pesquisa foi escolhido por ser o primeiro a desenvolver um instrumento de medição do sucesso da ER.

Além disso, a aplicação de métricas em ER tem sido pouco abordada, contando com raros trabalhos, o que forma uma lacuna excelente de pesquisa nesta área.

O domínio da análise da pesquisa de Khaled e Nazim são sistemas de informação de negócios desenvolvidos sob medida para a organização do cliente.

O objetivo desta dissertação de mestrado é validar o projeto de pesquisa citado acima, com a finalidade de verificar se o mesmo pode ser aplicado a soluções com sistemas de informação de negócios não desenvolvidos sob medida.

Os próprios autores citam que o instrumento será cada vez mais eficaz se a sua confiabilidade e validade forem estudadas em trabalhos conduzidos por outros

pesquisadores e esperam que o mesmo seja melhorado através de testes adicionais e amostras diferentes.

Sendo este um assunto de extrema relevância, em âmbito mundial, necessário à comunidade de desenvolvimento de sistemas de informação, tem-se a oportunidade de pesquisar um tópico que representa a vanguarda nesta área.

No capítulo dois, inicialmente será feita uma introdução a Engenharia de Requisitos e a Métricas de Software, com a finalidade de definir alguns conceitos básicos e fundamentar o conhecimento do leitor sobre estes assuntos. Após essa introdução, será abordado o projeto de pesquisa de Khaled e Nazim. O processo criado por eles será explicado e os resultados obtidos serão mostrados. O capítulo três trata a proposta de aplicação prática do instrumento que será utilizado como base desta dissertação. O capítulo quatro fala sobre a análise de resultados da aplicação do instrumento. O capítulo cinco dá uma visão geral sobre os tópicos aqui discutidos, aborda as conclusões deste trabalho e contém uma sugestão de trabalho futuro que será executado tendo como base esta dissertação de mestrado.

2 ESTADO DA ARTE

A aplicação de métricas em ER conta com raros trabalhos, o que forma uma excelente lacuna de pesquisa nesta área.

Efetuada pesquisas, nota-se que o assunto de métricas em ER ainda está embrionário. O que tem sido feito é aplicar Métricas de Ponto por Função no documento de descrição de requisitos em relação às funcionalidades.

Além do projeto de Khaled, que será utilizado nesta dissertação, existe um trabalho feito pela NASA, onde o *Software Assurance Technology Center* e a *Quality Assurance Division*, ambos no *NASA Goddard Space Flight Center*, que estuda métricas para avaliar esforço de refinamento descritivo de requisitos e identificar riscos e problemas potenciais. O esforço de desenvolvimento deste projeto utiliza uma ferramenta automatizada para gerenciar o refinamento de requisitos.

Khaled e Nazim, juntamente com Soizic Quintin, do *Genie Informatique, Université de Technologie de Compiègne*, na França, fizeram pesquisas relacionadas à participação dos usuários no processo de ER, onde desenvolveram instrumentos para medir a participação dos usuários e a inexatidão, que é definida como sendo “o estado do conhecimento das reais necessidades de informação do usuário”, “ausência de informações”, “habilidade do usuário em definir requisitos” ou também como “habilidade dos analistas em capturar requisitos”. Os resultados da pesquisa indicam que enquanto a inexatidão aumenta, a maior participação dos usuários alivia a influência negativa da inexatidão na qualidade do serviço da ER e, enquanto a inexatidão diminui, os efeitos benéficos que o aumento na participação dos usuários causa na qualidade do serviço da ER, diminuem.

Em outras palavras, isto significa que a participação dos usuários nos processos de Engenharia de Requisitos traz melhores resultados quando o sistema é complexo. Quanto mais simples o processo, menor é a influência da participação dos usuários.

Além dos trabalhos de pesquisa que foram citados acima, não existem evidências adicionais da aplicação de Métricas de Software na Engenharia de Requisitos.

Este capítulo está dividido em três seções principais. Com a finalidade de definir alguns conceitos básicos e fundamentar o conhecimento sobre os assuntos, na primeira seção será feita uma introdução à Engenharia de Requisitos e na segunda seção serão introduzidos conceitos de Métricas de Software. A terceira seção aborda o projeto de pesquisa de Khaled e Nazim, utilizado como base deste trabalho. O processo criado por eles será explicado e os resultados que foram obtidos serão mostrados.

2.1 ENGENHARIA DE REQUISITOS

Segundo Pohl [11], a Engenharia de Requisitos pode ser definida como o processo sistemático de descrever requisitos através de um processo cooperativo e iterativo de analisar o problema, documentar as observações resultantes numa variedade de formatos de representação e verificar a exatidão do conhecimento adquirido.

A definição acima, criada por Pohl [11], em 1993, no artigo "*The three dimensions of Requirements Engineering*", é uma das primeiras definições da Engenharia de Requisitos. Esta definição é importante porque destaca alguns dos pontos complicados da Engenharia de Requisitos.

Segundo Macaulay [9], cada parte da definição leva a um número de questões:

a) "... o processo sistemático de descrever requisitos ..."

- Como o processo pode ser sistemático quando há tantos fatores desconhecidos no início do mesmo? Como é possível usar um método passo-a-passo quando não se sabe quantos passos serão necessários, ou quando pode ser difícil de perceber que o fim foi alcançado?

b) "... através de um processo cooperativo e iterativo de analisar o problema ..."

- Quantas iterações serão necessárias?
- Como saber quando foram obtidos requisitos suficientes?
- O que significa o termo suficientes?

- Cooperativo se refere à cooperação entre pessoas. Quem deveria estar envolvido no processo? Como esta comunicação deveria ser feita? Como as pessoas chegarão a um acordo sobre o processo?
 - Os usuários deveriam ser participantes ativos? Deveriam estar envolvidos nas tomadas de decisão ou deveriam ser simplesmente fontes de informação?
- c) "... documentar as observações resultantes numa variedade de formatos de representação ..."
- Qual ou quais formatos de representação deveriam ser utilizados?
 - Como os resultados deveriam ser documentados?
 - Quais padrões e notações deveriam ser adotados e por quê?
- d) "... verificar a exatidão do conhecimento adquirido."
- Como saber quando o processo terminou?
 - Quão exatos os requisitos devem ser? O que exatidão significa neste contexto?
 - Todas as pessoas envolvidas no processo de requisitos terão o mesmo entendimento?

A Engenharia de Requisitos, que neste trabalho será referenciada como ER, é a atividade mais importante no ciclo de vida do projeto de software, pois todas as atividades subseqüentes têm como base o processo de ER. Caso o processo de ER seja efetuado de forma incompleta ou errônea, o sistema resultante terá grandes chances de apresentar algum tipo de falha.

A ER está preocupada com o quê precisa ser desenvolvido, ao invés de como isto deve ser desenvolvido. Outro ponto de preocupação é a situação futura. As entradas para um projeto de sistema são o trabalho atual do usuário e as opções tecnológicas e a saída do projeto será o sistema futuro resultante. Partindo deste ponto de vista, o processo seria extremamente fácil.

Porém, não é tão simples. Existem dificuldades em projetar um sistema antes da situação futura ser conhecida. O que precisa ser projetado? Em outras palavras, quais são os requisitos para o projeto?

Antes de o projeto poder começar, deve haver algum conhecimento sobre a situação futura, o que inclui o sistema a ser desenvolvido. A ER está preocupada em descobrir sobre a situação futura e as mudanças associadas. Preocupa-se em obter informações, considerar as opções possíveis e identificar o quê deve ser projetado, para alcançar algumas necessidades futuras que foram percebidas.

Observando a situação do ponto de vista do cliente, percebe-se que o mesmo vive em um ambiente em constante mudança, no qual novos desafios e oportunidades, novos problemas e restrições ocorrem quase diariamente. Os sistemas atuais nunca serão completamente adequados à situação futura que as mudanças trarão.

O ciclo de utilização típico de um sistema, visto pela perspectiva do cliente é o seguinte: em primeiro lugar, o cliente identifica uma necessidade para um sistema ou produto. O sistema é comprado e instalado, os usuários são treinados para utilizá-lo, algumas tarefas podem ser re-projetadas, partes da organização podem ser re-estruturadas e, se tudo correr bem, o sistema tem utilização limitada ou completa. Eventualmente, devido a mudanças no ambiente, os limites do sistema são atingidos. O cliente avalia a situação e decide que há necessidade de alterações no sistema. É evidente que nem sempre essa necessidade de alterações implica em comprar e instalar um novo sistema. Ela pode simplesmente significar que alguma funcionalidade adicional seja necessária, ou uma atualização para uma versão mais rápida ou mais eficiente do sistema atual. Em alguns casos, essa necessidade pode indicar que os funcionários devam utilizar o sistema mais efetivamente.

Portanto, do ponto de vista do cliente, um estágio de requisitos é necessário porque ajuda a entender as novas necessidades e a identificar como as mesmas podem ser satisfeitas.

2.1.1 Definição de Requisito

Em termos simples, um requisito poderia ser definido como sendo “alguma coisa que o cliente precisa”. Entretanto, do ponto de vista de um analista de sistemas, requisito também poderia ser definido como sendo “alguma coisa que precisa ser

projetada”. Estas podem ser ou não definições semelhantes, visto que talvez um analista tenha que especificar requisitos que sejam necessários ao sistema, mas que não sejam necessários na visão do cliente, o que violaria a primeira definição, pois mesmo sendo algo que o cliente não precise, ainda seria um requisito.

Há inúmeras definições do termo requisitos, sendo melhores as da norma 610, de 1990, da IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*):

- a) uma condição ou capacidade necessária a um usuário para resolver um problema ou atingir um objetivo;
- b) uma condição ou capacidade que deve ser encontrada ou possuída por um sistema ou componente do sistema para satisfazer um contrato, padrão, especificação ou outros documentos impostos formalmente;
- c) uma representação documentada de uma condição ou capacidade, como nos itens anteriores.

O padrão IEEE coloca ênfase em requisitos de software, embora vários autores digam que as definições acima são suficientemente genéricas para utilizá-las em situações não específicas a software.

2.1.2 O Processo de Engenharia de Requisitos

Em seu livro “*Software Requirements: Objects, functions and states*”, sobre requisitos de software, Davis (1993) descreve dois tipos de atividade que ocorrem durante a fase de requisitos de um projeto.

O primeiro tipo de atividade é a análise do problema, onde “os analistas gastam o tempo usando técnicas de *brainstorming*, entrevistando pessoas que possuem mais conhecimento sobre o problema em questão e identificando todas as restrições possíveis na solução do problema”.

A segunda atividade é a descrição do produto, onde “é hora de pegar a caneta na mão e tomar algumas difíceis decisões e preparar um documento que descreve o comportamento externo esperado do produto...”.

Davis reconhece que estas duas atividades não são necessariamente seqüenciais ou mutuamente exclusivas. Enquanto a primeira atividade é caracterizada pela incerteza, uma expansão da informação e do conhecimento, a segunda atividade caracteriza-se pela organização das idéias, resolução de visões conflitantes e eliminação de inconsistências e ambigüidades.

Davis também reconhece que as técnicas aplicadas a cada uma das atividades serão muito diferentes. No entanto, não há somente um único modelo de processo, mas muitos. Concluindo, situações diferentes requerem modelos de processo diferentes.

2.2 MÉTRICAS DE SOFTWARE

Software Measurement, neste trabalho tratado como Medição de Software, é definido como sendo o processo de designar símbolos, geralmente números, para representar um atributo da entidade de interesse, através de regras bem definidas.

A definição acima merece algumas considerações. A entidade que se deseja medir pode ser um objeto ou um processo. Como exemplos de objetos, tem-se um programa de computador, um manual do usuário, uma descrição de requisitos, um modelo de dados ou um código fonte. Como processos, pode-se citar um teste de código, uma depuração ou uma manutenção de software.

Os atributos a serem medidos também podem ser de diversos tipos, tais como tamanho, custo e duração. Os números são usados para qualificar estes atributos.

Por último e mais importante, a designação dos símbolos ou números deve seguir uma regra explícita. Sem isto não seria possível diferenciar entre medição e designação aleatória de números. Esta necessidade de regras bem definidas é que provê uma base para a objetividade no processo de medição. Quanto mais cuidadosamente são definidas as regras, melhor o escopo da objetividade.

2.2.1 A Finalidade da Medição

A medição é utilizada para responder perguntas, tais como: a técnica “A” traz mais ganhos de produtividade que a técnica “B”? Quanto tempo vai demorar?

Se não existirem perguntas, não é necessário medir. A medição informa a análise e melhora as habilidades críticas, ajuda a superar a subjetividade e provê um nível de precisão impossível de ser atingido de outras formas.

Mesmo não sendo uma solução infalível, visto que o mal-uso é sempre possível, a medição tem potencial para transformar a computação em uma ciência observacional e o desenvolvimento de software em uma atividade de engenharia.

O potencial da Métrica de Software é vasto. Alguns exemplos são citados a seguir.

Um dos maiores interesses dos gerentes é determinar os requisitos da equipe para um projeto. A estimativa de esforço em um projeto é determinada pela produtividade dos engenheiros de software. Por exemplo, se sob certas condições um engenheiro pode produzir 25 linhas de código testado e documentado por dia e, se for possível estimar o tamanho do produto em termos de linhas de código (LOC – *lines of code*), então será possível prever o esforço de engenharia de projeto requerido como (LOC/25 - estimado) por dia de pessoal.

Outra aplicação de medição é monitorar a confiabilidade do software durante o tempo. Novamente, sem contar os defeitos é difícil responder com qualquer tipo de precisão. Medir características de qualidade também ajuda a entender melhor as medidas de produtividade. Por exemplo, ganhos modestos em produtividade, que impliquem em uma larga perda em confiabilidade, podem ser considerados como não atrativos.

A medição pode ser aplicada para verificar o impacto de uma alteração num programa antes da mesma ser executada, comparar o efeito de uma nova tecnologia sobre a prática atual, estimar tendências de produtividade durante um período de tempo, prever o esforço de desenvolvimento, identificar as práticas boas e ruins, as partes mais difíceis de manter de um sistema, habilitando os engenheiros a realizar trabalhos de reengenharia altamente direcionados e estabelecer padrões mínimos de

teste para procedimentos de decisão. Em última instância, a medição pode fornecer uma identificação rápida de que um projeto está saindo do rumo.

Formalmente, a medição é um sistema de relações numéricas e empíricas e uma função de mapeamento do domínio de observações empíricas para números.

Para ser uma medição válida, o mapeamento deve preservar as relações empíricas como relações equivalentes no sistema numérico, ou seja, satisfazer as condições de representação. Existem diferenças entre tipos de escala em termos de relações observáveis e também transformações possíveis no sistema numérico, as quais ainda preservam a condição de representação.

Para validar uma medição empiricamente, precisa-se entender para que finalidade a mesma será utilizada. Não se pode afirmar, por exemplo, que o número de linhas de código é uma medição ruim, tendo em vista que a mesma não permite prever o esforço de manutenção com precisão. Ela é uma medição válida e suficiente para o atributo tamanho de um programa, mas um componente pouco útil de um sistema de predição de esforço de manutenção.

Desta forma, pode-se concluir que o aparecimento da medição de atributos é um processo incremental e às vezes prolongado e que o ponto de partida é um entendimento intuitivo e informal do atributo em questão.

No desenvolvimento das escalas de medição para atributos particulares, é comum iniciar com um conceito de atributo quantitativo e descrito verbalmente. O objetivo da medição é dar objetividade, uma base empírica, precisão e brevidade a esta descrição do atributo.

A métrica ajuda a entender, definir, gerenciar e controlar o desenvolvimento de software e os processos de manutenção. Da mesma forma, as atividades relacionadas à métrica, tais como avaliação e verificação são úteis ao desenvolvimento, definição e entendimento da disciplina de Engenharia de Software.

O desenvolvimento de um sistema de informação complexo é análogo a desenvolver um artefato complexo de engenharia, em qualquer disciplina de engenharia. Mas, na engenharia de software, o artefato desenvolvido não é uma entidade física. Como alguns exemplos de sistemas de informação complexos, podem-se citar os sistemas integrados de gestão e os sistemas de missão crítica.

As atividades neste caso seriam o entendimento dos requisitos nos termos das limitações dadas, o desenvolvimento de possíveis soluções, o projeto detalhado da solução escolhida e os preparativos para os testes.

A teoria da medição é uma teoria bem desenvolvida e serve para ser utilizada na definição de métricas. Os princípios subjacentes a esta teoria podem, de fato, ajudar a formar a base de uma sub-área dentro da engenharia de software – uma sub-disciplina de medição e avaliação para toda a engenharia de software.

2.2.2 A Medição e o Entendimento

Há uma expressão conhecida que diz que não se pode entender algo se não puder ser medido. Ela tem sido interpretada como: se for possível atribuir números a alguma coisa, então, pelo menos parcialmente a entende-se. A insensatez nesta afirmação é que também é possível atribuir números a coisas que não se entende. Esta interpretação pode causar problemas sérios, pois se uma pessoa acha que entende algo, ela vai agir muito diferente de que se descobrir que não entende. E, de fato, o uso das métricas de software tem geralmente produzido grandes mal-entendidos e falsas informações.

Geralmente as pessoas acreditam que antes da medição elas entendem pouco do assunto e que depois da medição elas sabem muito mais. Este mal-entendido é explicado considerando-se a teoria da medição. O entendimento real é feito no desenvolvimento da métrica. Quando uma métrica é aplicada a um objeto particular, algo sobre aquele objeto pode ser aprendido, mas este pedaço específico de informação só foi conhecido devido à grande quantidade de informação que foi absorvida no desenvolvimento da métrica.

2.2.3 Os Primeiros Trabalhos da Métrica de Software

Em 1972, Maurice Halstead publicou seu primeiro artigo na área que se tornaria conhecida como Ciência de Software. Embora alguns artigos anteriores, como o de Rubey e Hartwick de 1968 e os de Knuth, Sammet e Van Emden, de 1971, foram os precursores do campo das métricas de software, o artigo de Halstead foi o início do primeiro longo esforço de pesquisa em métricas de software. Durante muito tempo neste início, o campo era cercado de controvérsias e pouco considerado por uma significativa porção da comunidade de pesquisa em Ciência da Computação.

A pesquisa em métricas é claramente essencial para a capacidade de medir atributos de software e o processo de desenvolvimento de software.

O primeiro artigo no campo da métrica de software parece ser “Medições Quantitativas da Qualidade dos Programas”, em inglês “*Quantitative Measurements of Program Quality*”, escrito por R. J. Rubey e R. D. Hartwick, que foi apresentado na Conferência Nacional de Computação ACM em 1968.

Rubey e Hartwick apresentaram um sistema para avaliar atributos de software, ao qual alegaram ser uma definição de qualidade de software. Métricas quantitativas estavam associadas a cada atributo.

O modelo também incluía fatores externos de avaliação, como um meio de determinar quão eficientemente o programador se portou, dadas as restrições às quais o mesmo não tinha controle.

O modelo de qualidade provê um meio de relacionar todos os fatores necessários para julgar a qualidade de um programa: a medida absoluta do grau ao qual o mesmo apodera-se dos atributos aplicáveis; a medida normalizada, indicando quão eficiente o programa é na visão dos fatores externos que prevalecem durante o seu desenvolvimento e; a medida de peso, que contabiliza a importância relativa dos atributos.

A complexidade do sistema proposto por eles pode ter sido um fator que auxiliou na falta de avanço ou utilização deste sistema.

O trabalho “Uma análise de complexidade”, em inglês “*An analysis of complexity*”, de M. H. van Emden, em 1971, é outro exemplo das primeiras pesquisas

que pareceram ter pequeno impacto no desenvolvimento do campo. Seu trabalho foi baseado no conceito de probabilidades condicionais e no formalismo da teoria da informação e parecia aplicável à complexidade do modelo de sistemas interconectados, tais como programas construídos em módulos.

Poucos pesquisadores parecem ter estado a par desta proposta probabilística de Van Emden. O campo poderia ter se desenvolvido muito diferentemente se este tipo de proposta, ao contrário das propostas deterministas, tivesse tido mais influência nas pesquisas e no desenvolvimento das métricas de software.

D. E. Knuth conduziu um estudo no verão de 1970, no qual uma amostra de um programa em Fortran foi examinada com o objetivo de capturar quantitativamente “o que os programadores realmente fazem”. Muito desta pesquisa foi dirigido a obter informação de valor para desenvolvedores de compiladores, como por exemplo quantificar a complexidade típica das expressões numa atribuição. O artigo chama-se “Um estudo empírico dos programas em Fortran”, em inglês “*An empirical study of Fortran programs*”, publicado em 1971.

J. E. Sammet, em 1971, ao contrário do trabalho de Knuth com programas, discutiu assuntos relacionados à medição de linguagens de programação, em um artigo chamado “Problemas e uma visão pragmática da medição de linguagens de programação”, em inglês “*Problems in, and a pragmatic approach to, programming language measurement*”, onde ela afirma que é importante notar que há uma grande diferença entre medições de uma linguagem e medições de um programa escrito naquela linguagem. A linguagem pode ser desenvolvida somente uma vez para as especificações dadas, porém, o programa dependerá literalmente de quem o faz e, portanto, poderá ser desenvolvido de forma diferente por programadores.

Muito de sua apresentação foi baseado num requisito expresso de ter-se formas mais precisas de comparar linguagens, ao invés de simplesmente dizer “parecida com tal linguagem ou tal dialeto”. Ela discute a necessidade de métricas de características ambas sintáticas ou não-sintáticas de linguagens, com características não-sintáticas incluindo atributos como consistência, facilidade de uso, generalidade, simplicidade e concisão, bem como a possibilidade de fazer medições com respeito aos vários pontos de visão, incluindo usuários, implementadores e outras linguagens.

Em 1972, por Maurice H. Halstead, foi publicado o primeiro artigo na área que se tornaria conhecida como Ciência de Software. O artigo chama-se “Leis naturais controlando a estrutura do algoritmo?”, em inglês “*Natural laws controlling algorithm structure?*”.

Historicamente, a Ciência de Software era antes referenciada como Dinâmica de Algoritmo, depois Física de Software e somente então Ciência de Software. O nome Dinâmica de Software foi aparentemente escolhido como um termo análogo à Termodinâmica. Enquanto as idéias eram ampliadas, o termo Física de Software começou a ser utilizado e, finalmente, o termo Ciência de Software foi estabelecido para evitar confusões com o trabalho de Ken Kolence, relacionado à avaliação de performance de computadores, visto que seu trabalho, de 1972, também era chamado de Física de Software.

O nome Ciência de Software era para denotar uma ciência que seria a fundação para a nova disciplina de Engenharia de Software, que estava começando a ser desenvolvida. A suposição era que a Ciência de Software seria para a Engenharia de Software o que a Física é para a Engenharia Elétrica.

Para encorajar a idéia de que a Ciência de Software seria a fundação científica para uma disciplina de engenharia, Halstead freqüentemente fazia analogias entre assuntos de software e conceitos em outras disciplinas.

Halstead discutiu o início da Ciência de Software no seu editorial para a edição especial da IEEE, *Transações em Engenharia de Software*, o qual foi publicado após sua morte em 1979. Neste editorial, ele escreveu:

“A ciência de software é um termo utilizado para descrever uma disciplina teórica e experimental, preocupada com as propriedades mensuráveis dos materiais escritos, como os expressos em programas de computador. Ela se originou de uma maneira inesperada, há sete anos atrás, quando percebemos que um programa de computador não precisa ser considerado somente como uma forma de arte ou mesmo como uma lógica matemática, mas ao contrário, poderia ser tratado como uma estrutura sujeita à investigação via os métodos clássicos da ciência natural.”

Uma proliferação da pesquisa relacionada à ciência de software foi conduzida na Universidade de Purdue durante alguns anos. Este trabalho reportou experimentos e aplicações adicionais, refinamento da teoria e novos relacionamentos.

Outro grande esforço de pesquisa foi o Laboratório de Engenharia de Software, criado em Agosto de 1976, no Centro de Vôo Espacial Goddard, na NASA, em cooperação com a Universidade de Maryland. Os objetivos do laboratório eram os seguintes: analisar o processo de desenvolvimento de software e o software produzido, de forma a entender o processo de desenvolvimento, o produto de software, os efeitos de vários melhoramentos no processo e desenvolver medidas quantitativas que se correlacionassem bem com noções intuitivas de software eficientes.

2.2.4 Qualidade de Software

A fim de obter maior qualidade nos produtos de software, as empresas que desenvolvem ou adquirem softwares estão começando a avaliar os mesmos. Para que o nível desta avaliação seja mais elevado, deve-se utilizar um modelo de qualidade que permita estabelecer e avaliar os requisitos de qualidade. Além disso, o processo de avaliação deve ser bem estruturado.

Algumas federações mundiais, tais como a ISO (*International Organization for Standardization*), estabelecida em 1947 e a IEC (*International Electrotechnical Commission*), estabelecida em 1906, são integradas por Organismos Nacionais de Normalização, contam com um representante por país e atuam na normalização internacional de diversos segmentos.

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), fundada em 1940, é o órgão responsável pela normalização técnica no Brasil. É membro fundador da ISO, da COPANT (Comissão Pan-americana de Normas Técnicas) e da AMN (Associação Mercosul de Normalização) e é representante exclusiva no Brasil das entidades de normalização internacional ISO e IEC e das entidades de normalização regional COPANT e AMN. No Brasil, é reconhecida como Foro Nacional de Normalização e tem como principal objetivo editar normas nacionais e representar o país nas entidades

de normalização internacional. É composta de Comitês Brasileiros (CB) e Organismos de Normalização Setorial (ONS) que planejam e coordenam as Comissões de Estudo (CE) que elaboram e mantêm atualizadas as Normas Brasileiras (NBRs).

Normalização é o processo de aplicar regras estabelecidas e executar uma atividade de maneira ordenada.

A utilização de normas no desenvolvimento e no teste de software traz benefícios quantitativos e qualitativos. Como exemplos de benefícios quantitativos, tem-se: redução de custo, tempo e falhas. Alguns benefícios qualitativos poderiam ser: adequação e facilidade de uso.

Os organismos internacionais mais importantes para o setor de software são a ISO e a IEC. Na área de tecnologia de informação (TI), a ISO e a IEC estabeleceram um comitê conjunto chamado *Joint ISO/IEC Technical Committee (JTC)* para a elaboração de normas na área.

Os trabalhos são organizados de acordo com as áreas de especialização e depois são criados os *Working Groups (WG)*. Os trabalhos dos grupos são chamados de projetos e classificados conforme a etapa de desenvolvimento em que se encontram. Somente quando o projeto chega na etapa de “estágio de publicação” (*publication stage*) os documentos associados são chamados de “padrão internacional” (*International Standard*) e recebem a abreviação ISO/IEC.

Na ABNT, as normas relacionadas com software estão subordinadas ao Comitê CB 21 – Computadores e Processamento de Dados. A ele está ligado o Subcomitê de Software SC10, composto por diversas Comissões de Estudos (CE), entre elas a CE-21:101.01, que trata das normas relativas a Qualidade de Software.

Esta CE publicou em agosto de 1996 a norma brasileira NBR 13596, correspondente a ISO/IEC 9126, publicada em 1991. A norma ISO/IEC 9126 é uma das mais antigas da área de qualidade de software.

Segundo a norma NBR ISO 8402, qualidade é definida como a totalidade das características de uma entidade que lhe confere a capacidade de satisfazer as necessidades explícitas e implícitas. Entidade é o produto do qual estamos falando, o qual pode ser um bem ou serviço. Necessidade pode ser definida como a expectativa quanto aos efeitos de um produto.

A norma NBR 13596 relaciona um conjunto de características que devem ser verificadas em um software para que o mesmo seja considerado um “software de qualidade”. No total, são seis grupos de características e cada grupo está dividido em algumas subcaracterísticas, conforme a Tabela 1.

TABELA 1 – MODELO DE QUALIDADE DE SOFTWARE

Característica	Subcaracterística	Explicação da subcaracterística
Funcionalidade (necessidades)	Adequação	Capacidade de fazer o que é adequado
	Acurácia	Capacidade de fazer de forma correta o proposto
	Interoperabilidade	Capacidade de interação c/ os sistemas especificados
	Segurança de acesso	Capacidade de evitar acesso não autorizado aos dados
	Conformidade	Concordância com os padrões e normas
Confiabilidade (falhas)	Maturidade	Frequência de apresentação de falhas
	Tolerância a falhas	Capacidade de evitar falhas
	Recuperabilidade	Capacidade de recuperar dados em caso de falhas
Usabilidade (facilidade de uso)	Inteligibilidade	Facilidade de entender o conceito e a aplicação
	Aprensibilidade	Facilidade de aprender a usar
	Operabilidade	Facilidade de operar e controlar
Eficiência (velocidade e tamanho)	Comportamento em relação ao tempo	Tempo de resposta, velocidade de execução
	Comportamento em relação aos recursos	Quantidade de recursos utilizados, tempo de utilização
Manutenibilidade (facilidade de modificar)	Analisabilidade	Facilidade de encontrar uma falha quando ocorre
	Modificabilidade	Facilidade de modificar e adaptar
	Estabilidade	Tamanho do risco ao fazer alterações
	Testabilidade	Facilidade de testar quando se faz alterações
Portabilidade (facilidade de usar em outro ambiente)	Adaptabilidade	Facilidade de adaptar a outros ambientes
	Capac. p/ ser instalado	Facilidade de instalar em outros ambientes
	Capacidade p/ substituir	Facilidade para substituir outro
	Conformidade	Concordância com os padrões de portabilidade

Embora a norma NBR 13596 enumere as características e subcaracterísticas de um software, ela ainda não define como dar uma nota a um software em cada um destes itens. Para avaliar um software segundo esta norma, deve-se atribuir valores (como se fossem notas ou conceitos) a cada uma das subcaracterísticas.

Atualmente, a norma ISO/IEC 9126 está sendo revisada. Esta revisão não deverá modificar nenhuma das características básicas da 9126. Algumas novas subcaracterísticas serão incluídas, a saber:

- a) conformidade fará parte de todas as características;
- b) atratividade será uma subcaracterística de usabilidade;
- c) co-existência será uma subcaracterística de portabilidade.

Assim, a série 9126 será dividida em quatro partes. A primeira (9126-1 – *Quality Model*) incluirá definições do modelo de qualidade e das características de qualidade. As seguintes descreverão métricas externas (9126-2 – *External Metrics*), métricas internas (9126-3 – *Internal Metrics*) e métricas de qualidade em uso (9126-4 – *Quality in use Metrics*).

O modelo de qualidade é o conjunto de características e os relacionamentos entre elas, que fornecem a base para a especificação dos requisitos de qualidade e para a avaliação da qualidade.

Medição é o uso de uma métrica para atribuir um valor (o qual pode ser um número ou uma categoria), obtido a partir de uma escala, a um atributo de uma entidade. Métrica é o método e a escala de medição definidos e utilizados numa medição. Um atributo é uma propriedade mensurável, física ou abstrata de uma entidade. O valor (número ou categoria) atribuído a um atributo de uma entidade através de uma medição é chamado de medida.

Logo, medição é a utilização de um método e uma escala para atribuir uma medida a uma propriedade de um bem ou serviço.

Na próxima seção será apresentado um instrumento para medir o sucesso da ER, o qual é utilizado como base desta dissertação de mestrado.

2.3 INSTRUMENTO PARA MEDIR O SUCESSO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS

O instrumento utilizado como base nesta dissertação de mestrado foi desenvolvido num projeto de pesquisa internacional, por Khaled El Emam e Nazim H. Madhavji, na Escola de Ciência da Computação da “*McGill University*” e no “*Centre de Recherche Informatique de Montreal*”, ambos em Montreal no Canadá e a pesquisa foi custeada pelo “*IT Macroscope Project*” e pelo “*National Research Council* -

Canada". Os resultados da pesquisa foram apresentados no Segundo Simpósio Internacional em Engenharia de Requisitos da IEEE em 1995.

O objetivo da pesquisa reportada no projeto de Khaled era desenvolver um instrumento para medir o sucesso da ER no desenvolvimento de sistemas de informação de negócios. Usando a distinção entre projetos "customer-specific" (específicos para cada cliente, desenvolvidos sob medida) e "market-driven" (dirigidos ao mercado em geral), o foco original da pesquisa é somente medir o sucesso da ER em projetos desenvolvidos sob medida.

O resultado daquela pesquisa é um instrumento subjetivo com 32 indicadores, que cobrem as duas dimensões mais importantes do sucesso da ER, que são a qualidade do serviço da ER e a qualidade dos produtos da ER. O instrumento tem características desejáveis, como alta confiabilidade e validação de construção e conteúdo. A importância do trabalho de Khaled é que o mesmo constitui o primeiro e único esforço para desenvolver um instrumento de medição do sucesso da ER.

2.3.1 Conceito de Sucesso da Engenharia de Requisitos

Os trabalhos existentes de Engenharia de Software que identificaram indicadores para a avaliação do sucesso da ER foram revisados. Fica evidente desta revisão que a conceitualização predominante do sucesso da ER na literatura de Engenharia de Software tem sido a qualidade dos produtos da ER. Assim, a grande maioria dos indicadores propostos e usados estão avaliando alguns aspectos da qualidade do produto da ER.

Por exemplo, diversos artigos apresentam ou discutem características de qualidade desejáveis das descrições de requisitos. Outros artigos enfatizam a consistência, precisão, integralidade e exatidão dos requisitos. O número de falhas detectadas em documentos de especificação de requisitos também tem sido usado como uma medida de qualidade. Outro método comumente usado para avaliar o sucesso da ER é o número de falhas ou erros de software que se originaram na fase de

ER, que são devidos a requisitos mal-interpretados ou a requisitos errôneos ou incompletos.

Embora exista um foco predominante na qualidade dos produtos da ER como a dimensão principal do sucesso da ER, uma minoria destes artigos sugere que podem existir outras dimensões. Como exemplos, são citados:

- a) a obrigação de melhorar o processo de engenharia de requisitos para garantir a satisfação do cliente e sobre eficiência do processo;
- b) necessidade, que é definida como sendo a quantidade de informações que são desnecessárias e estão incluídas no documento de requisitos;
- c) aspectos de custo-eficiência do processo de ER, tais como o número de mudanças feitas num documento de requisitos e a quantidade de re-trabalho;
- d) a implementação em ferramentas CASE, que melhora a produtividade e a eficiência das atividades da ER, além de aumentar a satisfação do usuário.

Desta forma, o sucesso da ER não é unidimensional, ou seja, existem outras dimensões além da qualidade dos produtos da ER. Mais especificamente, pode-se concluir que existe pelo menos outras duas dimensões, uma interessada na satisfação do usuário/cliente e outra na produtividade/custo-eficiência do processo de ER.

2.3.2 Método de Pesquisa

Esta seção explica como o instrumento foi criado, tratando desde o contexto do estudo, critérios e dimensões de sucesso da ER, características desejadas e obtidas no instrumento.

2.3.2.1 Contexto do estudo

O processo de ER estudado foi a fase de engenharia de requisitos de um método de desenvolvimento de sistema de software. O método (que será chamado de

Método X) foi desenvolvido e é comercializado pela companhia Y. A companhia Y é uma firma de consultoria em sistemas de informação fundada no Canadá com clientes no mundo todo. O nome real da companhia e do método não podem ser divulgados por motivos de confidencialidade comercial.

O foco original naquele estudo são sistemas de informação de negócios desenvolvidos sob medida e que foram desenvolvidos usando o Método X.

O objetivo final da fase de ER do método X é determinar o fator custo-eficiência do sistema de informação a ser desenvolvido e tomar uma decisão de desenvolvê-lo ou não, baseada nisto.

Deve-se notar que antes da fase de ER há uma fase de análise de viabilidade de alto-nível. Já a análise de viabilidade que ocorre durante a fase de ER é muito mais detalhada. Todavia, antes da execução da análise de custo/benefício, os requisitos do negócio devem ser identificados e uma solução recomendada deve ser formulada. A solução recomendada consiste em uma descrição de requisitos, uma arquitetura de alto-nível e uma análise de como o sistema proposto se ajustará e causará impacto na empresa do usuário.

O Método X pode ser considerado como um método genérico que requer customização, na maioria dos casos, para as organizações particulares e projetos onde será seguido. Embora as técnicas primárias estipuladas na fase de ER do método X sejam técnicas de análise estruturada, o método é flexível e permite técnicas alternativas.

2.3.2.2 Desenvolvimento do instrumento

Instrumentos de medição que são usados em pesquisa e na prática devem ser válidos e confiáveis. Diz-se que um instrumento é válido se ele mede o atributo que está pretendendo medir (neste caso em particular, o atributo é o sucesso da ER). Um instrumento é confiável se a proporção do erro de medição feita ao acaso está abaixo de um certo limite geralmente aceito.

Além disso, a administração de um instrumento não deveria sobrecarregar a concentração de quem o responde e, portanto, o comprimento deveria ser minimizado.

Na literatura dos Sistemas de Informação Gerenciais - SIG, em inglês, *Management Information Systems - MIS*, procedimentos qualitativos e quantitativos foram desenvolvidos e usados para assegurar e avaliar a validade e a confiabilidade dos instrumentos de medição. A seguir, discute-se a validade e a confiabilidade e, como foram asseguradas e avaliadas.

2.3.2.3 Validade do instrumento

Há dois tipos de validade que são de interesse: validade do conteúdo e validade da construção. Cada tipo é descrito em mais detalhes a seguir.

2.3.2.3.1 Validade do conteúdo

A validade do conteúdo é a representatividade ou a adequação da amostra do conteúdo de um instrumento de medição. O objetivo da validação do conteúdo é definir e operacionalizar o domínio do conteúdo do atributo a ser medido. O domínio do conteúdo incluiria as dimensões do atributo e critérios representativos que cairiam dentro de cada dimensão. Na seção 2.3.1, supôs-se que o sucesso da ER é um atributo tridimensional.

Subseqüentemente, as dimensões e os critérios potenciais identificados deveriam ser refinados e validados através de um processo de revisão especialista. Este processo de revisão especialista consistiu em três atividades consecutivas: refinar e validar os critérios derivados da literatura, validar e priorizar supostas dimensões do sucesso da ER, e priorizar critérios em cada dimensão. Dentro de algumas destas atividades mais de uma técnica pode ter sido usada, algumas qualitativas e algumas quantitativas. A combinação de coleção de dados e técnicas de análise diferentes aumenta a confiança que se pode ter nos resultados globais.

O processo de revisão especialista específico que foi seguido também é comum no desenvolvimento de instrumentos. Os autores conduziram entrevistas para checar a correspondência entre seus indicadores gerados pela literatura e as variáveis conceituais que os mesmos deveriam medir (refinar e validar os critérios derivados da literatura). Também usaram um procedimento de classificação para eliminar indicadores que recebem baixas posições (priorização). Além disso, executaram uma análise de “*clustering*” (agrupamento) para identificar indicadores que eram semelhantes aos demais (categorização).

2.3.2.3.2 Validade da construção

A validade da construção é um conceito operacional que verifica se as escalas escolhidas estão descrevendo o atributo que está sendo medido. A validade da construção do instrumento foi avaliada usando um tipo de análise de fator, chamada análise de componentes principais e também usando correlações de itens-totais.

A análise de fator é uma técnica multivariada para variáveis de “*clustering*” (agrupamento). Se os agrupamentos emergentes combinam com as dimensões esperadas, então isto é evidência de validade de construção. Claro que isto não prova validade, mas produz evidências.

A lógica por trás da análise de fator é que variação entre diversas questões que formam um agrupamento pode ser atribuída à variação entre projetos em um fator subjacente comum (por exemplo, sucesso da ER). Na apresentação dos resultados, valores de fator que são maiores que 0,5 são considerados significantes. Todos os valores menores do que o valor de corte não são incluídos na apresentação dos resultados.

Nas correlações de itens-totais assume-se a pontuação total como válida. A proporção que um item individual mede a mesma coisa que a pontuação total é um indicador da validade daquele item. Para correlações de itens-totais, cada pontuação da escala foi subtraída do total para evitar uma correlação parte-inteiro falsa e a correlação de cada escala com a nova pontuação foi computada.

Os passos da validação de conteúdo e de construção seguidos pelos autores são descritos em mais detalhes a seguir.

2.3.2.3.3 Refinar e validar os critérios de sucesso da ER

As entrevistas foram o método principal de coleta de dados para refinar e validar os critérios de sucesso da ER. Estas foram acrescidas pela inspeção de documentos relacionados à ER.

Para os propósitos dos resultados apresentados na pesquisa, a coleta de dados preocupou-se em responder uma pergunta: “Quais critérios estão sendo usados no campo para avaliar o sucesso da ER?”. Inicialmente, foi usada uma lista acumulada dos indicadores que foram mencionados na literatura revisada. Esta lista foi modificada subseqüentemente, refinada e reformulada enquanto a coleta de dados progredia.

A estratégia interrogativa era a seguinte: primeiro perguntava-se aos entrevistados sobre o quê entendiam por sucesso da ER em geral. Depois, perguntava-se sobre processos específicos da ER nos quais os entrevistados trabalharam, alguns que foram considerados sucessos e alguns que foram considerados fracassos e, por que eles foram considerados sucessos ou fracassos. Isto forneceu informação sobre critérios para avaliar o sucesso da ER. Todas as entrevistas foram registradas e depois foram transcritas. As cópias foram procuradas manualmente por frases que poderiam ser consideradas critérios para avaliar o sucesso da ER. Para checar a confiabilidade do processo de identificar critérios, algumas cópias de entrevistas foram inspecionadas independentemente por dois pesquisadores e os critérios emergentes foram comparados. Não houve discrepâncias notáveis e isto adicionou mais confiança ao processo. Quando o procedimento foi completado para todas as cópias, foram comparados os critérios de cada entrevista para remover redundâncias.

No total, foram administradas 33 entrevistas com 30 especialistas. Cada especialista entrevistado estava envolvido em pelo menos uma fase da ER (e alguns

em até 35 ou mais fases diferentes da ER) em um ou mais dos seguintes papéis: gerente de projeto, arquiteto-chefe, analista, técnico e/ou auditor.

Dos 30 especialistas, 91% estavam localizados no Canadá e 9% nos EUA. Também, 70% tinham experiência em gerência de projeto, 43% tinham experiência técnica e 33% tinham experiência em pesquisa e educação industrial. A maioria dos entrevistados estava entre os mais antigos consultores sênior na Companhia Y. Deve-se notar que um entrevistado pode estar caracterizado como tendo uma interseção de experiências e, por esta razão, o total não necessariamente completa 100%. Por exemplo, alguns entrevistados eram inicialmente arquitetos-chefes (experiência técnica) e foram subsequenteemente envolvidos em atividades de gerência de projeto ou alguns entrevistados estavam conduzindo pesquisa ou agindo como instrutores de curso em assuntos principalmente técnicos.

O segundo método de coleta de dados foi a inspeção de documentos relacionados a ER. Estes foram obtidos com prudência através dos entrevistados. Este conjunto de documentos incluía: revisões das fases acabadas da ER, um guia de customização para as atividades técnicas e de gerência de projeto do método X e questionários usados para auditar as fases da ER. Cada um destes documentos teve alguma definição de sucesso da ER. Por exemplo, diretrizes de customização para projetos pequenos especificam quais aspectos do sucesso da ER serão atingidos fazendo-se certas customizações. Similarmente, um questionário de auditoria tenta avaliar o sucesso da ER e os fatores que podem ter um impacto sobre ele.

O resultado deste passo foi um conjunto de 34 critérios para a avaliação do sucesso da ER. Cada critério foi mencionado no mínimo por três fontes (entrevistado ou documento). Estes critérios serviram como entradas para os passos subsequentes descritos abaixo.

2.3.2.3.4 Categorizar e priorizar os critérios de sucesso da ER

Durante este passo, os autores tiveram como objetivos checar a perfeição dos critérios, identificar as dimensões do sucesso da ER e priorizar os critérios

interceptando cada dimensão. Para isto, foram entrevistados dez especialistas. Dos dez, 70% tinham experiência em gerência de projeto, 50% tinham experiência técnica e 50% tinham experiência em pesquisa e educação industrial. Estavam todos localizados no Canadá.

Os 34 critérios foram escritos em tiras de papel de 1" x 8.5". Durante cada entrevista, o entrevistado foi apresentado aos papéis. Antes de cada entrevista, os pedaços de papel foram misturados de forma que nenhum dos entrevistados recebeu os critérios na mesma ordem. A cada entrevistado foi pedido que verificasse cada um dos critérios e determinasse se ele concordava ou discordava com o mesmo (como um critério por avaliar o sucesso da ER). Em seguida, pediu-se para o entrevistado colocar os critérios em pelo menos dois grupos, de tal modo que todos os critérios em cada grupo fossem muito semelhantes aos demais e muito diferentes dos critérios nos outros grupos. Pediu-se subseqüentemente que dessem uma interpretação de cada grupo, comentários sobre sua perfeição e a existência de quaisquer critérios sobrepostos (isto é, critérios que se percebeu serem exatamente os mesmos).

Para a tarefa de priorização, pediu-se para os entrevistados classificarem os critérios em cada categoria em termos de quão bem eles avaliavam a interpretação da categoria. Por exemplo, se a categoria fosse interpretada como "satisfação do usuário", então, pedir-se-ia para o entrevistado classificar os critérios em termos de quão bem eles avaliavam "satisfação do usuário".

Os resultados destes entrevistados foram inicialmente analisados por agrupamento e, subseqüentemente, priorizados. Foram executados dois métodos distintos e complementares para a análise de agrupamento: um subjetivo e um numérico. A razão porque ambos foram efetuados é prover convergência de resultados.

Para a análise de agrupamento subjetiva, os autores pegaram as legendas e interpretações atribuídas a cada categoria por entrevistado e as agruparam baseadas na sua similaridade. A similaridade foi determinada pela legenda e as explicações acompanhadas de cada categoria providas pelos entrevistados. Esta tarefa pretendia identificar as dimensões do sucesso da ER. Depois que as dimensões iniciais foram identificadas, foram executadas repetições adicionais da categorização, seguidas de

discussões com colegas e alguns dos entrevistados anteriores. Estas repetições resultaram em refinamentos dos resultados da categorização subjetiva inicial.

Para a análise de agrupamento numérica, foi construída uma matriz de distância. A matriz de distância foi derivada de uma matriz de incidência como segue: $d_{ij} = 1 - s_{ij}$, onde d_{ij} é a distância entre os critérios i e j e, s_{ij} é a similaridade entre os critérios i e j . Similaridade é definida como sendo a proporção de entrevistados que colocaram os critérios i e j na mesma categoria. Subseqüentemente, algoritmos de agrupamento aglomerativos hierárquicos múltiplos foram usados para identificar as várias dimensões ou facetas do sucesso da ER. A confiança nas dimensões emergentes é aumentada se agrupamentos similares são extraídos usando os diferentes algoritmos. Como mencionado anteriormente, uma validação adicional das dimensões do sucesso da ER é produzida se os agrupamentos identificados pelos dois métodos (subjetivo e numérico) convergirem.

Para os critérios em cada um destes agrupamentos, uma priorização foi executada. Esta priorização foi baseada na classificação produzida pelos entrevistados. Para cada critério, a proporção total de entrevistados que o classificaram como mais alto do que todos os outros critérios no mesmo agrupamento foi usado como uma medida de preferência. Esta medida é uma estimativa direta de uma escala ordinal e, conseqüentemente, pode ser usada com a finalidade de classificação.

2.3.2.3.5 Priorizar as dimensões do sucesso da ER

Foram conduzidos dois levantamentos distintos, cada um adotando um método diferente. Se os resultados de usar os dois métodos convergirem, então pode ser obtida maior confiança na validade dos resultados. O objetivo dos levantamentos era priorizar as dimensões do sucesso da ER. As dimensões eram o resultado da categorização executada durante o passo descrito acima. Para o primeiro levantamento, um questionário foi enviado para 25 consultores sênior da companhia Y no mundo todo. Um total de 18 respostas foi recebido, dando uma taxa de resposta de 72%. Das dezoito pessoas que responderam, 61% estavam localizadas no Canadá, 17% nos

EUA, 11% na França e 11% na Austrália. Setenta e oito por cento tinham experiência em gerência de projeto, 89% tinham experiência técnica e 17% tinham experiência em pesquisa e educação industrial. O questionário, entre outras coisas, pediu que as pessoas classificassem as dimensões do sucesso da ER em termos de quão importante cada uma delas seria para constituir um indicador do sucesso global da ER.

A seqüência de classificação do primeiro levantamento foi transformada em posições usando a proporção total de pessoas que responderam ao questionário e que classificaram uma dimensão mais alta do que as outras dimensões. Estas graduações foram usadas como uma medida de preferência. Os resultados desta pesquisa e a análise de dados subsequente (a análise é descrita na seção de resultados) indicaram qual dimensão do sucesso da ER é considerada como sendo a mais importante e qual é a menos importante.

Para o segundo levantamento, seis consultores seniores da companhia Y foram solicitados a preencherem dois questionários cada. Os questionários concerniram uma fase de ER na qual eles estiveram recentemente envolvidos (como consultores externos). Estas fases da ER foram conduzidas nos clientes da Companhia Y. Quatro pessoas estavam localizadas no Canadá, uma nos EUA e uma na Austrália. Um questionário pediu dados sobre uma fase da ER que teve grande sucesso em relação às demais. O segundo questionário pediu dados sobre uma fase que teve notavelmente menos sucesso do que a primeira. As características das doze fases da ER em questão encontram-se resumidas na Tabela 2. As perguntas de interesse para este estudo pediram para as pessoas marcarem em uma escala diferencial semântica de sete pontos, o sucesso da ER observado por eles em cada uma das dimensões do sucesso da ER. A *diferença* entre as duas fases da ER para cada pessoa foi usada subsequentemente para ordenar as dimensões do sucesso da ER. Os detalhes da análise são apresentados na seção de resultados.

TABELA 2 – RESUMO DOS PROJETOS PARA O LEVANTAMENTO DE PRIORIZAÇÃO DAS DIMENSÕES DO SUCESSO DA ER

Negócio da Organização	Área(s) Funcionais do Sistema	Nº de pessoas na equipe de Sist. de Inform. na fase ER	Nº de pessoas na equipe de usuários na fase ER
Governo	Compensação & Benefícios	8	5
Governo	Benefícios Sociais	15	10
Transporte	Financeiro/Vendas/Marketing	3	11
Comunicações	Vendas/Marketing	2	3
Governo	Financeiro	15	15
Governo	Financeiro/Compras/Inventário	6	20
Governo	Seguros	6	4
Governo	Educação	3	25
Varejo/Distribuição/ Transporte	Distribuição	6-8	0
Aeroespacial	Financeiro	2	2
Governo	Loteria	5	20
Governo	Coleta de Multas	4	2

2.3.2.3.6 Desenvolver um instrumento inicial de sucesso da ER

Os 34 critérios já formulados foram o ponto de partida para o desenvolvimento do instrumento. Para desenvolver o instrumento, foi utilizada uma escala diferencial semântica. Esta escala consiste em um conceito e um par de adjetivos nos extremos de uma escala de sete pontos. Por exemplo, “*a ciência dos usuários sobre as mudanças de negócios exigidas para implementar a solução recomendada*” seria considerada como um conceito e, “*suficiente/insuficiente*” seria o par de adjetivos. Cada par de adjetivos e sua escala de sete pontos associada serão referenciadas como sendo um *item*.

Cada critério foi convertido em um ou mais conceitos. Foram desenvolvidos quatro itens para cada conceito. Percebeu-se que os quatro itens eram igualmente bons para medir o conceito. Dois itens foram selecionados aleatoriamente do conjunto de quatro itens. Então, cada conceito terminou com dois itens. Por exemplo, o conceito na

Figura 1 é “o relacionamento entre os usuários e a equipe de ER”. Os quatro itens eram: “*harmônico/dissonante*”, “*bom/ruim*”, “*cooperativo/não-cooperativo*”, e “*sincero/fraudulento*”. Também é mostrada na figura a escala diferencial semântica que foi usada. Para este exemplo em particular, os itens finais usados foram os dois primeiros na figura.

FIGURA 1 – EXEMPLO DE UM CONCEITO, ITENS DESENVOLVIDOS PARA AVALIÁ-LO E UMA ESCALA DIFERENCIAL SEMÂNTICA

O relacionamento entre os usuários e a equipe de ER era:		
Harmônico		Dissonante
Bom		Ruim
Cooperativo		Não-cooperativo
Sincero		Fraudulento

Um instrumento preliminar foi desenvolvido subsequentemente. Cada par de itens foi ordenado inversamente neste instrumento para aliviar a tendência das pessoas em simplesmente marcar sempre a mesma coluna para os itens que cobrem um conceito particular.

Foram conduzidos alguns estudos-piloto para identificar ambigüidades, inconsistências, redação ruim e adquirir um apanhado geral sobre a usabilidade e a clareza do instrumento. Durante o primeiro estudo, o instrumento foi entregue a dois profissionais liberais seniores que trabalham para a Companhia Y e dois pesquisadores seniores do Laboratório de Engenharia de Software da McGill University. Pediu-se para revisarem o instrumento e proverem comentários sobre qualquer ambigüidade, inconsistências, compreensibilidade (inteligibilidade), usabilidade e clareza. Durante o segundo estudo, pediu-se para dois outros profissionais liberais seniores que trabalham para a Companhia Y que avaliassem um processo da ER numa entrevista com um dos autores do instrumento. Pediu-se para cada entrevistado falar em voz alta enquanto avaliava, indicando o que ele interpreta que cada pergunta significa e a razão para as avaliações. Baseado nos comentários dos estudos-piloto, o instrumento foi revisado.

2.3.2.3.7 Avaliar a validade de construção

Para a avaliação empírica da validade de construção, o instrumento inicial foi administrado para coletar dados no sucesso dos processos da ER. Um total de 32 pontos de dados foi coletado, cada ponto de dados representando um processo particular de ER. As características dos entrevistados e dos processos de ER estão resumidas na Tabela 3. Todos os entrevistados eram empregados (na hora do estudo) da Companhia Y. Os processos de ER que eles avaliaram eram processos em que tinham trabalhado ou estavam trabalhando e a fase de ER foi acabada pelo menos uma vez. Os processos de ER foram executados dentro de projetos em clientes da Companhia Y, para os quais os entrevistados eram consultores externos que trabalhavam nos projetos. A análise executada era, como mencionado anteriormente, análise de componentes principais e correlações de itens-totais.

TABELA 3 - RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DOS ENTREVISTADOS E DAS FASES DA ER PARA AVALIAR A VALIDADE DE CONSTRUÇÃO E A CONFIABILIDADE DO INSTRUMENTO

Característica	Valor	Porcentagem/Média/Faixa
Localização dos Entrevistados	Canadá	62,5%
	EUA	25%
	Austrália	12,5%
Cargo dos Entrevistados na fase de ER	Gerente de Projeto/Cliente	41%
	Técnico	37,5%
	Auditor	3%
	Coaching	25%
Negócio Principal da Organização	Governo	37,5%
	Varejo/Distribuição/Transporte	15,6%
	Aeroespacial	15,6%
	Financeira/Seguros	9,4%
	Comunicações	6,25%
Área Funcional do Sistema de Informação	Outros	15,6%
	Financeiro	22%
	Compras	15,6%
	Vendas/Marketing	12,5%
	Controle Inventário/Planejamento	12,5%
	Transporte/Logística	12,5%
Número de Funcionários envolvidos numa fase da ER	Outras	25%
	Funcionários de Sistemas de Informação	5,6 (média) 2-15 (faixa)
	Funcionários Usuários	11,7 (média) 0-120 (faixa)

2.3.2.4 Confiabilidade

Confiabilidade é definida como até que ponto uma experimentação, teste ou qualquer procedimento de medição produz os mesmos resultados em ensaios repetidos e se preocupa com o problema de erro de medição aleatório. A confiabilidade do instrumento foi avaliada usando o coeficiente alfa Cronbach. Para calcular o alfa Cronbach, usaram-se os dados dos 32 processos de ER que foram coletados no levantamento mencionado acima.

No campo dos Sistemas de Informação de Gestão, pesquisadores desenvolvendo e usando instrumentos tendem a relatar o coeficiente alfa Cronbach mais frequentemente. Além disso, alguns pesquisadores consideram o coeficiente alfa Cronbach o mais importante coeficiente de estimativa de confiabilidade.

O alfa Cronbach pode variar de 0 a 1. Um coeficiente de 0 significa inconfiabilidade perfeita e um coeficiente de 1 significa confiabilidade perfeita. Um coeficiente alfa Cronbach de 0,8 é considerado suficiente para propósitos de pesquisa.

2.3.2.5 Eficiência

Os resultados de várias atividades analíticas descritas acima também foram utilizados para reduzir o tamanho do instrumento. Os critérios específicos foram os seguintes:

- a) usando os resultados de priorização de critérios e dimensões. Se um conceito estivesse tratando uma dimensão que foi considerada de baixa prioridade, então este conceito era um forte candidato à eliminação. Se um conceito tivesse uma baixa prioridade quando tratando uma dimensão particular, então este conceito era um forte candidato à eliminação;
- b) usando os resultados da análise de componentes principais. Se um conceito pesou relativamente pouco ou não pesou em seu fator associado, então este conceito era um forte candidato a eliminação;
- c) usando os resultados das correlações de itens-totais. Se um conceito apresentou correlação relativamente fraca com o total, então este conceito era um forte candidato à eliminação;
- d) usando os resultados da análise de confiabilidade. Se a remoção de um conceito do instrumento resultasse em um grande aumento no valor do alfa Cronbach, então este conceito era um forte candidato à eliminação. O uso da análise de confiabilidade para a redução do tamanho do instrumento tem sido executada em estudos anteriores.

Os critérios foram usados em combinação para assegurar a efetividade do instrumento final.

2.3.2.6 Resultados

Os resultados obtidos do método de pesquisa utilizados pelos autores são apresentados em quatro partes. A primeira parte apresenta os critérios de sucesso da ER que foram derivados. A segunda parte apresenta as dimensões do sucesso da ER que foram derivadas. A terceira parte apresenta a prioridade atribuída para cada critério dentro de cada dimensão e a prioridade de cada dimensão dentro do domínio do conteúdo do sucesso da ER. A quarta parte apresenta os resultados da avaliação da validade de conteúdo e da confiabilidade.

2.3.2.6.1 Critérios de sucesso da ER

Um total de 34 critérios para avaliar o sucesso do processo da ER foi identificado. Estes são mostrados na Tabela 4 e são numerados de M1 a M34. Próximo a cada critério está uma breve explicação.

TABELA 4 – CRITÉRIOS PARA AVALIAR O SUCESSO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS - CONTINUA

SUCESSO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS	
CRITÉRIOS DE SUCESSO DA ER	DESCRIÇÃO
M1	<p>Conhecimento dos usuários sobre as mudanças necessárias aos negócios para implementar a solução recomendada.</p> <p>Quão surpresos os usuários ficarão mais tarde com a quantidade de mudanças necessárias nos negócios para implementar a solução recomendada (por exemplo, mudanças na estrutura organizacional ou eliminação de certos cargos)?</p>
M2	<p>Clareza das ligações entre os modelos (de processo^a e de dados) e os objetivos do sistema^b.</p> <p>Qual a facilidade para um analista ver como os subsistemas estão atingindo um objetivo particular do sistema?</p>
M3	<p>Clareza do processo de negócios.</p> <p>Qual a facilidade para os usuários relatarem os seus processos de negócios (existentes ou planejados) para os diversos componentes da arquitetura?</p>
M4	<p>Empenho com o qual as soluções alternativas à solução recomendada foram exploradas.</p> <p>Houve uma tentativa séria em investigar soluções alternativas (por exemplo, comprar um pacote) e caso contrário, há alguma razoável?</p>
M5	<p>Custo e esforço comparados com outras fases similares da ER na mesma organização ou organizações similares.</p> <p>O custo e o esforço de cada fase da ER estão muito diferentes do padrão para este tipo de projeto?</p>
M6	<p>Quantidade de mudanças efetuadas à documentação da ER.</p> <p>Este critério serve para avaliar o custo do re-trabalho.</p>
M7	<p>Reação dos usuários ao custo estimado.</p> <p>Quão surpresos os usuários ficaram ao final da fase de ER pela estimativa de custo para desenvolver e implementar o sistema?</p>
M8	<p>Disposição dos usuários em defender a solução recomendada perante a direção executiva.</p> <p>Este critério é um indicador do comprometimento e da confiança dos usuários com a solução recomendada.</p>
M9	<p>Nível de abrangência da análise de custo/benefício.</p> <p>A que nível os custos de desenvolvimento e implementação do sistema e os benefícios do mesmo foram estudados?</p>
M10	<p>Fração do custo da fase de ER comparada com o custo total (estimado) do desenvolvimento do sistema.</p> <p>Esta fração normalmente atinge entre 10% e 15%.</p>
M11	<p>Quantidade de informações que não foram utilizadas na formulação da solução recomendada e na análise de custo/benefício.</p> <p>Indica o nível de detalhamento excessivo nas atividades de modelagem da ER e nas atividades desnecessárias.</p>

TABELA 4 – CRITÉRIOS PARA AVALIAR O SUCESSO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS - CONTINUAÇÃO

SUCESSO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS		
CRITÉRIOS DE SUCESSO DA ER	DESCRIÇÃO	
M12	Quantidade de benefícios que são esperados pela organização através da implementação da solução recomendada quando comparada a soluções alternativas.	Quanto a solução recomendada é melhor do que as demais?
M13	Clareza das ligações entre os modelos (de processo ^a e de dados) e os assuntos-chave ^c .	Qual a facilidade para um analista ver como os subsistemas estão atingindo um assunto-chave específico?
M14	Adequação do diagnóstico do sistema existente.	Os pontos fracos e fortes do sistema existente foram identificados?
M15	Solidez dos métodos tomados para quantificar os benefícios intangíveis.	Devido à subjetividade da quantificação dos benefícios intangíveis, os métodos tomados deveriam demonstrar solidez.
M16	Clareza das ligações entre os pontos fracos e fortes do sistema existente e os pontos fracos e fortes da solução recomendada.	O novo sistema está atacando os pontos fracos e aproveitando os pontos fortes do sistema existente?
M17	Nível de conformidade dos modelos (de processo ^a e de dados) com as regras de modelagem.	As regras de modelagem incluem critérios de normalização.
M18	Nível de assuntos-chave ^c resolvidos.	Os assuntos-chave foram identificados e resolvidos e, se não foram, há alguma razão para isso?
M19	Nível de entendimento dos usuários sobre o que o sistema irá fazer e não irá fazer.	Quão surpresos os usuários ficarão mais tarde com a funcionalidade do sistema?
M20	Nível de consenso dos usuários sobre a solução recomendada.	Há um acordo entre os diferentes usuários sobre a conveniência da solução recomendada?
M21	Nível de convicção da alta direção de que os benefícios esperados estão a ponto de se materializar.	Este critério serve para avaliar a confiança da alta direção no novo sistema.
M22	Relacionamento entre os usuários e a equipe de Engenharia de Requisitos.	Qual a harmonia deste relacionamento que poderá produzir uma grande cooperação no futuro?
M23	Usuários aprovaram toda a documentação?	Este critério serve para avaliar se os usuários checaram toda a documentação da fase de ER.

TABELA 4 – CRITÉRIOS PARA AVALIAR O SUCESSO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS - CONCLUSÃO

SUCESSO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS		
CRITÉRIOS DE SUCESSO DA ER	DESCRIÇÃO	
M24	Adaptação entre a verba disponível e a necessária para implementar a solução recomendada.	A verba estará disponível para implementar a solução recomendada?
M25	Adaptação entre a arquitetura e a maneira que os usuários trabalham.	A arquitetura é congruente com o ambiente dos usuários (por exemplo, distribuição geográfica) e a natureza dos usuários (por exemplo, se eles têm práticas de trabalho altamente individualizadas).
M26	Habilidade da organização em fazer as modificações necessárias para implementar a solução recomendada.	A habilidade de mudança está refletida em fatores como o histórico de mudanças da empresa e a troca de idéias da cultura corporativa.
M27	Adaptação entre a solução recomendada e a orientação estratégica da organização.	Quão congruente é a solução recomendada em relação à orientação estratégica planejada da organização (por exemplo, centralização ou descentralização da tomada de decisão).
M28	Adaptação entre a solução recomendada e a orientação técnica da organização.	Quão congruente é a solução recomendada em relação à orientação técnica planejada da organização (por exemplo, sistema operacional e tecnologias predominantes).
M29	Disposição da organização em fazer as modificações necessárias para implementar a solução recomendada.	A disposição de mudança está refletida em fatores como sentimento de necessidade de mudança, o qual pode ser impulsionado pelos benefícios a serem obtidos por fazer as mudanças ou pelas perdas excessivas de não fazê-las.
M30	Exatidão das estimativas de custo para a solução recomendada comparada à exatidão requerida pela organização.	A exatidão requerida pela organização é geralmente semelhante à exatidão usada em outros projetos que não são de software.
M31	Nível de apoio da alta direção nas mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.	A direção está comprometida a fazer as mudanças necessárias?
M32	Adaptação entre a arquitetura do sistema e a arquitetura da corporação.	A arquitetura do sistema combina com a arquitetura da corporação?
M33	Nível de semelhança entre a funcionalidade da primeira versão do sistema e as expectativas do usuário.	Quão surpresos os usuários ficarão com a funcionalidade da primeira versão do sistema?
M34	Nível de semelhança da apresentação da análise de custo/benefício com os procedimentos financeiros da organização.	A análise de custo/benefício é geralmente mais compreensível para a administração se ela for semelhante aos procedimentos financeiros que são utilizados na empresa.

^a Um modelo de processo inclui processos do sistema de software (funções) e também atividades de trabalho manuais do processo de negócios.

^b Estes são objetivos do sistema, não objetivos do projeto de desenvolvimento de software e supõe-se que devem ser específicos e mensuráveis. Exemplos de objetivos são *“melhorar a precisão do processo de planejamento em 10%”*, *“prover a habilidade para achar um volume no catálogo automatizado em menos de 5 segundos, 95% do tempo atual”* e *“satisfazer 95% dos pedidos para informação bibliográfica dentro de 5 minutos”*. Como pode ser visto nestes exemplos, a obtenção dos objetivos depende do sistema e do modo como foi projetado.

^c Assuntos-chave são assuntos que concernem ao sistema, não ao projeto. Eles são aspectos críticos do sistema que requerem estudo: sem a sua resolução o sistema não pode ser completamente definido e desenvolvido. Quando um assunto pode ser solucionado sem requerer um exame formal de alternativas pelos tomadores de decisão, então não é um assunto-chave. Exemplos de assuntos-chave são *“o sistema deve ser simples e convidativo de usar e deve permitir aos sócios acharem as respostas para as suas perguntas facilmente. Isto tem a finalidade de assegurar a aceitação do sistema pelos sócios. A assistência da equipe deveria ser requerida somente em casos excepcionais”* e *“serviços como consulta, localização de títulos e processamento de empréstimos e reservas devem continuar no caso de mal-funcionamento ou falhas do sistema automatizado. Isto serve para assegurar continuidade do serviço”*.

Fica evidente que os critérios resultantes deste estudo são bastante diferentes daqueles propostos/usados na literatura. As similaridades serão discutidas primeiro, e então serão apresentadas explicações para as diferenças.

As principais similaridades entre os critérios identificados e os critérios derivados da literatura concernem os indicadores da qualidade dos produtos da ER. Os indicadores mais comumente referenciados na literatura são cobertos nos critérios identificados. Por exemplo, o critério M2 inclui: verificabilidade (porque implica que os objetivos específicos do sistema devem ser definidos) e consistência (a resposta para M2 será desfavorável se houverem conflitos entre os objetivos e modelos); o critério M3 inclui compreensibilidade por clientes/usuários, já que são eles que precisam relatar os modelos para seu negócio; o critério M14 inclui exatidão, visto que avalia até que ponto foram identificados os problemas existentes; o critério M16 inclui exatidão, porque implica que a especificação deveria estar tratando os problemas; e o critério M32 inclui investigação, visto que avalia a correspondência entre a arquitetura do sistema e a arquitetura corporativa. Outras semelhanças são evidentes entre os critérios derivados da literatura que tratam a dimensão da produtividade/custo-eficiência e os critérios identificados aqui. Por exemplo, o critério M6 preocupa-se com a quantidade de re-trabalho e o critério M11 preocupa-se com a necessidade.

Para as diferenças entre os critérios identificados e os critérios derivados da literatura, seguem-se várias explicações. Uma explicação para as diferenças é que os critérios resultantes representam múltiplas dimensões do sucesso da ER, ao passo que a literatura enfoca essencialmente uma dimensão. Outra explicação possível é que os critérios obtidos aqui são específicos ao contexto do estudo em questão, Companhia Y e Método X. Enquanto é esperado que a terminologia dentro deste contexto possa diferenciar-se um pouco da terminologia mais geral na literatura, também há grandes diferenças. Porém, somente através da replicação deste estudo em outro contexto, esta explicação poderia ser eliminada (ou não).

Dentro do contexto estudado, alguns critérios propostos na literatura para avaliar a qualidade dos produtos da ER não são considerados altamente importantes para a fase de ER (isto pode ser porque na literatura a diferença entre a ER e análise/projeto de sistemas é obscura).

Sua importância se torna mais evidente durante as fases subsequentes do ciclo de vida (por exemplo, durante a fase de projeto). Além disso, dentro do domínio estudado, o foco principal está em definir o escopo e o contexto do sistema de informação, em ter certeza de que a solução recomendada é a solução certa para a organização do usuário, em determinar se a solução recomendada vai ter uma boa relação custo-eficiência e em ganhar antecipadamente a aprovação do usuário na solução recomendada.

Assim, por exemplo, indicadores de executabilidade de requisitos cobrem assuntos que são considerados além do escopo da fase de ER. Ainda, era evidente que em alguns projetos do mundo real, partes substanciais do projeto tinham que ser completadas na fase de ER. Isto ocorria, por exemplo, devido a inovação da aplicação (por exemplo, mais detalhes eram necessários para executar uma análise de custo/benefício), devido a necessidade de customização do pacote (por exemplo, os analistas tinham que estimar o custo da modificação do pacote) ou devido à possibilidade de reutilizar projetos de sistemas legados (por exemplo, os analistas tinham que projetar parte do novo sistema para ver quais componentes de projeto poderiam ser reutilizados). Dessa maneira, o critério de independência de projeto não é considerado uma regra para produtos de ER de alta qualidade.

2.3.2.6.2 Dimensões do sucesso da ER

FIGURA 2 – AS DIMENSÕES DE SUCESSO DA ER DETERMINADAS SUBJETIVAMENTE

1. Custo-eficiência do Processo de ER

- Visão de sucesso da ER pelo gerente de projeto.
- Qualidade do processo que foi seguido (por exemplo, *“Você seguiu um bom processo? E o processo estava customizado para as necessidades e peculiaridades da organização?”*).

2. Qualidade dos Produtos da ER

- Visão do executivo ou responsável – a semelhança de alcançar benefícios para a organização.
- Gerenciamento executivo e assuntos de negócios.
- Qualidade da arquitetura/projeto.
- Qualidade e validade da análise de custo/benefício.
- Visão dos analistas – boa prática, garantia de qualidade e qualidade do processo.
- Qualidade do processo que foi seguido (por exemplo, *“Você seguiu um bom processo? E o processo estava customizado para as necessidades e peculiaridades da organização?”*)

3. Qualidade do Serviço da ER

- Comprometimento da organização e capacidade de mudança e implementação da solução recomendada.
- Assuntos organizacionais – o envolvimento da organização e o comprometimento da alta direção para fazer o sistema global obter sucesso.
- Adaptação da solução recomendada com a organização e a arquitetura corporativa global.
- Envolvimento do usuário, aprovação, comprometimento, conhecimento dos negócios.
- Satisfação do usuário.
- Perspectiva do usuário sobre a fase de ER.
- Alinhamento das expectativas do usuário com a solução recomendada.
- Visão do gerente de projeto sobre o sucesso da ER.
- Assuntos de negócios.

Como mencionado anteriormente, duas linhas de análise de agrupamento foram empregadas, uma subjetiva e uma numérica. A análise de agrupamento subjetiva inicial produziu três agrupamentos, como mostrado na Figura 2. Estes três agrupamentos foram rotulados pelos autores como:

- a) custo-eficiência do processo de ER;
- b) qualidade dos produtos da ER;
- c) qualidade do serviço da ER.

A Figura 2 mostra os rótulos particulares usados pelos entrevistados. Deve-se notar que muitos dos rótulos são similares e, por isso, foram agrupados e substituídos por um rótulo genérico na figura em questão. Os nomes das dimensões vistos na figura são baseados nos comentários dos entrevistadores.

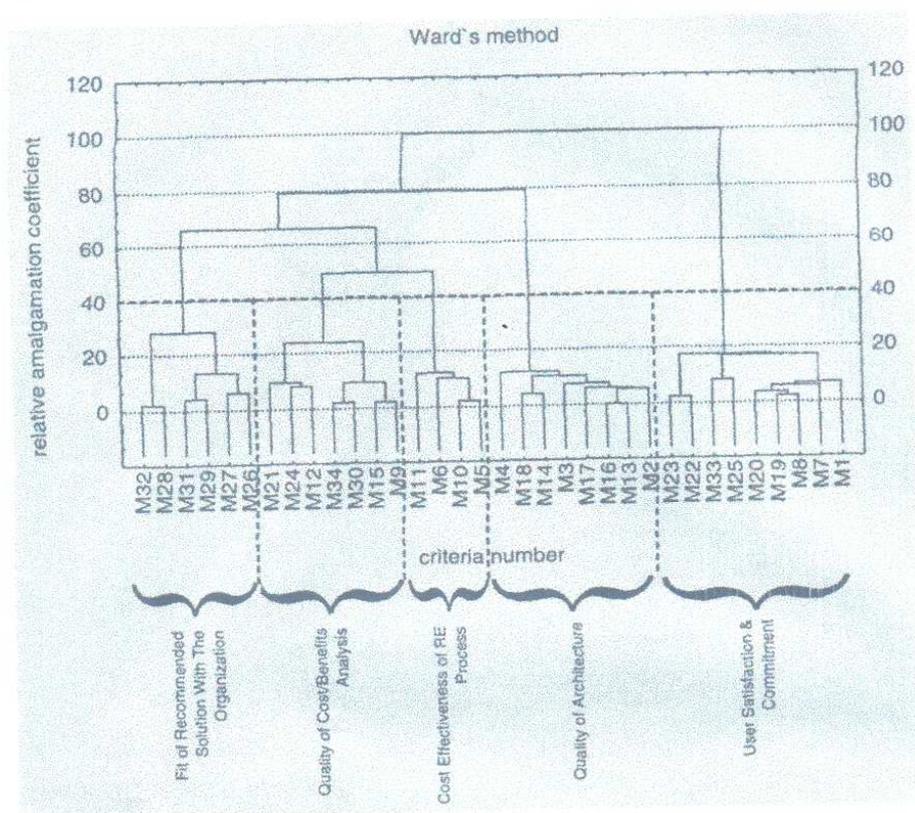
Várias observações interessantes podem ser feitas através da categorização subjetiva. Em primeiro lugar, a descrição feita pelos entrevistados das categorias rotuladas como “a visão de sucesso da ER pelo gerente de projeto” preocupava-se com o custo-eficiência do processo de ER e com a qualidade do serviço da ER, enquanto “a visão dos analistas sobre o sucesso da ER” preocupava-se com a qualidade dos produtos da ER. A primeira descrição se adapta bem às responsabilidades de um gerente de projeto, as quais incluem gerenciar os relacionamentos com os usuários e as expectativas deles, bem como gerenciar as verbas e os cronogramas. Embora a qualidade do produto também seja a responsabilidade principal do gerente de projeto, considerando-se que o mesmo é provavelmente a pessoa mais dispendiosa em um projeto, é comum delegar a responsabilidade sobre a qualidade do produto para um arquiteto-chefe (analista coordenador).

Em segundo lugar, a descrição dos entrevistados sobre as categorias rotuladas como “qualidade do processo” preocupava-se com o custo-eficiência do processo de ER e com a qualidade dos produtos da ER. Isto se adapta bem às noções existentes da comunidade de processo de software, as quais dizem que processos melhorados conduzem a uma qualidade de produto melhorada, bem como a um custo-eficiência melhorado (devido a menos re-trabalho). Finalmente, a qualidade dos produtos da ER abrange rótulos que cobrem assuntos de negócios e assuntos executivos. Ainda, a

qualidade dos produtos é percebida como sendo um conceito mais amplo do que o tratado pela literatura existente.

Para a análise de agrupamento numérico, diferentes algoritmos de agrupamento foram utilizados na investigação da estrutura subjacente do sucesso da ER nos dados (ligação simples, ligação completa e ligação média) e em todos os resultados similares providos. Os resultados da aplicação do método de Ward são apresentados aqui com propósitos ilustrativos. O dendrograma resultante da aplicação do método de Ward é representado na Figura 3 (o eixo y é o coeficiente de amalgamação relativa, expresso como uma porcentagem da distância máxima). Para cada agrupamento, sua interpretação é apresentada como um rótulo. Estas interpretações foram derivadas das providas pelos entrevistados.

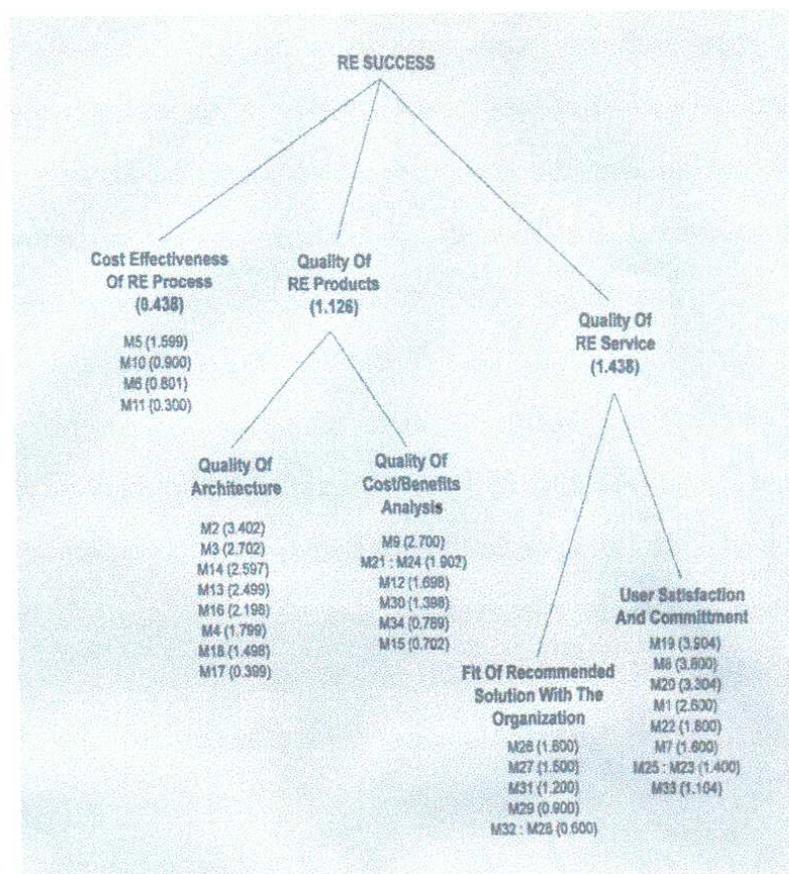
FIGURA 3 - O DENDROGRAMA RESULTANTE DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE WARD



Na solução a árvore foi cortada em cinco agrupamentos. A linha através da árvore na Figura 3 mostra onde cinco agrupamentos foram formados. Duas heurísticas foram usadas para decidir cortar a árvore naquele ponto. A primeira heurística é cortar a árvore no ponto onde o coeficiente de amalgamação pula de valor entre dois

agrupamentos. Isso indica que dois agrupamentos relativamente diferentes foram fundidos. Isso ocorre depois da formação de cinco agrupamentos. A segunda heurística é plotar o coeficiente de amalgamação relativa em comparação ao número de agrupamentos. Um plano (achatamento) da curva plotada indica que nenhuma informação nova está sendo adicionada. Isto ocorreu claramente na solução dos cinco agrupamentos.

FIGURA 4 - AS DIMENSÕES DO SUCESSO DA ER DETERMINADAS NUMERICAMENTE, AS PRIORIDADES DOS CRITÉRIOS QUE COBREM CADA DIMENSÃO E AS PRIORIDADES DE CADA DIMENSÃO COBRINDO O SUCESSO DA ER



Os cinco agrupamentos também são mostrados na Figura 4 (os números na figura dizem respeito à priorização e serão descritos abaixo). Como dois dos agrupamentos se relacionaram diretamente à qualidade dos produtos do processo de ER (qualidade da arquitetura e qualidade da análise de custo/benefício), eles foram agrupados em uma dimensão geral: qualidade dos produtos da ER. Além disso, como dois outros agrupamentos pareceram dizer respeito mais aos usuários (satisfação e

comprometimento do usuário e a adaptação da solução recomendada com a organização), eles também foram agrupados como a dimensão de qualidade do serviço da ER. Esses grupos foram impelidos parcialmente pelos resultados da revisão da literatura conduzida no início do estudo, quando também foram identificados os três tipos de conceitualizações do sucesso da ER.

Uma validação da redução dos cinco agrupamentos em três está baseada em duas observações. Em primeiro lugar, a comparação dos agrupamentos gerados usando os dois métodos (subjetivo e numérico) revela uma forte convergência. Isso confirma que as dimensões não são artefatos dos métodos particulares usados. Em segundo lugar, os resultados da análise de fator com as duas dimensões retidas do sucesso da ER (que serão apresentadas depois) confirmam que os indicadores que cobrem cada uma das duas dimensões co-variam. Isso indica que existem dois conceitos abstratos causando esta co-variação, como definido pelo agrupamento definitivo.

As três dimensões do sucesso da ER baseadas nos resultados dos dois métodos complementares para análise de agrupamento são as seguintes:

a) o custo-eficiência do processo de ER:

- esta dimensão avalia se uma quantidade razoável de recursos foi consumida durante a fase de ER. A definição de racionalidade inclui um componente relativo (relativo a outras fases da ER e relativo a outras atividades realizadas durante o desenvolvimento do sistema), o que pode nomear um componente de necessidade (se toda a documentação produzida foi necessária) e um componente de re-trabalho (custo de re-trabalho).

b) a qualidade dos produtos da ER:

- a qualidade dos produtos da ER consiste em duas subdimensões: qualidade da arquitetura e qualidade da análise de custo/benefício. Estas duas subdimensões representam a qualidade dos principais documentos que foram produzidos ao final da fase de ER;
- a maioria dos critérios derivados da literatura corresponde àqueles sob a qualidade da arquitetura na Figura 3. Porém, um aspecto importante da solução recomendada é a qualidade da análise de custo/benefício. Esta

análise inclui: uma estimativa de custo, uma estimativa de benefícios, o valor atual dos custos e benefícios e uma recomendação (incluindo análise de riscos e racionalidade) avaliando se o desenvolvimento do sistema deve ou não continuar;

- a qualidade da análise de custo/benefício e a capacidade da organização em compreender os benefícios têm um impacto não-trivial na qualidade do rendimento da ER como um todo. Isto é importante porque poucas organizações são orientadas-à-benefícios; se os custos estimados são razoáveis elas irão em frente com o desenvolvimento sem considerar seriamente os benefícios e o quê elas devem fazer para atingir os mesmos.

c) Qualidade do Serviço (QoS) da ER:

- a qualidade da dimensão do serviço do sucesso da ER diz respeito ao serviço provido pela equipe de ER para os usuários. O papel dos usuários durante o desenvolvimento do sistema não pára ao final do processo de ER. Eles deveriam estar envolvidos em graus variáveis durante as fases remanescentes do desenvolvimento do sistema, bem como durante a operação e a manutenção. Portanto, é crucial prover um serviço que satisfaz os usuários e gerenciar adequadamente suas expectativas. Isso serve para assegurar que os usuários irão participar nas demais fases e que irão utilizar o sistema depois que o mesmo estiver operacional.

A consequência do processo de ER não é somente uma especificação ou uma arquitetura do sistema de informação. O sistema é considerado como sendo parte de uma solução de negócios, a qual pode necessitar novos procedimentos de trabalho, mudanças na estrutura organizacional, mudanças no pessoal ou em suas habilidades e/ou mudanças nos relacionamentos com clientes e fornecedores. Ainda, os produtos do processo de ER constituem uma mudança organizacional recomendada, apoiada pela tecnologia de informação. Isso é referenciado como sendo a solução recomendada, que deve adaptar-se à organização e à sua capacidade de implementá-la.

Além disso, deve-se notar que a solução recomendada pode não conter alguma mudança. Isso significa que o projeto de desenvolvimento do sistema deve terminar ao final da fase de ER. Isso pode ser devido a um custo desproporcional comparado aos benefícios esperados. Neste caso, o processo de ER não foi um fracasso, visto que o mesmo salvou a organização de empenhar-se no que seria um erro dispendioso. Se a recomendação for de terminar o projeto, uma maior qualidade de serviço irá assegurar que os usuários estão convencidos de que esta é uma conduta correta e que eles estarão preparados para participar em projetos futuros.

2.3.2.6.3 A importância relativa dos critérios e dimensões

Os critérios em cada agrupamento estão apresentados na Figura 4 em ordem de prioridade, com os critérios de maior prioridade no topo. Um sinal de dois pontos na figura indica que dois critérios têm a mesma prioridade. Esta priorização indica quão bem um critério particular, comparado com outros critérios, é uma medida da interpretação do agrupamento. Próximo a cada critério/critérios está o valor de medida preferencial que foi usado na priorização. Pode ser lembrado que a proporção total de pessoas que responderam aos questionários e que classificaram um critério mais alto do que outros critérios no mesmo agrupamento foi usada como uma medida de preferência.

Durante as entrevistas e os passos de validação, percebeu-se que especialistas diferentes colocaram níveis diferentes de ênfase em cada uma das três dimensões de sucesso da ER. Isso inicialmente pareceu ser dependente de seus conhecimentos e suas experiências particulares.

Por exemplo, um gerente de projeto A tem que completar a fase de ER dentro de uma verba muito apertada. Dentro do ambiente em que ele opera, um projeto é mais bem sucedido se custa menos dinheiro. Sua principal preocupação é o custo-eficiência do processo de ER. É evidente que ele também quer produtos com uma qualidade razoável, porém, isso é uma preocupação secundária ou terciária. As experiências do

gerente de projeto A têm quase sempre sido em ambientes aonde tais restrições de verbas existem.

Ao contrário, um gerente de projeto B tem freqüentemente estado envolvido em projetos do governo. Embora as restrições aos orçamentos existissem, eles eram flexíveis e geralmente não apertados. Ele enfatiza fortemente a qualidade dos produtos como o critério principal para avaliar o sucesso da ER. O gerente de projeto B era anteriormente um arquiteto-chefe.

Outro, gerente de projeto C, é essencialmente uma pessoa de negócios; sua experiência é em planejamento estratégico e de negócios. Ele enfatiza a qualidade do serviço, visto que isso coloca em evidência o envolvimento dos negócios e da organização do usuário na fase de ER. O gerente acredita que com um forte apoio do usuário à solução recomendada, muitos problemas potenciais podem ser evitados ou tratados facilmente.

Portanto, dadas as diferentes percepções de prioridade, um método estruturado foi necessário para priorizar as dimensões do sucesso da ER. Os dados do primeiro levantamento de priorização (ver a seção de método de pesquisa), que pediu para as pessoas classificarem as três dimensões do sucesso da ER, foram usados para determinar se houve alguma diferença entre a importância percebida das dimensões do sucesso da ER.

A Figura 4 mostra as medidas de preferência para cada uma dessas dimensões. Fica evidente que a qualidade do serviço da ER é a dimensão mais importante do sucesso da ER (com uma medida de preferência de 1,438) e o custo-eficiência do processo de ER é a dimensão menos importante do sucesso da ER (com uma medida de preferência de 0,438).

Para testar a hipótese nula de que as três dimensões do sucesso da ER são de igual importância contra a hipótese alternativa de que as três dimensões do sucesso da ER são ordenadas na seqüência específica descrita acima, uma estatística não-paramétrica é usada. A estatística particular é L. O teste foi conduzido com um $\alpha = 0,05$ e resultou em rejeitar a hipótese nula, conseqüentemente apoiando a ordenação apresentada acima.

Para os dados do levantamento da segunda priorização (ver a seção de método de pesquisa), foi usada a diferença entre o sucesso de cada uma das dimensões do sucesso da ER. Uma inspeção dessas diferenças revelou que em todas as três dimensões do sucesso da ER, os valores da fase de ER que obteve menos sucesso são sempre menores ou iguais aos valores da fase que mais obteve sucesso. Ainda, as diferenças são todas iguais ou maiores que zero.

É esperado que se a qualidade do serviço da ER for a dimensão mais importante do sucesso da ER, então a diferença entre a qualidade do serviço para a fase mais bem sucedida da ER e a fase menos bem sucedida da ER seria a maior.

Além disso, é esperado que se o custo-eficiência é a dimensão menos importante do sucesso da ER, então a diferença entre o custo-eficiência para a fase mais bem sucedida da ER e a fase menos bem sucedida da ER seria a menor.

A fim de testar esta hipótese, para cada pessoa as diferenças foram classificadas e a estatística L foi computada. Em $\alpha = 0,05$, a hipótese nula poderia ser rejeitada, ainda sustentando a ordenação apresentada acima no nível α especificado.

A convergência dos resultados dos dois diferentes levantamentos aumenta a confiança de que a qualidade do serviço é considerada a dimensão mais importante do sucesso da ER e, o custo-eficiência do processo da ER é considerado a dimensão menos importante do sucesso da ER.

Descobrir que o custo-eficiência é a dimensão menos importante do sucesso da ER não é uma surpresa, considerando-se que a fase de ER consome somente 10% a 15% do total do esforço de desenvolvimento do sistema.

Para explicar a descoberta que a qualidade do serviço da ER é a dimensão mais importante, deve-se compreender que a implementação de sistemas de informação freqüentemente implica em mudanças organizacionais.

O departamento de sistemas de informação de uma organização não pode conduzir ou efetuar tais mudanças. É a organização do usuário que deve tomar a iniciativa de implantar sistemas de informação e fazer as mudanças organizacionais necessárias para assegurar uma implementação de sucesso.

Além disso, como em qualquer esforço para transferir novas tecnologias para uma organização, existe perigo de resistência a mudanças e esforços em oposição à implementação. Isto ocorre por medo de perdas (por exemplo, perda de controle, força, autoridade, independência, responsabilidade e segurança no trabalho) ou falta de benefícios pessoais (por exemplo, usuários ressentidos por ter que executar trabalhos extras quando o sistema de informação está operacional, mas não receber benefícios substanciais por fazê-los; ou usuários dando valor a um sistema antigo que entra em conflito com o uso do novo sistema de informação). As ações impelidas por tais fatores geralmente levam ao cancelamento dos projetos de desenvolvimento de sistemas, ou ao desenvolvimento de sistemas de informação que são sub-utilizados pelos usuários, que não atingem seu potencial ou que nem são utilizados.

Cenários similares aos apresentados levaram alguns autores a sugerir que o desenvolvimento de sistemas de informação é mais um processo político do que um processo técnico.

Dessa forma, há necessidade de negociação, compromisso e acordo entre todas as partes envolvidas e há necessidade de garantir a aprovação antecipada do sistema de informação pelo usuário.

Dada a discussão acima, não é muito surpreendente que a qualidade do serviço seja considerada a dimensão mais importante do sucesso da ER. Deve-se notar também que essa ordenação das dimensões do sucesso da ER provavelmente reflete a severidade dos problemas enfrentados pelos profissionais em seus esforços para desenvolver sistemas de informação que obtenham sucesso. Isso significa que garantir uma implementação de sucesso parece ser a maior dificuldade na prática contemporânea.

2.3.2.6.4 O instrumento de sucesso da ER

A eliminação dos conceitos usando os critérios mencionados no método de pesquisa resultou em um instrumento com 16 conceitos e 32 itens. Estes conceitos e itens estão apresentados na Tabela 5. Os conceitos cobrem as duas dimensões mais

importantes do sucesso da ER: qualidade do serviço da ER e qualidade dos produtos da ER.

Os resultados da análise de confiabilidade para cada conceito também estão apresentados na Tabela 5, sob os cabeçalhos do alfa Cronbach e do erro padrão (de medição). Como pode ser visto, a maioria dos valores do alfa Cronbach estão acima do nível de 0,9 e todos estão acima do nível de 0,8, assim demonstrando relativamente alta confiabilidade.

TABELA 5 – SUMÁRIO DOS COMPONENTES DO INSTRUMENTO E SUAS CARACTERÍSTICAS - CONTINUA

	Conceitos	Itens	α Cronbach	Item- Total	Signifi- cância	Desvio Padrão	Erro Padrão
C1	O conhecimento dos usuários sobre as mudanças necessárias aos negócios a fim de implementar a solução recomendada.	Suficiente/Insuficiente Incompleto/Completo	0,86	0,60 <i>p</i> <0,001	4,23	1,87	0,69
C2	Os usuários defendendo a solução recomendada perante a direção executiva.	Com Vontade/Sem Vontade Fracamente/Fortemente	0,95	0,78 <i>p</i> <0,001	5,22	1,91	0,44
C3	O consenso dos usuários sobre a solução recomendada.	Alto/Baixo Frac/Forte	0,99	0,86 <i>p</i> <0,001	4,72	2,14	0,22
C4	O relacionamento entre os usuários e a equipe de Engenharia de Requisitos.	Harmônico/Dissonante Ruim/Bom	0,98	0,84 <i>p</i> <0,001	5,09	2,07	0,26
C5	A adaptação entre a solução recomendada e a orientação estratégica da organização.	Alta/Baixa Frac/Forte	0,97	0,77 <i>p</i> <0,001	5,45	1,78	0,31
C6	A habilidade da organização do usuário em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.	Apta/Inapta Frac/Forte	0,96	0,77 <i>p</i> <0,001	5,23	1,91	0,39
C7	A vontade da organização do usuário em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.	Com Vontade/Sem Vontade Frac/Forte	0,98	0,87 <i>p</i> <0,001	4,35	2,20	0,27
C8	O nível de apoio da alta direção nas mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.	Apoiadora/Não-apoiadora Frac/Forte	0,99	0,82 <i>p</i> <0,001	4,31	2,20	0,22

TABELA 5 – SUMÁRIO DOS COMPONENTES DO INSTRUMENTO E SUAS CARACTERÍSTICAS - CONTINUAÇÃO

	Conceitos	Itens	α Cronbach	Item- Total	Signifi- cância	Desvio Padrão	Erro Padrão
C9	A abrangência dos custos na análise de custo/benefício.	Completa/Incompleta Inadequada/Adequada	0,90	0,45 <i>p</i> <0,05	5,03	1,65	0,52
C10	A abrangência dos benefícios na análise de custo/benefício.	Completa/Incompleta Inadequada/Adequada	0,81	0,68 <i>p</i> <0,001	4,39	1,74	0,76
C11	A quantidade de benefícios esperados pela organização através da implementação da solução recomendada quando comparada a soluções alternativas.	Superior/Inferior Baixa/Alta	0,92	0,44 <i>p</i> <0,001	5,31	1,45	0,41
C12	A exatidão das estimativas de custo para a solução recomendada comparada à exatidão com que a organização está acostumada.	Superior/Inferior Mais Baixa/Mais Alta	0,95	0,44 <i>p</i> <0,05	5,05	1,65	0,38
C13	As ligações entre os modelos (de processo e de dados) e os objetivos do sistema.	Claras/Obscuras Ambíguas/Óbvias	0,96	0,53 <i>p</i> <0,05	4,97	1,82	0,36
C14	As ligações entre os modelos (de processo e de dados) e os assuntos-chave.	Claras/Obscuras Ambíguas/Óbvias	0,98	0,47 <i>p</i> <0,05	4,17	1,84	0,26
C15	O diagnóstico do sistema existente.	Adequado/Inadequado Insuficiente/Suficiente	0,99	0,26	5,88	1,54	0,17
C16	As ligações entre os pontos fracos e fortes do sistema existente e os pontos fracos e fortes da solução recomendada.	Claras/Obscuras Ambíguas/Óbvias	0,95	0,66 <i>p</i> <0,001	4,94	2,06	0,45

A Tabela 6 mostra a estimativa de confiabilidade para cada uma das duas dimensões do sucesso da ER. Como se pode notar, as estimativas de confiabilidade (próximas do cabeçalho do alfa Cronbach) são suficientemente altas para recomendar a utilização deste instrumento para pesquisa e também para medições práticas.

TABELA 6 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS E ESTIMATIVAS DE CONFIABILIDADE PARA CADA DIMENSÃO DO SUCESSO DA ER

	Qualidade do Serviço da ER	Qualidade dos Produtos da ER
α Cronbach	0,97	0,91
Significância	77,63	79,63
Desvio Padrão	26,61	16,79
Erro Padrão	4,52	5,12
C1	0,77	
C2	0,81	
C3	0,90	
C4	0,84	
C5	0,65	(0,56)
C6	0,70	
C7	0,88	
C8	0,84	
C9		0,67
C10		0,67
C11		(0,40)
C12		0,51
C13		0,72
C14		0,68
C15		0,52
C16		0,80

Os resultados da análise de componentes principais estão apresentados na Tabela 6 (os compostos dos itens foram formados somando-se os valores dos pares de itens). Estes resultados indicam que a estrutura da construção do sucesso da ER iguala-se com aquela esperada originalmente. Em particular, identificou-se que os conceitos que cobrem a subdimensão “adaptação da solução recomendada com a organização” e “satisfação e comprometimento do usuário” (conceitos C1 – C8) acumulam-se altamente no primeiro fator e têm pouca acumulação no segundo fator. Além disso, os conceitos que cobrem a “qualidade de arquitetura” e “qualidade da análise de

custo/benefício” (conceitos C9 – C16) acumulam-se altamente no segundo fator e pouco no primeiro. Estes resultados demonstram boas validades convergentes e discriminantes.

Os fatores de cargas mostrados na Tabela 6 são em geral muito altos (acima do valor de corte de 0,5 geralmente aceito) dando um suporte razoavelmente forte para a validade de construção do instrumento. Deve-se notar que é mostrada uma forte evidência para validades convergentes e discriminantes, com alta acumulação no fator relevante e baixa no outro valor. Também se deve notar que a validade de construção não pode ser alegada até que estes mesmos resultados sejam replicados em estudos subseqüentes. No entanto, os resultados aqui apresentados provêm algumas evidências iniciais que apoiam a validade de construção e, conseqüentemente, encorajam estudos suplementares.

Evidências adicionais para validade de construção podem ser vistas na Tabela 5, sob o cabeçalho itens-totais (correlações). Todas as correlações estão acima de 0,4 e significantes em um nível alfa de 0,05, exceto uma (conceito C15).

2.4 RESUMO

Este capítulo inicialmente propiciou uma introdução às áreas de Engenharia de Requisitos e Métricas de Software. Após esta etapa, o projeto de pesquisa de Khaled e Nazim, utilizado como base desta dissertação de mestrado, foi descrito e suas principais propriedades, tais como validade, confiabilidade e eficiência foram demonstradas. No próximo capítulo será mostrada uma proposta para a sua aplicação em situações reais.

3 PROPOSTA DE APLICAÇÃO PRÁTICA DO INSTRUMENTO

Este capítulo dá uma visão geral da proposta para a aplicação prática do instrumento, indica a diferença entre o domínio original da pesquisa de Khaled e Nazim e o domínio em que o instrumento foi aplicado e mostra as dificuldades que apareceram durante o processo.

3.1 INTRODUÇÃO

Como foi visto no capítulo anterior, o instrumento para medir o sucesso da ER utilizado nesta dissertação de mestrado tem as seguintes características:

- a) origem: projeto de pesquisa internacional;
- b) autores: Khaled El Eman e Nazim H. Madhavji;
- c) objetivo do projeto: criar um instrumento para medir o sucesso da ER no desenvolvimento de sistemas de informação de negócios;
- d) foco original do projeto: medir o sucesso da ER em projetos desenvolvidos sob medida;
- e) resultado do projeto: instrumento subjetivo com 16 critérios de avaliação, que cobrem as duas dimensões mais importantes do sucesso da ER: a qualidade do serviço da ER e a qualidade dos produtos da ER.

O instrumento completo, com instruções padronizadas para sua utilização, está apresentado no Apêndice. Conforme será explicado neste capítulo, o mesmo sofreu algumas modificações. O instrumento original de Khaled, sem as alterações, está incluído no Anexo A.

A seguir será explicado o que é o instrumento, qual a sua finalidade, a quem se destina e como pode ser aplicado na prática.

3.2 DEFINIÇÃO DO INSTRUMENTO

O instrumento é um questionário que tem a função básica de aplicar critérios de avaliação, dezesseis ao todo, agrupados por tópicos de interesse, com a finalidade de medir o sucesso da ER em projetos desenvolvidos sob medida.

Nesta dissertação de mestrado, o instrumento será aplicado a outro domínio: soluções com sistemas de informação dirigidos ao mercado, com o intuito de verificar se existe a possibilidade de sua aplicação também neste novo domínio. Os resultados obtidos em diferentes estudos de caso serão mostrados no próximo capítulo.

Desta forma, o instrumento de medição do sucesso da ER destina-se tanto a empresas que irão desenvolver sistemas de informação de negócios sob medida, bem como a empresas que irão adquirir sistemas de negócios não desenvolvidos sob medida. Como sistemas de informação de negócios, entendam-se sistemas integrados de gestão empresarial, ou seja, soluções de ERP (*Enterprise Resource Planning*).

Teoricamente, o instrumento pode ser aplicado para avaliar quaisquer processos de ER, independentemente da grandeza ou do tamanho do mesmo. Porém, na prática, existem algumas considerações.

Para que o questionário possa ser aplicado, é necessário que o cliente possua uma equipe de tecnologia de informação, que entenda os conceitos envolvidos no processo e possa responder o questionário e avaliar os resultados obtidos.

Além disso, quanto maior a grandeza do sistema a ser implantado, maior os benefícios que serão obtidos com a aplicação do método. Isso ocorre porque o nível de recursos financeiros e profissionais aplicados a uma solução é diretamente proporcional à grandeza do sistema em questão.

Assim, quanto maior o sistema, maior os custos, os riscos e também os benefícios da aplicação do questionário, pois caso sejam encontrados pontos falhos na avaliação, os custos e os riscos poderão ser diminuídos antes mesmo do processo iniciar.

Desta forma, faz mais sentido a utilização do questionário em projetos maiores.

O instrumento deve ser aplicado após a fase de ER e antes do desenvolvimento ou aquisição da solução recomendada, com o intuito de avaliar como foi efetuado o processo de ER e também prover dados que auxiliem na decisão de desenvolver/adquirir ou não o sistema resultante deste processo.

Se a empresa for desenvolver o sistema internamente, ela mesma deverá aplicar o instrumento. Caso a empresa tenha contratado uma empresa externa para desenvolver o sistema, o instrumento poderá ser aplicado em conjunto pela empresa cliente e pelo fornecedor contratado, para que a avaliação seja efetuada da melhor forma possível. Da mesma forma, caso a empresa esteja adquirindo uma solução pronta no mercado, o instrumento poderá ser aplicado pela empresa cliente e pelo fornecedor da solução recomendada (melhor solução entre as disponíveis).

Porém, deve-se agir com cautela ao envolver os fornecedores no processo de avaliação para que o julgamento seja efetuado de forma idônea, sem possíveis interferências da equipe externa, caso existam problemas no processo. A equipe do fornecedor pode induzir a empresa a acreditar que o processo ocorreu melhor do que na realidade.

Por essas razões, sempre que possível, o questionário deve ser aplicado pela empresa cliente, sem intervenções externas. Isso torna o processo mais confiável e seguro.

3.3 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Os critérios de avaliação utilizados no instrumento envolvem diferentes tópicos do processo de ER, tais como os usuários da solução recomendada, a organização do usuário, os custos e benefícios da solução recomendada, os modelos de processos e os modelos de dados e o sistema existente.

Os critérios C1 a C4 são relativos aos usuários, compreendendo visões de conhecimento, disposição, nível de consenso e relacionamento:

- a) C1 verifica o conhecimento dos usuários sobre as mudanças necessárias aos negócios a fim de implementar a solução recomendada;
- b) C2 analisa a disposição dos usuários em defender a solução recomendada;
- c) C3 constata o nível de consenso dos usuários sobre a solução recomendada;
- d) C4 examina o relacionamento dos usuários com a equipe de ER.

Os critérios C5 a C8 dizem respeito à organização do usuário, levando em consideração características como a sua orientação estratégica, habilidade e disposição para mudanças:

- a) C5 averigua a adaptação entre a orientação estratégica da organização e a solução recomendada;
- b) C6 processa a habilidade da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada;
- c) C7 confere a disposição da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada;
- d) C8 mede o nível de apoio da alta direção da organização nas mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.

Os critérios C9 a C12 relacionam-se aos custos e benefícios, tratando seu nível de abrangência e exatidão:

- a) C9 analisa o nível de abrangência dos custos na análise de custo/benefício;
- b) C10 examina o nível de abrangência dos benefícios na análise de custo/benefício;
- c) C11 verifica a quantidade de benefícios esperados ao implementar a solução recomendada quando comparada a soluções alternativas. A tecnologia disponível também é coberta pelo critério C11, quando o mesmo compara a solução recomendada com as soluções alternativas disponíveis;
- d) C12 confere a exatidão das estimativas de custo comparada à exatidão requerida pela organização.

Os critérios C13 e C14 dizem respeito aos modelos de processo e modelos de dados e sua ligação com objetivos e assuntos-chave do sistema:

- a) C13 analisa a clareza das ligações entre os modelos (de processos e de dados) e os objetivos do sistema;
- b) C14 avalia a clareza das ligações entre os modelos (de processos e de dados) e os assuntos-chave do sistema.

E, finalmente, os critérios C15 e C16 relacionam-se ao sistema existente, abrangendo seus pontos fortes e fracos:

- a) C15 confere se os pontos fracos e fortes do sistema existente foram identificados;
- b) C16 verifica se o novo sistema está atacando os pontos fracos e aproveitando os pontos fortes do sistema existente.

A seguir será explicado como foi elaborado o planejamento para a aplicação prática do instrumento.

3.4 PROPOSTA DE APLICAÇÃO PRÁTICA

Para a aplicação prática do instrumento, inicialmente foi feita uma lista de possíveis candidatos para responderem o questionário. Após esta etapa, foram selecionadas as empresas com larga atuação na indústria de software e soluções de Tecnologia da Informação. Este critério foi utilizado devido a este tipo de empresa geralmente estar envolvido em grandes projetos na área de TI.

Foi feito contato com cada uma das empresas selecionadas, explicando sobre o assunto em questão e perguntando sobre a possibilidade da pessoa colaborar com a pesquisa.

A princípio, todas as pessoas com as quais foi feito contato se disponibilizaram a responder o questionário.

3.4.1 Dificuldades Encontradas

Porém, ao tentar marcar o compromisso para viabilizar o preenchimento do instrumento, grande parte das pessoas pedia para que o mesmo fosse enviado via correio eletrônico, alegando ser este o meio mais prático para resolver o assunto.

Se for feita uma análise mais cuidadosa, pode-se concluir que esta alternativa seria muito interessante, visto que as pessoas poderiam responder o questionário quando estivessem menos atarefadas ou com mais disposição para fazê-lo e não seriam atrapalhadas em seus afazeres.

Como não havia outra solução para o problema, mesmo porque as pessoas estariam fazendo uma gentileza e seria pouco ético forçá-las a marcar um compromisso para obter êxito na pesquisa, ficou acordado daquela forma.

Este comportamento generalizado pode ser atribuído à facilidade e comodidade que a solução propiciaria, à falta de tempo dos profissionais devido aos seus procedimentos diários ou ainda ao simples desinteresse sobre o assunto.

Há outra hipótese desta conduta poder estar relacionada ao receio que os profissionais poderiam ter de não saberem responder adequadamente às perguntas, visto que se trata de um assunto que poderia facilmente colocar o desempenho dos mesmos em evidência, por exemplo, caso o resultado da análise do questionário não fosse muito favorável.

Após o envio dos questionários, passaram-se algumas semanas sem nenhum pronunciamento. Foram feitos contatos novamente com os profissionais, os quais afirmaram haver recebido os e-mails e disseram que iriam enviar os questionários respondidos em breve.

Como resultado do processo, um mês depois, nenhum profissional havia enviado os questionários preenchidos. Conclui-se, então, que esta forma de pesquisa, ou seja, via correio eletrônico, não atinge os objetivos propostos.

Devido às circunstâncias, as pessoas foram contatadas novamente e foi solicitado a cada uma delas para que disponibilizassem um horário para marcar uma entrevista e responder as perguntas.

A grande maioria pediu desculpas, dizendo que estava muito ocupado naquele período, pedindo para ligar novamente no próximo mês ou alguma coisa do gênero. Alguns foram ainda mais diretos e disseram que não estavam dispostos a responder o questionário. Felizmente, alguns foram muito prestativos e marcaram a entrevista.

Desta forma, durante o decorrer das entrevistas as perguntas e eventuais dúvidas eram solucionadas e os instrumentos foram preenchidos sem maiores problemas.

Uma forma de facilitar as futuras aplicações do questionário e obter mais respostas seria propor uma retribuição às empresas pelo esforço e tempo gastos no preenchimento do instrumento de avaliação do sucesso da ER.

Por exemplo, poderia ser entregue para a empresa que respondeu o questionário a avaliação do processo de ER em questão. Desta forma, ao invés da empresa simplesmente responder o questionário, receberia uma avaliação de como ocorreu o processo de ER, podendo analisar os pontos fortes e as deficiências do mesmo e conseqüentemente melhorá-lo. Esta alternativa será utilizada nas próximas pesquisas.

3.4.2 Modificações Efetuadas no Instrumento

Para que o instrumento pudesse ser enviado via correio eletrônico, era necessário que algumas mudanças fossem feitas ao mesmo, de modo que o profissional que fosse respondê-lo pudesse entender com mais facilidade o significado das perguntas, tendo certeza a que se referiam.

A fim de resolver este problema, foi colocado abaixo de cada pergunta um texto explicando o significado da mesma e dos termos específicos que porventura pudessem estar sendo utilizados.

Esta modificação proporcionou a melhoria do entendimento do instrumento, fazendo com que o mesmo pudesse ser enviado para os profissionais e com que eles

pudessem respondê-lo sozinhos, pois as eventuais dúvidas seriam sanadas através do próprio questionário.

Para facilitar a anotação dos dados principais sobre o processo e criar uma linha de raciocínio bem definida para a entrevista, foi incluída uma página inicial ao instrumento. Esta página está dividida em seções, a saber:

- a) cliente: contém os dados principais do cliente entrevistado, tais como o nome da empresa, ramo de atividade, nome da pessoa que está respondendo o questionário, seu cargo na empresa e papel que exerceu no processo;
- b) fornecedor: contém os dados do fornecedor, tais como o nome da empresa, nome do sistema, plataforma, servidor, áreas de atuação do sistema e descrição das funcionalidades do sistema;
- c) processo: contém os dados do processo, tais como o número de pessoas do cliente e do fornecedor que estavam envolvidas no processo, os pontos positivos e negativos do mesmo;
- d) sistema anterior: contém dados sobre o sistema anterior, que está sendo substituído pelo novo.

Nesta página inicial ficam as informações básicas sobre todos os elementos envolvidos no questionário, ou seja, o cliente, o fornecedor, os sistemas e o processo.

3.4.3 Melhorias Efetuadas no Instrumento

Porém, a maior deficiência do instrumento é que da forma como foi concebido, os critérios não produzem resultados que possibilitem avaliá-los, tanto individualmente como em conjunto.

Falta uma forma de calcular valores para os resultados parciais de cada conceito e também um índice que forneça uma classificação geral do sucesso da ER. Este índice facilitaria a avaliação do processo. Por exemplo, poder-se-ia classificar índices maiores que 80% como processos de ER realizados com sucesso, índices entre

50% e 80% como processos razoáveis e índices menores que 50% como processos realizados inadequadamente.

Quanto maior o valor do índice, maior o sucesso do processo de ER. Como o sucesso do sistema de informação é diretamente proporcional ao sucesso do processo da ER, quanto maior o índice do sucesso da ER, maior a probabilidade do sistema resultante atingir os seus objetivos.

Assim, seria de grande serventia criar uma maneira de atribuir um resultado para o instrumento. A fim de resolver este problema e melhorar o instrumento, foi atribuído um valor a cada posição da escala diferencial semântica, semelhante a um eixo de coordenadas cartesianas, como pode ser visto na Figura 5.

FIGURA 5 – VALOR ATRIBUÍDO A CADA POSIÇÃO DA ESCALA DIFERENCIAL SEMÂNTICA

O relacionamento entre os usuários e a equipe de ER era:								
Harmônico	3	2	1	0	-1	-2	-3	Dissonante
Ruim	-3	-2	-1	0	1	2	3	Bom

A melhor classificação de cada critério, que poderia ser interpretada como um desempenho “ótimo”, recebe um valor igual a três (3). A imediatamente anterior, interpretada como “bom”, recebe o valor dois (2) e a seguinte, relativa a “regular”, recebe o valor um (1).

A pior classificação de cada critério, que poderia ser interpretada como um desempenho “péssimo”, recebe um valor igual a três negativo (-3). A imediatamente anterior, interpretada como “muito ruim”, recebe o valor dois negativo (-2) e a seguinte, relativa a “ruim”, recebe o valor um negativo (-1).

Entre as classificações boas (que recebem valores positivos) e ruins (que recebem valores negativos), existe o desempenho que pode ser considerado como “neutro”, recebendo valor igual a zero.

Após o instrumento ser totalmente respondido, os valores atribuídos a cada um dos critérios são somados e tem-se um resultado que indica o nível de perfeição do

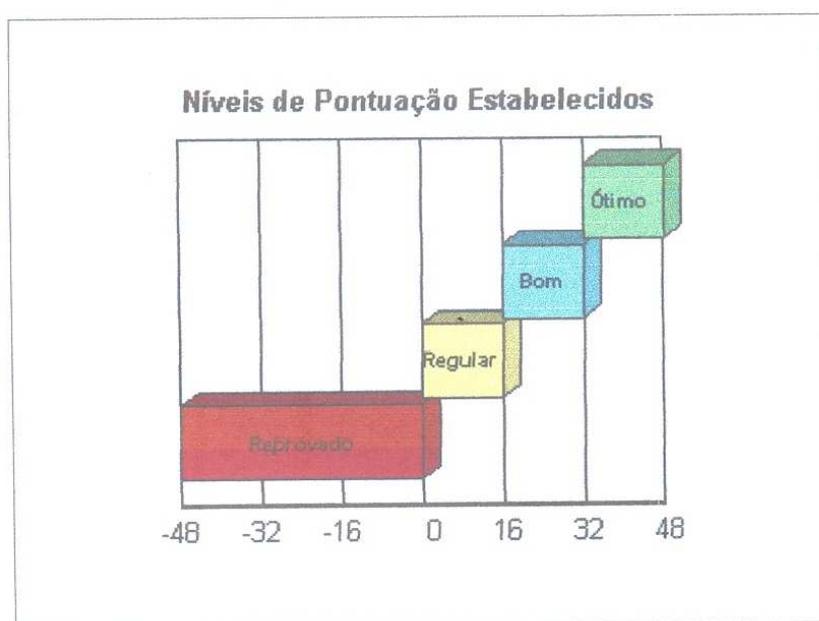
processo de ER. Este resultado, obtido através da somatória dos resultados parciais de todos os critérios avaliados num processo de ER, será chamado de índice de sucesso.

Sem o índice de sucesso, seria difícil obter uma visão abrangente do processo analisado. Isto torna a avaliação do sucesso do processo de ER muito mais simples.

Desta forma, o valor máximo que o índice de sucesso pode atingir é 48 (16 critérios com valores iguais a 3) para um processo efetuado com extrema perfeição e o mínimo é -48 (quarenta e oito negativo; 16 critérios com valores iguais a -3) para um processo efetuado da pior forma possível.

Para avaliar o sucesso do processo, é necessário classificar o índice de sucesso em níveis. Assim, foram estabelecidos níveis de pontuação para o índice de sucesso, conforme pode ser observado na Figura 6.

FIGURA 6 – NÍVEIS DE PONTUAÇÃO ESTABELECIDOS PARA O RESULTADO OBTIDO



Convencionaram-se os seguintes níveis de pontuação para classificar o índice de sucesso do processo de ER:

- ótimo: para que um processo de ER possa ser classificado como ótimo, o índice de sucesso deve estar entre 33 e 48;
- bom: se o índice de sucesso estiver entre 17 e 32, o processo é classificado como bom;

- c) regular: num processo regular, o índice de sucesso deve estar entre 1 e 16;
- d) reprovado: se o índice de sucesso for igual a zero, ou inferior (até -48), o processo é classificado como reprovado.

Como todo processo de ER deveria atingir o maior sucesso possível, o índice de sucesso deveria estar classificado sempre entre os níveis bom e ótimo.

Caso o índice de sucesso esteja no nível regular, seria prudente e necessário analisar o processo de ER como um todo e corrigir as falhas que ocorreram durante o mesmo, antes de dar continuidade ao processo.

Se o índice de sucesso estiver no nível reprovado, é imprescindível reiniciar todo o processo, identificando e verificando os fatores que prejudicaram e invalidaram o mesmo. Um processo classificado como reprovado não deve ter continuidade, pois o sistema resultante não terá as mínimas condições de atingir os objetivos almejados.

Com as modificações e melhorias que foram efetuadas, o instrumento tornou-se mais fácil de ser entendido e aplicado. Além disso, para a finalidade a que se destina, a qual é a medição do sucesso do processo de ER, recebeu grande melhoria com a atribuição de valores para cada posição da escala diferencial semântica e com o estabelecimento de níveis de pontuação para avaliar o resultado final obtido após o seu preenchimento.

3.4.4 Proposta de Aplicação Prática do Instrumento

A fim de realizar-se um processo de avaliação, existem algumas fases que devem ser seguidas.

A primeira fase do processo de avaliação é o estabelecimento dos requisitos de avaliação, onde se deve estabelecer o propósito da avaliação e identificar tipos de produtos a serem avaliados. Neste caso, a avaliação será realizada para medir o sucesso do processo da ER. O instrumento utilizado para esta finalidade foi explicado nas seções anteriores.

Na fase de especificação da avaliação, deve-se:

- a) selecionar métricas: as métricas selecionadas neste caso em particular são os critérios de avaliação presentes no instrumento de medição do sucesso do processo de ER;
- b) estabelecer níveis de pontuação para as métricas: os níveis de pontuação para as métricas selecionadas foram estabelecidos na seção anterior e dizem respeito ao índice de sucesso. Podem ser: ótimo, bom, regular e reprovado;
- c) estabelecer critérios para julgamento: julgar a qualidade do processo da ER significa, essencialmente, interpretar os resultados das medições efetuadas. O índice de sucesso obtido como produto do instrumento de medição utilizado deve ser mapeado para uma escala, no caso, os níveis de pontuação estabelecidos. Assim, o sucesso do processo da ER poderá ser medido.

Na fase de projeto da avaliação, devem ser definidos os procedimentos para a coleta de dados, ações em casos de eventualidades, determinação de responsabilidades e questões de confidencialidade e propriedade de informações. Neste caso em específico, a coleta de dados será efetuada via entrevistas. Algumas informações obtidas durante o processo, como os nomes das empresas, fornecedores, entrevistados e outros detalhes não serão revelados para resguardar as empresas entrevistadas. Os itens referentes à determinação de responsabilidades e ações em caso de eventualidades não são relevantes para esta pesquisa.

Na fase de execução da avaliação, devem-se obter as medidas, compará-las com critérios predeterminados e julgar os resultados. As medidas serão obtidas com o preenchimento dos questionários, durante as entrevistas. Após obter-se o índice de sucesso, este será comparado com os níveis de pontuação estabelecidos. Desta forma, os resultados serão julgados e o sucesso do processo da ER será avaliado.

3.5 RESUMO

Este capítulo abordou a proposta para a aplicação prática do instrumento para medir o sucesso do processo da Engenharia de Requisitos, a definição do instrumento, os critérios de avaliação utilizados, as dificuldades que ocorreram no processo, as modificações e as melhorias efetuadas no mesmo.

O próximo capítulo mostra a aplicação prática do instrumento em alguns casos reais e faz uma análise dos resultados.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS DA APLICAÇÃO PRÁTICA

Este capítulo faz uma análise geral dos resultados da aplicação prática do instrumento para medir o sucesso do processo da Engenharia de Requisitos. Após os estudos de caso, serão mostradas as principais contribuições desta dissertação de mestrado.

4.1 INTRODUÇÃO

Os estudos de caso pesquisados formam um universo adequado, devido à diversidade da amostra escolhida, pois envolvem tipos de organizações diferentes, com necessidades diferentes.

Os tipos de organizações pesquisados abrangem órgãos públicos, empresas estatais e empresas privadas. Os ramos de atividade das empresas compreendem a administração de portos, a prestação de serviços de informática e indústrias diversas.

Todas as soluções utilizadas nos negócios em questão são sistemas integrados de gestão empresarial (ERPs).

Foram selecionados três estudos de caso para serem incluídos nesta dissertação, dentre os cinco pesquisados.

As aplicações deste instrumento indicaram que o mesmo leva uma média de 20 minutos para ser completado por profissionais com experiência e que já têm familiaridade com o processo de ER. Levaria mais tempo se o instrumento fosse utilizado numa avaliação externa ou mesmo em uma auditoria.

Além disso, deve-se notar que as expressões do instrumento provavelmente podem necessitar algumas alterações para igualar a terminologia e a cultura de organizações específicas. Isto pode ser realizado durante as explicações sobre as perguntas no processo de entrevista.

4.2 DADOS DE PESQUISA

Esta seção apresenta os três estudos de caso. Os nomes verdadeiros das empresas e dos entrevistados foram substituídos por motivos de confidencialidade comercial. Os instrumentos completos estão incluídos nos Anexos.

O Anexo B contém o instrumento respondido por uma organização pública de administração de portos, doravante chamada de empresa Alfa. No Anexo C tem-se o instrumento respondido por uma empresa estatal do ramo de prestação de serviços de informática, que será chamada de empresa Beta. E, finalmente, o Anexo D contém o instrumento respondido por uma empresa privada, cujo ramo de atividade é a extrusão de alumínio.

4.2.1 Estudo de Caso da Empresa Alfa

A Tabela 7 contém o instrumento respondido por uma organização pública de administração portuária, a empresa Alfa. Um consultor técnico exerceu o papel de contratante da empresa fornecedora. O sistema utiliza linguagem e banco de dados Progress em plataforma RISC. Controla desde a entrada da mercadoria até a saída da mesma, incluindo rotinas de importações e exportações. Estavam envolvidos no processo 10 funcionários do fornecedor e 50 funcionários da empresa. Como pontos positivos do processo, citaram-se as atividades de consultoria, as mudanças propostas pela equipe do fornecedor e a automatização total dos processos dos portos. Os pontos negativos citados foram a resistência ao uso, o conhecimento segmentado da equipe do cliente e as constantes mudanças na legislação brasileira. Foi mencionado que anteriormente não havia nenhum outro sistema integrado em execução nos portos e os controles eram feitos basicamente através de planilhas de cálculos.

TABELA 7 – ESTUDO DE CASO DA EMPRESA ALFA - CONTINUA

	Conceitos	Itens		Resultados
C1	Conhecimento dos usuários sobre as mudanças necessárias aos negócios, a fim de implementar a solução recomendada.	Suficiente Incompleto	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	3
C2	Disposição dos usuários em defender a solução recomendada perante a direção executiva.	Com Vontade Fraca	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	-3
C3	Nível de consenso dos usuários sobre a solução recomendada.	Alto Fraco	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-3
C4	Relacionamento entre os usuários e a equipe de Engenharia de Requisitos.	Harmônico Ruim	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	3
C5	Adaptação entre a solução recomendada e a orientação estratégica da organização.	Alta Fraca	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	3
C6	Habilidade da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.	Apta Fraca	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	3
C7	Disposição da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.	Com Vontade Fraca	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	3
C8	Nível de apoio da alta direção nas mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.	Apoiadora Fraco	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	3
C9	Nível de abrangência dos custos na análise de custo/benefício.	Completo Inadequado	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	0

TABELA 7 - ESTUDO DE CASO DA EMPRESA ALFA - CONTINUAÇÃO

Conceitos		Itens		Resultados	
C10	Nível de abrangência dos benefícios na análise de custo/benefício.	Completo Inadequado	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Incompleto Adequado	0
C11	Quantidade de benefícios esperados pela organização através da implementação da solução recomendada quando comparada a soluções alternativas.	Superior Baixa	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Inferior Alta	0
C12	Exatidão das estimativas de custo para a solução recomendada comparada à exatidão requerida pela organização.	Superior Mais Baixa	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Inferior Mais Alta	2
C13	Clareza das ligações entre os modelos (de processo e de dados) e os objetivos do sistema.	Claras Ambíguas	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Obscuras Óbvias	3
C14	Clareza das ligações entre os modelos (de processo e de dados) e os assuntos-chave.	Claras Ambíguas	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Obscuras Óbvias	3
C15	Adequação do diagnóstico do sistema existente.	Adequado Insuficiente	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Inadequado Suficiente	3
C16	Clareza das ligações entre os pontos fracos e fortes do sistema existente e os pontos fracos e fortes da solução recomendada.	Claras Ambíguas	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Obscuras Óbvias	3
TOTAL					26

No questionário respondido pela empresa, verifica-se que os usuários tinham muito conhecimento sobre as mudanças que precisariam ocorrer nos negócios para implementar a solução recomendada (C1). Talvez devido a isso, não tinham nenhuma vontade em defender a solução (C2) e não existia nenhum consenso entre eles (C3), pois a grande maioria não queria implantar o sistema. Todavia, o relacionamento com a equipe de ER era muito bom (C4).

A adaptação entre a orientação estratégica da organização e a solução era muito alta (C5), a habilidade (C6), a disposição (C7) e o nível de apoio da alta direção (C8) da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada eram muito fortes. Isso ocorreu porque a iniciativa de implantar o novo sistema veio dos próprios diretores da organização.

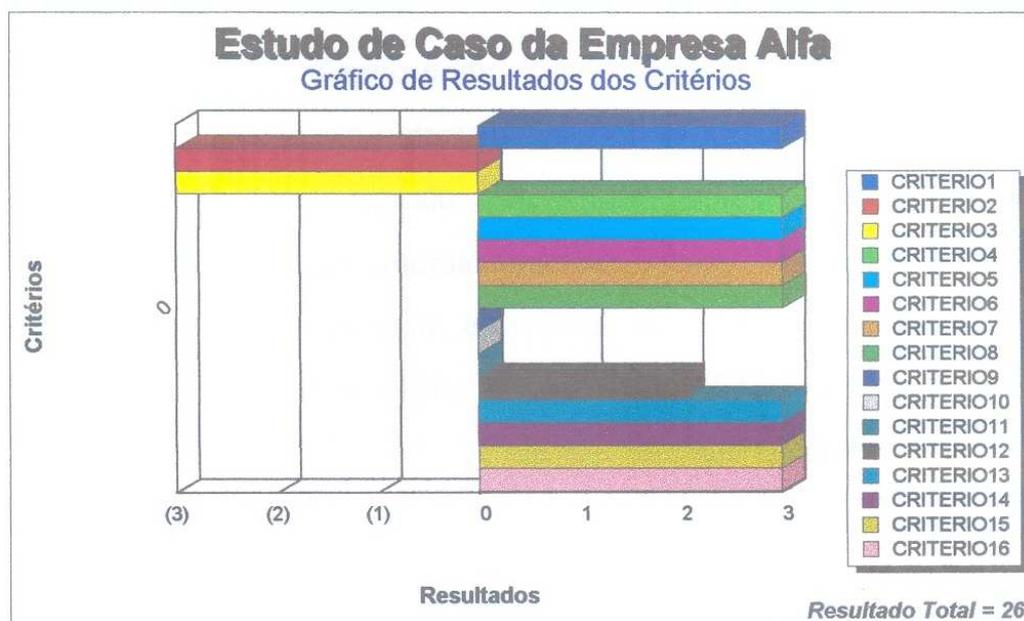
Não houve análise de custo/benefício, portanto o nível de abrangência dos custos (C9) e dos benefícios (C10) não pôde ser medido. Não havia nenhuma solução alternativa no momento, portanto a quantidade de benefícios esperados ao implementar a solução recomendada quando comparada a soluções alternativas não pôde ser medida (C11). A exatidão das estimativas de custo comparada à exatidão requerida pela organização foi alta (C12). Isto ocorreu devido ao contrato realizado com a empresa fornecedora.

As ligações entre os modelos (de processo e de dados) e os objetivos do sistema estavam muito claras (C13). As ligações entre os modelos (de processo e de dados) e os assuntos-chave do sistema também foram muito claras (C14).

Os pontos fracos e fortes do sistema existente foram identificados de forma muito adequada (C15) e o novo sistema está atacando os pontos fracos e aproveitando os pontos fortes do sistema existente de forma muito clara (C16).

Os valores dos critérios estão representados graficamente na Figura 7.

FIGURA 7 – GRÁFICO DE RESULTADOS DOS CRITÉRIOS DA EMPRESA ALFA



O estudo de caso da empresa Alfa teve um índice de sucesso igual a 26. Conforme a Figura 6 e os níveis de pontuação, o processo pode ser classificado como bom, tendendo a ótimo (índice de sucesso entre 17 e 32).

Como conclusão desta aplicação do instrumento para medir o sucesso da ER, pode-se dizer que o processo ocorreu de forma satisfatória. Mesmo que os usuários não queiram implantar o sistema, o poder da alta direção é mais forte e os forçará a fazê-lo.

4.2.2 Estudo de Caso da Empresa Beta

Na Tabela 8 tem-se o instrumento respondido por uma empresa estatal Beta, do ramo de prestação de serviços de informática. Um analista de informática exerceu o papel de apoio no processo. A empresa fornecedora escolhida foi a Empresa X. O sistema opera em plataforma Windows NT, com banco de dados Sybase e servidor AS/400. As áreas de atuação do sistema são: administrativa, financeira, contábil, recursos humanos, produção e comercial. No processo estavam envolvidos 10

funcionários do fornecedor e 33 da empresa contratante. Como pontos positivos foram citados: a integração dos sistemas que antes não existia, a modernização e a racionalização dos recursos. Como ponto negativo existe a preocupação de que caso aconteça algum problema com o sistema, todos os módulos poderão ser afetados, visto que o sistema é totalmente integrado. Este novo sistema deverá substituir diversos sistemas antigos desenvolvidos internamente pela empresa, que envolviam folha de pagamento, contabilidade, orçamento e diversas planilhas. Estes sistemas, utilizados há mais de dez anos, eram desenvolvidos em diversas linguagens, tais como Clipper, Access, Adabas/Natural e Cobol. Os servidores eram um mainframe IBM de grande porte e micros. O principal motivo da substituição foi a falta de integração entre os sistemas e dados.

TABELA 8 - ESTUDO DE CASO DA EMPRESA BETA - CONTINUAÇÃO

Conceitos		Itens					Resultados		
C10	Nível de abrangência dos benefícios na análise de custo/benefício.	Completo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Incompleto	3
		Inadequado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Adequado	
C11	Quantidade de benefícios esperados pela organização através da implementação da solução recomendada quando comparada a soluções alternativas.	Superior	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inferior	3
		Baixa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alta	
C12	Exatidão das estimativas de custo para a solução recomendada comparada à exatidão requerida pela organização.	Superior	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inferior	2
		Mais Baixa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mais Alta	
C13	Clareza das ligações entre os modelos (de processo e de dados) e os objetivos do sistema.	Claras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Obscuras	2
		Ambíguas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Óbvias	
C14	Clareza das ligações entre os modelos (de processo e de dados) e os assuntos-chave.	Claras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Obscuras	2
		Ambíguas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Óbvias	
C15	Adequação do diagnóstico do sistema existente.	Adequado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inadequado	3
		Insuficiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Suficiente	
C16	Clareza das ligações entre os pontos fracos e fortes do sistema existente e os pontos fracos e fortes da solução recomendada.	Claras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Obscuras	3
		Ambíguas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Óbvias	
TOTAL							42		

No questionário, verifica-se que os usuários tinham bastante conhecimento sobre as mudanças que poderiam ocorrer nos negócios para implementar a solução recomendada (C1), mesmo porque não havia previsão de mudanças de estrutura e cargos. Tinham bastante vontade em defender a solução (C2) e existia um consenso muito alto entre eles (C3), pois a implantação do sistema era uma determinação da diretoria. O relacionamento com a equipe de ER também era muito bom (C4).

A adaptação entre a orientação estratégica da organização e a solução era muito alta (C5), a habilidade (C6), a disposição (C7) e o nível de apoio da alta direção (C8) da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada eram muito fortes. Isso ocorreu devido à iniciativa de implantar o novo sistema vir da própria diretoria.

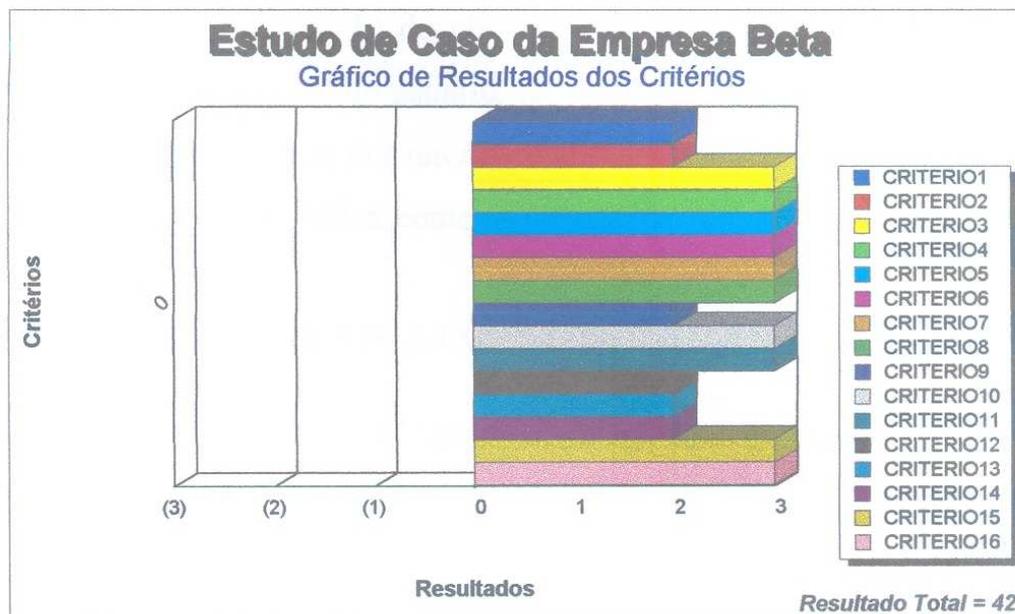
O nível de abrangência dos custos na análise de custo/benefício foi bastante adequado (C9) e o nível de abrangência dos benefícios foi muito completo (C10). A quantidade de benefícios esperados ao implementar a solução recomendada quando comparada a soluções alternativas era muito superior (C11). A exatidão das estimativas de custo comparada à exatidão requerida pela organização foi bastante alta (C12). Isto ocorreu devido ao contrato realizado com o fornecedor.

As ligações entre os modelos (de processo e de dados) e os objetivos do sistema estavam bastante claras (C13). As ligações entre os modelos (de processo e de dados) e os assuntos-chave do sistema também foram bastante claras (C14).

Os pontos fracos e fortes do sistema existente foram identificados de forma muito adequada (C15) e o novo sistema está atacando os pontos fracos e aproveitando os pontos fortes do sistema existente de forma muito clara (C16).

A Figura 8 mostra graficamente os resultados dos critérios.

FIGURA 8 – GRÁFICO DE RESULTADOS DOS CRITÉRIOS DA EMPRESA BETA



O estudo de caso da empresa Beta teve um índice de sucesso igual a 42. Conforme a Figura 6 e os níveis de pontuação, o processo pode ser classificado como ótimo, tendendo a excelente (índice de sucesso entre 33 e 48).

Como conclusão desta aplicação do instrumento para medir o sucesso da ER, pode-se dizer que o processo ocorreu de forma muito satisfatória. Como tanto a direção quanto os funcionários estavam empenhados em implantar o sistema, o processo ocorreu muito bem.

4.2.3 Estudo de Caso da Empresa Gama

Pode-se observar na Tabela 9 o instrumento respondido pela empresa privada Gama, cujo ramo de atividade é a extrusão de alumínio. Um consultor foi um dos implementadores do sistema, além de ter treinado os usuários. O sistema opera em plataforma AS/400 e contempla as seguintes áreas: planejamento de materiais, compras, controle de qualidade, ordens de produção, materiais, custos, contas a pagar, contas a receber, livros fiscais e contabilidade geral. Como principais funcionalidades, tem-se: rastreabilidade de lotes, estoque e custos com multi-moedas, PCP integrado a

vendas e finanças e controle da industrialização. No processo estiveram envolvidos 8 funcionários do fornecedor e 30 do cliente. Como pontos positivos pode-se citar a conscientização e a integração do usuário. Instalações não adequadas para treinamento (número excessivo de usuários por micro) foram um ponto negativo.

A Figura 9 mostra graficamente os resultados dos critérios avaliados.

FIGURA 9 – GRÁFICO DE RESULTADOS DOS CRITÉRIOS DA EMPRESA GAMA

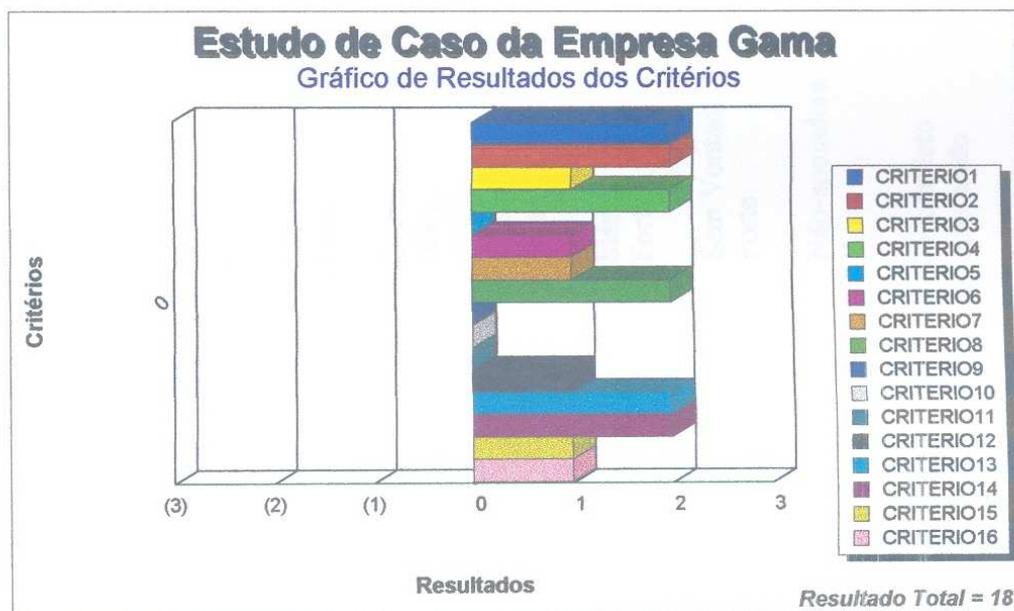


TABELA 9 – ESTUDO DE CASO DA EMPRESA GAMA - CONTINUA

	Conceitos	Itens					Resultados
C1	Conhecimento dos usuários sobre as mudanças necessárias aos negócios, a fim de implementar a solução recomendada.	Suficiente Incompleto	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Insuficiente Completo	2		
C2	Disposição dos usuários em defender a solução recomendada perante a direção executiva.	Com Vontade Fraca	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sem Vontade Forte	2		
C3	Nível de consenso dos usuários sobre a solução recomendada.	Alto Fraco	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Baixo Forte	1		
C4	Relacionamento entre os usuários e a equipe de Engenharia de Requisitos.	Harmonico Ruim	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Dissonante Bom	2		
C5	Adaptação entre a solução recomendada e a orientação estratégica da organização.	Alta Fraca	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Baixa Forte	0		
C6	Habilidade da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.	Apta Fraca	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Inapta Forte	1		
C7	Disposição da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.	Com Vontade Fraca	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sem Vontade Forte	1		
C8	Nível de apoio da alta direção nas mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.	Apoiadora Fraco	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Não-apoiadora Forte	2		
C9	Nível de abrangência dos custos na análise de custo/benefício.	Completo Inadequado	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Incompleto Adequado	0		

TABELA 9 – ESTUDO DE CASO DA EMPRESA GAMA - CONTINUAÇÃO

Conceitos		Itens				Resultados
C10	Nível de abrangência dos benefícios na análise de custo/benefício.	Completo Inadequado	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Incompleto Adequado	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	0
C11	Quantidade de benefícios esperados pela organização através da implementação da solução recomendada quando comparada a soluções alternativas.	Superior Baixa	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Inferior Alta	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	0
C12	Exatidão das estimativas de custo para a solução recomendada comparada à exatidão requerida pela organização.	Superior Mais Baixa	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Inferior Mais Alta	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1
C13	Clareza das ligações entre os modelos (de processo e de dados) e os objetivos do sistema.	Claras Ambíguas	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Obscuras Óbvias	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	2
C14	Clareza das ligações entre os modelos (de processo e de dados) e os assuntos-chave.	Claras Ambíguas	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Obscuras Óbvias	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	2
C15	Adequação do diagnóstico do sistema existente.	Adequado Insuficiente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Inadequado Suficiente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1
C16	Clareza das ligações entre os pontos fracos e fortes do sistema existente e os pontos fracos e fortes da solução recomendada.	Claras Ambíguas	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Obscuras Óbvias	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1
TOTAL					18	

No questionário respondido pela empresa, verifica-se que os usuários tinham bastante conhecimento sobre as mudanças que precisariam ocorrer nos negócios para implementar a solução recomendada (C1). Tinham bastante vontade em defender a solução (C2), mas não existia um nível de consenso muito forte entre eles (C3), talvez devido à alguma possibilidade de perderem o emprego. Porém, o relacionamento com a equipe de ER era bastante harmônico (C4).

A adaptação entre a orientação estratégica da organização e a solução era neutra (C5), a habilidade (C6) e a disposição (C7) da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada eram quase neutras, mas pendiam para o forte. Porém, o nível de apoio da alta direção (C8) da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada era bastante forte.

Não houve análise de custo/benefício, portanto o nível de abrangência dos custos (C9) e dos benefícios (C10) não pôde ser medido. Não foi avaliada nenhuma solução alternativa no momento, portanto a quantidade de benefícios esperados ao implementar a solução recomendada quando comparada a soluções alternativas não pôde ser medida (C11). A exatidão das estimativas de custo comparada à exatidão requerida pela organização foi quase neutra, mas tendendo para alta (C12). Pelo que pode ser visto neste critério, o custo do sistema deve ter sido bem mais alto do que o esperado.

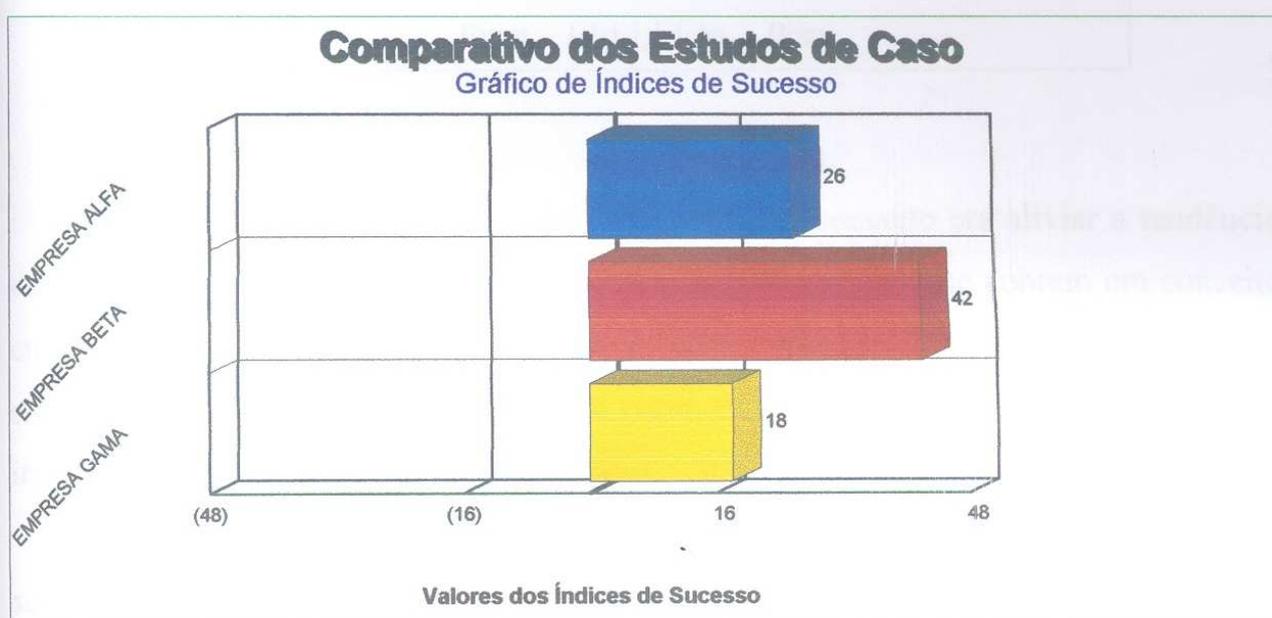
As ligações entre os modelos (de processo e de dados) e os objetivos do sistema estavam bastante claras (C13). As ligações entre os modelos (de processo e de dados) e os assuntos-chave do sistema também foram bastante claras (C14).

Os pontos fracos e fortes do sistema existente foram identificados de forma quase neutra, pendendo para adequada (C15) e o novo sistema está atacando os pontos fracos e aproveitando os pontos fortes do sistema existente de forma quase neutra, pendendo para clara (C16).

O estudo de caso da empresa Gama teve um índice de sucesso igual a 18. Conforme a Figura 6 e os níveis de pontuação, o processo pode ser classificado como bom, tendendo a regular (índice de sucesso entre 17 e 32).

Como conclusão desta aplicação do instrumento para medir o sucesso da ER, pode-se dizer que este processo ocorreu de forma mais complicada. Os usuários não atrapalharam o processo, mas a organização quase não possuía habilidade nem disposição para fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada. Todavia, a diretoria estava bem comprometida a fazê-las e as apoiou bastante. Outros pontos importantes neste processo são a falta de exatidão das estimativas de custo e o sistema existente, que não foi levado muito em consideração.

FIGURA 10 – GRÁFICO COMPARATIVO DOS ESTUDOS DE CASO



A Figura 10 mostra graficamente os índices de sucesso dos três estudos de caso analisados. Como se pode verificar, o processo que ocorreu da melhor forma foi o da empresa Beta, com índice de sucesso igual a 42, seguido pelo processo da empresa Alfa, com índice igual a 26 e pelo processo da empresa Gama, que obteve índice de sucesso igual a 18.

Com relação às escalas diferenciais semânticas, como é possível notar nos resultados obtidos nos três estudos de caso anteriores, em todos os critérios analisados, as escalas dos mesmos critérios possuem respostas simétricas.

Desta forma, existe a possibilidade de se retirar os itens (cada par de adjetivos e sua escala diferencial semântica de sete pontos) em duplicidade para cada conceito.

Por exemplo, como na Figura 11, o conceito “relacionamento entre os usuários e a equipe de Engenharia de Requisitos” é coberto pelos itens “harmônico/dissonante” e “ruim/bom”. Pode-se retirar um dos itens, ficando o conceito caracterizado por um único par de adjetivos. Isto simplificaria e tornaria mais rápido o preenchimento do instrumento.

FIGURA 11 – EXEMPLO DE UM CONCEITO COM RESPOSTAS SIMÉTRICAS

Relacionamento entre os usuários e a equipe de Engenharia de Requisitos:			
Harmônico	x		Dissonante
Ruim		x	Bom

O objetivo da duplicidade dos itens em cada conceito era aliviar a tendência das pessoas em marcar sempre a mesma coluna para os itens que cobrem um conceito em particular. Porém, como o par de respostas de cada critério de avaliação foi sempre simétrico e, devido a este fato, um dos pares de adjetivos foi eliminado, o objetivo inicial precisaria ser atingido de alguma outra forma.

A maneira encontrada para suavizar a tendência do entrevistado a marcar sempre a mesma posição da escala semântica foi inverter aleatoriamente a posição dos adjetivos nos conceitos, para que a posição de maior valor não ficasse sempre do mesmo lado da escala. Esta foi outra melhoria que o instrumento recebeu nesta dissertação de mestrado.

Os casos aos quais o instrumento foi aplicado são grandes sistemas integrados de gestão empresarial. Estas soluções de ERP (*Enterprise Resource Planning*) foram desenvolvidas por fornecedores diferentes e para empresas de ramos de atividade completamente distintos. Cada fornecedor destas soluções tem centenas ou até milhares de clientes de diferentes ramos de negócios que utilizam o mesmo sistema. Isto só é possível devido à concepção destes flexíveis sistemas, por serem customizáveis, fazendo com que sejam adequados às necessidades das empresas e se

adaptem a situações diferentes. O instrumento pôde ser aplicado sem dificuldades a todos os casos.

4.3 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

O domínio original de aplicação do instrumento de Khaled e Nazim são sistemas de informação de negócios desenvolvidos sob medida para a organização do cliente. Estes softwares são bem diferentes de softwares não desenvolvidos sob medida.

Além disso, o estudo de Khaled e Nazim foi conduzido em um contexto particular e bem definido de uma única companhia de consultoria e sua metodologia. Enquanto os informantes e os projetos estudados na pesquisa vieram de três continentes diferentes, todos eles estavam seguindo um processo de engenharia de requisitos que se baseava na mesma metodologia.

A questão dos resultados serem ou não generalizáveis foi respondida através de replicações e confirmações experimentadas da pesquisa em outro domínio, isto é, de sistemas não desenvolvidos sob medida. Esta é a principal contribuição desta dissertação de mestrado.

Outras contribuições importantes desta dissertação foram a atribuição de valores para cada posição da escala diferencial semântica e o estabelecimento de níveis de pontuação para classificar os índices de sucesso, o que possibilitou a utilização de critérios de julgamento do sucesso do processo de ER, fato que não era possível anteriormente.

A duplicidade de itens de avaliação em cada critério também foi eliminada. Esta alternativa foi trocada por outra mais eficiente, que é a inversão aleatória dos adjetivos dos critérios de avaliação. Assim, a tendência em marcar sempre a mesma posição da escala diferencial semântica foi eliminada por completo.

4.4 RESUMO

Este capítulo analisou os resultados da aplicação prática do instrumento para medir o sucesso do processo da Engenharia de Requisitos. Provou-se que o mesmo pode ser aplicado sem dificuldades em um domínio distinto do qual foi planejado originalmente e foram citadas algumas contribuições desta pesquisa. No próximo capítulo tem-se a conclusão desta dissertação de mestrado.

5 CONCLUSÃO

Sabe-se que um processo de Engenharia de Requisitos realizado de forma inadequada está fortemente associado à falha do sistema de informação. A fim de melhorar as práticas de ER é necessário entender os processos da ER e os fatores que os levam ao sucesso ou causam suas falhas.

Um entendimento do processo da ER pode ser expresso na forma de um modelo ou teoria, cuja finalidade é especificar os determinantes de sucesso da ER. Para testar empiricamente as teorias, é necessário relatar os mundos teóricos e empíricos através da medição das unidades da teoria. A medida de uma unidade particular é comumente referenciada como um instrumento.

O sucesso da Engenharia de Requisitos pode ser definido como a extensão à qual o resultado da fase da ER serve à necessidade e provê uma base para assegurar o sucesso de todas as atividades subseqüentes, individualmente e em conjunto, relacionado ao sistema de software por todo o tempo de vida do mesmo.

Esta dissertação de mestrado teve como principal foco avaliar o sucesso do processo de Engenharia de Requisitos. Para que este sucesso pudesse ser medido foi utilizado um instrumento criado no Canadá por dois pesquisadores, Khaled El Emam e Nazim H. Madhavji. Este projeto de pesquisa foi escolhido por ser o primeiro e único esforço para desenvolver um instrumento de medição do sucesso da ER.

O domínio da análise daquela pesquisa eram sistemas de informação de negócios desenvolvidos sob medida para a organização do cliente.

O objetivo e a principal contribuição desta dissertação de mestrado foi validar o projeto de pesquisa citado acima, aplicando-o a outro domínio: soluções com sistemas de informação de negócios não desenvolvidos sob medida.

A utilização do instrumento em casos reais constatou que o mesmo pode ser aplicado neste novo domínio sem dificuldades.

Os próprios autores do instrumento pediam para que o mesmo fosse validado em outros domínios. Desta forma, com a proposta de aplicação do instrumento em um novo escopo, o questionário agora pode ser utilizado para avaliar o sucesso do

processo de ER tanto de sistemas de informação de negócios desenvolvidos sob medida como também de sistemas não desenvolvidos sob medida. Este novo escopo multiplica as possibilidades de aplicação do instrumento de medição do sucesso da ER, tornando-o muito mais versátil.

Outras contribuições podem ser citadas. Com as modificações que foram efetuadas, o instrumento tornou-se mais fácil de ser entendido e aplicado.

Além disso, para a finalidade a que se destina, a qual é a medição do sucesso do processo de ER, o questionário evoluiu muito com a proposta de atribuição de valores para cada posição da escala diferencial semântica e com o estabelecimento de níveis de pontuação para avaliar o resultado final obtido após o seu preenchimento.

A duplicidade dos itens de avaliação em cada critério foi trocada por uma alternativa mais eficiente, que é a inversão aleatória dos adjetivos dos critérios de avaliação. Assim, a tendência em marcar sempre a mesma posição da escala diferencial semântica foi eliminada por completo.

Com a aplicação da nova proposta ao projeto de pesquisa original, os processos podem ser avaliados de forma específica, com a utilização dos critérios de avaliação individuais e, também de forma genérica, com a verificação do índice de sucesso total do processo de ER.

O instrumento para medir o sucesso da ER também pode ser aplicado na avaliação de projetos-piloto da fase de ER. Por exemplo, se uma organização está adotando um novo método de engenharia de requisitos, os resultados de um projeto-piloto podem ser avaliados e comparados com o valor-base do sucesso da ER que é mais usual dentro da organização. Isso permitiria à empresa medir os benefícios do novo método.

Estes critérios de sucesso da ER também podem ser aplicados quando a empresa está realizando um esforço de melhoria de processo ou quando quer analisar a sua curva de aprendizado ao implementar tecnologias de engenharia de software emergentes.

Outro alvo muito interessante para o instrumento seria a avaliação dos processos de reengenharia nas organizações. Talvez com nenhuma ou mesmo com

pequenas modificações fosse possível a aplicação do mesmo na medição do sucesso da reengenharia, tornando-o uma forma simples e eficaz de acompanhamento deste processo tão importante atualmente. Esta nova aplicação será pesquisada futuramente.

Como outro trabalho futuro, o instrumento será implementado em uma linguagem de programação, com a finalidade de facilitar e agilizar o seu preenchimento e o cálculo do resultado da avaliação do processo.

As informações sobre cada processo avaliado serão gravadas em um banco de dados para criação de um histórico e posterior utilização.

Com este histórico, a qualquer momento a empresa poderá fazer um levantamento sobre os processos realizados e visualizar, por exemplo, quais os critérios, entre diferentes processos realizados ao longo do tempo, nos quais obteve melhores resultados e em quais precisa melhorar a sua ação.

Assim, a equipe de TI pode focar a sua atenção nos pontos fundamentais dos processos, os quais precisam de mais atenção e afinco e, conseqüentemente, melhorar o desempenho de sua atuação como um todo.

A fim de facilitar a visualização das informações, o software deverá gerar gráficos para visualização dos resultados dos processos individuais e também para comparação dos resultados entre os diferentes processos armazenados no banco de dados.

Esta comparação pode ser muito útil para que uma empresa possa fazer um acompanhamento da evolução de seus projetos de tecnologia de informação e tomar decisões estratégicas baseadas em fatos concretos, caso seja necessário.

REFERÊNCIAS

1. BRIAND, L.; EL EMAM, K.; MORASCA, S. **Theoretical and empirical validation of software product measures**. International Software Engineering Research Network, Technical report ISERN-95-03, 1995.
2. DAVIS, A. **Software Requirements: objects, functions, and states**. Prentice Hall, 1993.
3. DE CHAMPEAUX, DENNIS. **Object-oriented development process and metrics**. Prentice Hall, 1997, 469 p.
4. EL EMAM, K.; QUINTIN, S.; MADHAVJI, N. H. **User participation in the requirements engineering process: an empirical study**. Requirements Engineering Journal 1, 1996, 4-26 p.
5. EL EMAM, K.; MADHAVJI, N. H. **Measuring the success of requirements engineering processes**. Proceedings of the Second IEEE International Symposium on Requirements Engineering, 1995, 204-211 p.
6. JONES, CAPERS. **Applied Software Measurement: assuring productivity and quality – 2d ed**. McGraw-Hill, 1996, 618 p.
7. KOTONYA, GERALD; SOMMERVILLE, IAN. **Requirements Engineering: processes and techniques**. John Wiley & Sons Ltd, 1998, 282 p.
8. LEITE, JULIO C. S. P. **Engenharia de Requisitos**. Notas de Aula, PUC-RIO, Rio de Janeiro, 1994, 63 p.
9. MACAULAY, LINDA A. **Requirements Engineering**. Springer-Verlag London Limited, 1996, 202 p.
10. MELTON, AUSTIN. **Software Measurement**. International Thomson Computer Press, 1996, 244 p.
11. POHL, K. **The three dimensions of Requirements Engineering**. Fifth International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CaiSE'93). Paris: Springer-Verlag, 1993, 175-292 p.

12. SHEPPERD, MARTIN. **Foundations of Software Measurement**. Prentice Hall, 1995, 234 p.
13. SIMMONS, DICK B.; ET AL. **Software Measurement: A Visualization Toolkit for Project Control and Process Improvement**. Prentice Hall, 1998, 442 p.
14. SOMMERVILLE, IAN; SAWYER, PETE. **Requirements Engineering: a good practice guide**. John Wiley & Sons Ltd, 1997, 391 p.

**APÊNDICE – INSTRUMENTO PARA MEDIR O SUCESSO DA
ENGENHARIA DE REQUISITOS**

APÊNDICE – INSTRUMENTO PARA MEDIR O SUCESSO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS

CLIENTE:

NOME DA EMPRESA:

RAMO DE ATIVIDADE:

NOME DO ENTREVISTADO:

CARGO:

PAPEL NA IMPLANTAÇÃO:

FORNECEDOR:

NOME DA EMPRESA:

NOME DO SISTEMA:

PLATAFORMA:

SERVIDOR:

ÁREAS DE ATUAÇÃO DO SISTEMA:

NÚMERO DE PESSOAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO:

CLIENTE:

FORNECEDOR:

PONTOS POSITIVOS:

PONTOS NEGATIVOS:

SE O SISTEMA ESTÁ SUBSTITUINDO OUTRO:

FORNECEDOR ANTERIOR:

NOME DO SISTEMA:

PLATAFORMA:

SERVIDOR:

TEMPO DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA:

PRINCIPAL MOTIVO DA SUBSTITUIÇÃO:

APÊNDICE – INSTRUMENTO PARA MEDIR O SUCESSO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS

O propósito deste instrumento é medir o sucesso do processo da Engenharia de Requisitos. Todas as questões dizem respeito a pontos de vista de análise de contexto, requisitos de usuários e de alternativa de solução em que você esteve envolvido. Aplicações piloto deste instrumento indicam que o mesmo leva aproximadamente 20 minutos para ser preenchido. Por favor, responda todas as questões.

Neste questionário estão dezesseis conceitos que pretendem avaliar a extensão do sucesso do processo de Engenharia de Requisitos. Abaixo de cada conceito existe uma escala. Classifique ordenadamente os conceitos em cada uma dessas escalas. Veja como utilizá-las.

Se você acha que o conceito é **extremamente** caracterizado por um lado da escala, você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você acha que o conceito é **bastante** caracterizado por um lado da escala (mas não extremamente), você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você acha que o conceito é **fracamente** caracterizado por um lado da escala (mas não é realmente neutro), você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você considerar o conceito a ser caracterizado como **neutro** na escala, ou ambos os lados da escala caracterizarem igualmente o conceito, você deve colocar a marcação no espaço do meio, como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Obrigado pelo tempo gasto completando este questionário.

1. Conhecimento dos usuários sobre as mudanças necessárias aos negócios, a fim de implementar a solução recomendada.

Suficiente Insuficiente

Descrição: Quão surpresos os usuários ficarão mais tarde com a quantidade de mudanças necessárias nos negócios para implementar a solução recomendada (por exemplo, mudanças na estrutura organizacional ou eliminação de certos cargos)?

2. Disposição dos usuários em defender a solução recomendada perante a direção executiva.

Fraca Forte

Descrição: Este critério é um indicador do comprometimento e da confiança dos usuários com a solução recomendada.

3. Nível de consenso dos usuários sobre a solução recomendada.

Alto Baixo

Descrição: Há um acordo entre os diferentes usuários sobre a conveniência da solução recomendada?

4. Relacionamento entre os usuários e a equipe de Engenharia de Requisitos.

Bom Ruim

Descrição: Qual a harmonia deste relacionamento que poderá produzir uma grande cooperação no futuro?

5. Adaptação entre a solução recomendada e a orientação estratégica da organização.

Forte Fraca

Descrição: Quão congruente é a solução recomendada em relação à orientação estratégica planejada da organização (por exemplo, centralização ou descentralização da tomada de decisão).

6. Habilidade da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.

Fraca Forte

Descrição: A habilidade de mudança está refletida em fatores como o histórico de mudanças da empresa e a troca de idéias da cultura corporativa.

7. Disposição da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.

Fraca Forte

Descrição: A disposição de mudança está refletida em fatores como sentimento de necessidade de mudança, o qual pode ser impulsionado pelos benefícios a serem obtidos por fazer as mudanças ou pelas perdas excessivas de não fazê-las.

8. Nível de apoio da alta direção nas mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.

Fraca Forte

Descrição: A direção está comprometida a fazer as mudanças necessárias?

9. Nível de abrangência dos custos na análise de custo/benefício.

Completo Incompleto

Descrição: A que nível os custos de desenvolvimento e implementação do sistema foram estudados?

10. Nível de abrangência dos benefícios na análise de custo/benefício.

Incompleto Completo

Descrição: A que nível os benefícios de desenvolvimento e implementação do sistema foram estudados?

11. Quantidade de benefícios esperados pela organização através da implementação da solução recomendada quando comparada a soluções alternativas.

Superior Inferior

Descrição: Quanto a solução recomendada é melhor do que as demais?

12. Exatidão das estimativas de custo para a solução recomendada comparada à exatidão requerida pela organização.

Inferior Superior

Descrição: A exatidão requerida pela organização é geralmente semelhante à exatidão usada em outros projetos que não são de software.

13. Clareza das ligações entre os modelos (de processo^a e de dados) e os objetivos do sistema^b.

Claras Obscuras

Descrição: Qual a facilidade para um analista ver como os subsistemas estão atingindo um objetivo particular do sistema?

^a Um modelo de processo inclui processos do sistema de software (funções) e também atividades de trabalho manuais do processo de negócios.

^b Estes são objetivos do sistema, não objetivos do projeto de desenvolvimento de software e supõe-se que devem ser específicos e mensuráveis. Exemplos de objetivos são “*melhorar a precisão do processo de planejamento em 10%*”, “*prover a habilidade para achar um volume no catálogo automatizado em menos de 5 segundos, 95% do tempo atual*” e “*satisfazer 95% dos pedidos para informação bibliográfica dentro de 5 minutos*”. Como pode ser visto nestes exemplos, a obtenção dos objetivos depende do sistema e do modo como foi projetado.

14. Clareza das ligações entre os modelos (de processo^a e de dados) e os assuntos-chave^c.

Claras Obscuras

Descrição: Qual a facilidade para um analista ver como os subsistemas estão atingindo um assunto-chave específico?

^a Um modelo de processo inclui processos do sistema de software (funções) e também atividades de trabalho manuais do processo de negócios.

^c Assuntos-chave são assuntos que concernem ao sistema, não ao projeto. Eles são aspectos críticos do sistema que requerem estudo: sem a sua resolução o sistema não pode ser completamente definido e desenvolvido. Quando um assunto pode ser solucionado sem requerer um exame formal de alternativas pelos tomadores de decisão, então não é um assunto-chave. Exemplos de assuntos-chave são “o sistema deve ser simples e convidativo de usar e deve permitir aos sócios acharem as respostas para as suas perguntas facilmente. Isto tem a finalidade de assegurar a aceitação do sistema pelos sócios. A assistência da equipe deveria ser requerida somente em casos excepcionais” e “serviços como consulta, localização de títulos e processamento de empréstimos e reservas devem continuar no caso de malfuncionamento ou falhas do sistema automatizado. Isto serve para assegurar continuidade do serviço”.

15. Adequação do diagnóstico do sistema existente.

Insuficiente Suficiente

Descrição: Os pontos fracos e fortes do sistema existente foram identificados?

16. Clareza das ligações entre os pontos fracos e fortes do sistema existente e os pontos fracos e fortes da solução recomendada.

Claras Obscuras

Descrição: O novo sistema está atacando os pontos fracos e aproveitando os pontos fortes do sistema existente?

responde todas as questões.

Segue abaixo dezesseis conceitos que pretendem avaliar a extensão do conhecimento de Engenharia de Requisitos. Abaixo de cada conceito existe um exemplo que orientadamente os conceitos em cada uma dessas áreas.

ANEXO A – INSTRUMENTO ORIGINAL DE KHALED

ANEXO A – INSTRUMENTO ORIGINAL DE KHALED

O propósito deste instrumento é medir o sucesso do processo da Engenharia de Requisitos. Todas as questões dizem respeito a um processo específico de Engenharia de Requisitos no qual você esteve envolvido recentemente. Aplicações piloto deste instrumento indicam que o mesmo leva aproximadamente 20 minutos para ser preenchido. Por favor, responda todas as questões.

Neste questionário estão dezesseis conceitos que pretendem avaliar a extensão do sucesso do processo de Engenharia de Requisitos. Abaixo de cada conceito existe um par de escalas. Classifique ordenadamente os conceitos em cada uma dessas escalas. Veja como utilizá-las.

Se você acha que o conceito é **extremamente** caracterizado por um lado da escala, você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você acha que o conceito é **bastante** caracterizado por um lado da escala (mas não extremamente), você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você acha que o conceito é **fracamente** caracterizado por um lado da escala (mas não é realmente neutro), você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você considerar o conceito a ser caracterizado como **neutro** na escala, ou ambos os lados da escala caracterizarem igualmente o conceito, você deve colocar a marcação no espaço do meio, como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Obrigado pelo tempo gasto completando este questionário.

ANEXO B – INSTRUMENTO RESPONDIDO PELA EMPRESA ALFA

ANEXO B – INSTRUMENTO RESPONDIDO PELA EMPRESA ALFA**CLIENTE:**

NOME DA EMPRESA: ALFA

RAMO DE ATIVIDADE: PORTUÁRIO - (ÓRGÃO PÚBLICO DE
SERVIDOR ADMINISTRAÇÃO DE PORTOS)

NOME DO ENTREVISTADO:

CARGO: CONSULTOR DE NEGÓCIO

PAPEL NA IMPLANTAÇÃO: CONTRATAÇÃO

FORNECEDOR:

NOME DA EMPRESA:

NOME DO SISTEMA: DESENVOLVIDO EM LINGUAGEM E BANCO DE
DADOS PROGRESS

PLATAFORMA: RISC

SERVIDOR:

ÁREAS DE ATUAÇÃO DO SISTEMA:

CONTROLA DESDE A ENTRADA DA MERCADORIA ATÉ A SAÍDA
DA MESMA, INCLUINDO ROTINAS DE IMPORTAÇÕES E
EXPORTAÇÕES

NÚMERO DE PESSOAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO:

CLIENTE: 50

FORNECEDOR: 10

PONTOS POSITIVOS: CONSULTORIA, MUDANÇAS PROPOSTAS PELA
EQUIPE DO FORNECEDOR, AUTOMATIZAÇÃO
TOTAL DOS PROCESSOS

PONTOS NEGATIVOS: RESISTÊNCIA AO USO, CONHECIMENTO
SEGMENTADO, CONSTANTES MUDANÇAS NA
LEGISLAÇÃO

SE O SISTEMA ESTÁ SUBSTITUINDO OUTRO:

FORNECEDOR ANTERIOR:

NOME DO SISTEMA:

PLATAFORMA:

SERVIDOR:

TEMPO DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA:

PRINCIPAL MOTIVO DA SUBSTITUIÇÃO:

INSTRUMENTO PARA MEDIR O SUCESSO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS

O propósito deste instrumento é medir o sucesso do processo da Engenharia de Requisitos. Todas as questões dizem respeito a pontos de vista de análise de contexto, requisitos de usuários e de alternativa de solução em que você esteve envolvido. Aplicações piloto deste instrumento indicam que o mesmo leva aproximadamente 20 minutos para ser preenchido. Por favor, responda todas as questões.

Neste questionário estão dezesseis conceitos que pretendem avaliar a extensão do sucesso do processo de Engenharia de Requisitos. Abaixo de cada conceito existe um par de escalas. Classifique ordenadamente os conceitos em cada uma dessas escalas. Veja como utilizá-las.

Se você acha que o conceito é **extremamente** caracterizado por um lado da escala, você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você acha que o conceito é **bastante** caracterizado por um lado da escala (mas não extremamente), você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você acha que o conceito é **fracamente** caracterizado por um lado da escala (mas não é realmente neutro), você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você considerar o conceito a ser caracterizado como **neutro** na escala, ou ambos os lados da escala caracterizarem igualmente o conceito, você deve colocar a marcação no espaço do meio, como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Obrigado pelo tempo gasto completando este questionário.

1. Conhecimento dos usuários sobre as mudanças necessárias aos negócios, a fim de implementar a solução recomendada.

Suficiente Insuficiente

Incompleto Completo

Descrição: Quão surpresos os usuários ficarão mais tarde com a quantidade de mudanças necessárias nos negócios para implementar a solução recomendada (por exemplo, mudanças na estrutura organizacional ou eliminação de certos cargos)?

2. Disposição dos usuários em defender a solução recomendada perante a direção executiva.

Com Vontade Sem Vontade

Fraca Forte

Descrição: Este critério é um indicador do comprometimento e da confiança dos usuários com a solução recomendada.

NÃO QUERIAM IMPLANTAR O SISTEMA.

3. Nível de consenso dos usuários sobre a solução recomendada.

Alto Baixo

Fraco Forte

Descrição: Há um acordo entre os diferentes usuários sobre a conveniência da solução recomendada?

NÃO QUERIAM IMPLANTAR O SISTEMA.

7. Disposição da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.

Com Vontade Sem Vontade

Fraca Forte

Descrição: A disposição de mudança está refletida em fatores como sentimento de necessidade de mudança, o qual pode ser impulsionado pelos benefícios a serem obtidos por fazer as mudanças ou pelas perdas excessivas de não fazê-las.

8. Nível de apoio da alta direção nas mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.

Apoiadora Não-apoiadora

Fraco Forte

Descrição: A direção está comprometida a fazer as mudanças necessárias?

9. Nível de abrangência dos custos na análise de custo/benefício.

Completo Incompleto

Inadequado Adequado

Descrição: A que nível os custos de desenvolvimento e implementação do sistema foram estudados?

NÃO HOUVE ANÁLISE DE CUSTO/BENEFÍCIO.

10. Nível de abrangência dos benefícios na análise de custo/benefício.

Completo Incompleto

Inadequado Adequado

Descrição: A que nível os benefícios de desenvolvimento e implementação do sistema foram estudados?

NÃO HOUVE ANÁLISE DE CUSTO/BENEFÍCIO.

11. Quantidade de benefícios esperados pela organização através da implementação da solução recomendada quando comparada a soluções alternativas.

Superior Inferior

Baixa Alta

Descrição: Quanto a solução recomendada é melhor do que as demais?

NÃO HAVIA NENHUMA SOLUÇÃO ALTERNATIVA NO MOMENTO.

12. Exatidão das estimativas de custo para a solução recomendada comparada à exatidão requerida pela organização.

Superior Inferior

Mais Baixa Mais Alta

Descrição: A exatidão requerida pela organização é geralmente semelhante à exatidão usada em outros projetos que não são de software.

13. Clareza das ligações entre os modelos (de processo^a e de dados) e os objetivos do sistema^b.

Claras |x|_|_|_|_|_|_|_|_| Obscuras
 Ambíguas |_|_|_|_|_|_|_|_|x| Óbvias

Descrição: Qual a facilidade para um analista ver como os subsistemas estão atingindo um objetivo particular do sistema?

^a Um modelo de processo inclui processos do sistema de software (funções) e também atividades de trabalho manuais do processo de negócios.

^b Estes são objetivos do sistema, não objetivos do projeto de desenvolvimento de software e supõe-se que devem ser específicos e mensuráveis. Exemplos de objetivos são “*melhorar a precisão do processo de planejamento em 10%*”, “*prover a habilidade para achar um volume no catálogo automatizado em menos de 5 segundos, 95% do tempo atual*” e “*satisfazer 95% dos pedidos para informação bibliográfica dentro de 5 minutos*”. Como pode ser visto nestes exemplos, a obtenção dos objetivos depende do sistema e do modo como foi projetado.

15. Adequação do diagnóstico do sistema existente.

Adequado Inadequado
Insuficiente Suficiente

Descrição: Os pontos fracos e fortes do sistema existente foram identificados?

16. Clareza das ligações entre os pontos fracos e fortes do sistema existente e os pontos fracos e fortes da solução recomendada.

Claras Obscuras
Ambíguas Óbvias

Descrição: O novo sistema está atacando os pontos fracos e aproveitando os pontos fortes do sistema existente?

ANEXO C – INSTRUMENTO RESPONDIDO PELA EMPRESA BETA

INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO E
RACIONALIZAÇÃO DE RECURSOS
ASSOCIADA A ALGUM PROBLEMA COM
RECURSOS EM MODULOS BUDGET
ANEXO

ANEXO C – INSTRUMENTO RESPONDIDO PELA EMPRESA BETA**CLIENTE:**

NOME DA EMPRESA: BETA

RAMO DE ATIVIDADE: PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE INFORMÁTICA
(EMPRESA ESTATAL DE INFORMÁTICA)

NOME DO ENTREVISTADO:

CARGO: ANALISTA DE INFORMÁTICA

PAPEL NA IMPLANTAÇÃO: APOIO

FORNECEDOR:

NOME DA EMPRESA:

NOME DO SISTEMA:

PLATAFORMA: WINDOWS NT, SYBASE

SERVIDOR: AS/400

ÁREAS DE ATUAÇÃO DO SISTEMA:

ADMINISTRATIVA, FINANCEIRA, CONTÁBIL, RECURSOS
HUMANOS, PRODUÇÃO E COMERCIAL

NÚMERO DE PESSOAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO:

CLIENTE: 33

FORNECEDOR: 10

PONTOS POSITIVOS: INTEGRAÇÃO, MODERNIZAÇÃO E
RACIONALIZAÇÃO DE RECURSOS

PONTOS NEGATIVOS: CASO ACONTEÇA ALGUM PROBLEMA COM O
SISTEMA, TODOS OS MÓDULOS PODERÃO SER
AFETADOS

SE O SISTEMA ESTÁ SUBSTITUINDO OUTRO:

FORNECEDOR ANTERIOR: PRÓPRIO (DESENVOLVIDO INTERNAMENTE)

NOME DO SISTEMA: FOLHA, CONTABILIDADE, ORÇAMENTO, PLANILHAS

PLATAFORMA: CLIPPER, ACCESS, ADABAS/NATURAL, COBOL

SERVIDOR: MAINFRAME IBM DE GRANDE PORTE E MICROS

TEMPO DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA: HÁ MAIS DE 10 ANOS

PRINCIPAL MOTIVO DA SUBSTITUIÇÃO: FALTA DE INTEGRAÇÃO ENTRE
OS SISTEMAS E DADOS

INSTRUMENTO PARA MEDIR O SUCESSO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS

O propósito deste instrumento é medir o sucesso do processo da Engenharia de Requisitos. Todas as questões dizem respeito a pontos de vista de análise de contexto, requisitos de usuários e de alternativa de solução em que você esteve envolvido. Aplicações piloto deste instrumento indicam que o mesmo leva aproximadamente 20 minutos para ser preenchido. Por favor, responda todas as questões.

Neste questionário estão dezesseis conceitos que pretendem avaliar a extensão do sucesso do processo de Engenharia de Requisitos. Abaixo de cada conceito existe um par de escalas. Classifique ordenadamente os conceitos em cada uma dessas escalas. Veja como utilizá-las.

Se você acha que o conceito é **extremamente** caracterizado por um lado da escala, você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você acha que o conceito é **bastante** caracterizado por um lado da escala (mas não extremamente), você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você acha que o conceito é **fracamente** caracterizado por um lado da escala (mas não é realmente neutro), você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você considerar o conceito a ser caracterizado como **neutro** na escala, ou ambos os lados da escala caracterizarem igualmente o conceito, você deve colocar a marcação no espaço do meio, como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Obrigado pelo tempo gasto completando este questionário.

1. Conhecimento dos usuários sobre as mudanças necessárias aos negócios, a fim de implementar a solução recomendada.

Suficiente Insuficiente

Incompleto Completo

Descrição: Este critério avalia o nível de conhecimento dos usuários sobre as mudanças necessárias aos negócios para implementar a solução recomendada.

Descrição: Quão surpresos os usuários ficarão mais tarde com a quantidade de mudanças necessárias nos negócios para implementar a solução recomendada (por exemplo, mudanças na estrutura organizacional ou eliminação de certos cargos)?

NÃO HÁ PREVISÃO DE MUDANÇAS DE ESTRUTURA E CARGOS

2. Disposição dos usuários em defender a solução recomendada perante a direção executiva.

Com Vontade Sem Vontade

Fraca Forte

Descrição: Este critério é um indicador do comprometimento e da confiança dos usuários com a solução recomendada.

3. Nível de consenso dos usuários sobre a solução recomendada.

Alto Baixo

Fraco Forte

Descrição: Há um acordo entre os diferentes usuários sobre a conveniência da solução recomendada?

SIM, É UMA DETERMINAÇÃO DA DIRETORIA.

7. Disposição da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.

Com Vontade |x|_|_|_|_|_|_|_| Sem Vontade

Fraca |_|_|_|_|_|_|_|x| Forte

Descrição: A disposição de mudança está refletida em fatores como sentimento de necessidade de mudança, o qual pode ser impulsionado pelos benefícios a serem obtidos por fazer as mudanças ou pelas perdas excessivas de não fazê-las.

8. Nível de apoio da alta direção nas mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.

Apoiadora |x|_|_|_|_|_|_|_| Não-apoiadora

Fraco |_|_|_|_|_|_|_|x| Forte

Descrição: A direção está comprometida a fazer as mudanças necessárias?

9. Nível de abrangência dos custos na análise de custo/benefício.

Completo |_|x|_|_|_|_|_|_| Incompleto

Inadequado |_|_|_|_|_|_|x| Adequado

Descrição: A que nível os custos de desenvolvimento e implementação do sistema foram estudados?

10. Nível de abrangência dos benefícios na análise de custo/benefício.

Completo |x|_|_|_|_|_|_|_| Incompleto

Inadequado |_|_|_|_|_|_|_|x| Adequado

Descrição: A que nível os benefícios de desenvolvimento e implementação do sistema foram estudados?

11. Quantidade de benefícios esperados pela organização através da implementação da solução recomendada quando comparada a soluções alternativas.

Superior Inferior

Baixa Alta

Descrição: Quanto a solução recomendada é melhor do que as demais?

12. Exatidão das estimativas de custo para a solução recomendada comparada à exatidão requerida pela organização.

Superior Inferior

Mais Baixa Mais Alta

Descrição: A exatidão requerida pela organização é geralmente semelhante à exatidão usada em outros projetos que não são de software.

13. Clareza das ligações entre os modelos (de processo^a e de dados) e os objetivos do sistema^b.

Claras Obscuras
 Ambíguas Óbvias

Descrição: Qual a facilidade para um analista ver como os subsistemas estão atingindo um objetivo particular do sistema?

^a Um modelo de processo inclui processos do sistema de software (funções) e também atividades de trabalho manuais do processo de negócios.

^b Estes são objetivos do sistema, não objetivos do projeto de desenvolvimento de software e supõe-se que devem ser específicos e mensuráveis. Exemplos de objetivos são “*melhorar a precisão do processo de planejamento em 10%*”, “*prover a habilidade para achar um volume no catálogo automatizado em menos de 5 segundos, 95% do tempo atual*” e “*satisfazer 95% dos pedidos para informação bibliográfica dentro de 5 minutos*”. Como pode ser visto nestes exemplos, a obtenção dos objetivos depende do sistema e do modo como foi projetado.

14. Clareza das ligações entre os modelos (de processo^a e de dados) e os assuntos-chave^c.

Claras Obscuras
 Ambíguas Óbvias

Descrição: Qual a facilidade para um analista ver como os subsistemas estão atingindo um assunto-chave específico?

^a Um modelo de processo inclui processos do sistema de software (funções) e também atividades de trabalho manuais do processo de negócios.

^c Assuntos-chave são assuntos que concernem ao sistema, não ao projeto. Eles são aspectos críticos do sistema que requerem estudo: sem a sua resolução o sistema não pode ser completamente definido e desenvolvido. Quando um assunto pode ser solucionado sem requerer um exame formal de alternativas pelos tomadores de decisão, então não é um assunto-chave. Exemplos de assuntos-chave são “o sistema deve ser simples e convidativo de usar e deve permitir aos sócios acharem as respostas para as suas perguntas facilmente. Isto tem a finalidade de assegurar a aceitação do sistema pelos sócios. A assistência da equipe deveria ser requerida somente em casos excepcionais” e “serviços como consulta, localização de títulos e processamento de empréstimos e reservas devem continuar no caso de malfuncionamento ou falhas do sistema automatizado. Isto serve para assegurar continuidade do serviço”.

ANEXO D – INSTRUMENTO RESPONDIDO PELA EMPRESA GAMA**CLIENTE:**

NOME DA EMPRESA: GAMA

RAMO DE ATIVIDADE: EXTRUSÃO DE ALUMÍNIO

NOME DO ENTREVISTADO:

CARGO: CONSULTOR DE NEGÓCIO

PAPEL NA IMPLANTAÇÃO: IMPLEMENTAÇÃO E TREINAMENTO

FORNECEDOR:

NOME DA EMPRESA:

NOME DO SISTEMA:

PLATAFORMA: AS/400

SERVIDOR: AS/400

ÁREAS DE ATUAÇÃO DO SISTEMA:

PLANEJAMENTO DE MATERIAIS, COMPRAS, CONTROLE DE QUALIDADE, ORDENS DE PRODUÇÃO, MATERIAIS, CUSTOS, CONTAS A PAGAR, CONTAS A RECEBER, LIVROS FISCAIS, CONTABILIDADE GERAL

DESCRIÇÃO DAS FUNCIONALIDADES DO SISTEMA:

RASTREABILIDADE DE LOTES, ESTOQUE E CUSTOS COM MULTIMOEDAS, PCP INTEGRADO A VENDAS E FINANÇAS, CONTROLE DA INDUSTRIALIZAÇÃO

NÚMERO DE PESSOAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO:

CLIENTE: 30

FORNECEDOR: 08

PONTOS POSITIVOS: CONSCIENTIZAÇÃO E INTEGRAÇÃO DO USUÁRIO

PONTOS NEGATIVOS: INSTALAÇÕES NÃO ADEQUADAS PARA

TREINAMENTO – Nº DE USUÁRIOS POR MICRO

SE O SISTEMA ESTÁ SUBSTITUINDO OUTRO:

FORNECEDOR ANTERIOR:

NOME DO SISTEMA:

PLATAFORMA:

SERVIDOR:

TEMPO DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA:

PRINCIPAL MOTIVO DA SUBSTITUIÇÃO:

INSTRUMENTO PARA MEDIR O SUCESSO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS

O propósito deste instrumento é medir o sucesso do processo da Engenharia de Requisitos. Todas as questões dizem respeito a pontos de vista de análise de contexto, requisitos de usuários e de alternativa de solução em que você esteve envolvido. Aplicações piloto deste instrumento indicam que o mesmo leva aproximadamente 20 minutos para ser preenchido. Por favor, responda todas as questões.

Neste questionário estão dezesseis conceitos que pretendem avaliar a extensão do sucesso do processo de Engenharia de Requisitos. Abaixo de cada conceito existe um par de escalas. Classifique ordenadamente os conceitos em cada uma dessas escalas. Veja como utilizá-las.

Se você acha que o conceito é **extremamente** caracterizado por um lado da escala, você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você acha que o conceito é **bastante** caracterizado por um lado da escala (mas não extremamente), você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você acha que o conceito é **fracamente** caracterizado por um lado da escala (mas não é realmente neutro), você deve marcar como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Suficiente Insuficiente

Se você considerar o conceito a ser caracterizado como **neutro** na escala, ou ambos os lados da escala caracterizarem igualmente o conceito, você deve colocar a marcação no espaço do meio, como a seguir:

Suficiente Insuficiente

Obrigado pelo tempo gasto completando este questionário.

1. Conhecimento dos usuários sobre as mudanças necessárias aos negócios, a fim de implementar a solução recomendada.

Suficiente Insuficiente

Incompleto Completo

Descrição: Quão surpresos os usuários ficarão mais tarde com a quantidade de mudanças necessárias nos negócios para implementar a solução recomendada (por exemplo, mudanças na estrutura organizacional ou eliminação de certos cargos)?

2. Disposição dos usuários em defender a solução recomendada perante a direção executiva.

Com Vontade Sem Vontade

Fraca Forte

Descrição: Este critério é um indicador do comprometimento e da confiança dos usuários com a solução recomendada.

3. Nível de consenso dos usuários sobre a solução recomendada.

Alto Baixo

Fraco Forte

Descrição: Há um acordo entre os diferentes usuários sobre a conveniência da solução recomendada?

4. Relacionamento entre os usuários e a equipe de Engenharia de Requisitos.

Harmônico Dissonante
 Ruim Bom

Descrição: Qual a harmonia deste relacionamento que poderá produzir uma grande cooperação no futuro?

5. Adaptação entre a solução recomendada e a orientação estratégica da organização.

Alta Baixa
 Fraca Forte

Descrição: Quão congruente é a solução recomendada em relação à orientação estratégica planejada da organização (por exemplo, centralização ou descentralização da tomada de decisão).

6. Habilidade da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.

Apta Inapta
 Fraca Forte

Descrição: A habilidade de mudança está refletida em fatores como o histórico de mudanças da empresa e a troca de idéias da cultura corporativa.

7. Disposição da organização em fazer as mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.

Com Vontade Sem Vontade

Fraca Forte

Descrição: A disposição de mudança está refletida em fatores como sentimento de necessidade de mudança, o qual pode ser impulsionado pelos benefícios a serem obtidos por fazer as mudanças ou pelas perdas excessivas de não fazê-las.

8. Nível de apoio da alta direção nas mudanças necessárias para implementar a solução recomendada.

Apoiadora Não-apoiadora

Fraco Forte

Descrição: A direção está comprometida a fazer as mudanças necessárias?

9. Nível de abrangência dos custos na análise de custo/benefício.

Completo Incompleto

Inadequado Adequado

Descrição: A que nível os custos de desenvolvimento e implementação do sistema foram estudados?

10. Nível de abrangência dos benefícios na análise de custo/benefício.

Completo Incompleto

Inadequado Adequado

Descrição: A que nível os benefícios de desenvolvimento e implementação do sistema foram estudados?

11. Quantidade de benefícios esperados pela organização através da implementação da solução recomendada quando comparada a soluções alternativas.

Superior Inferior

Baixa Alta

Descrição: Quanto a solução recomendada é melhor do que as demais?

12. Exatidão das estimativas de custo para a solução recomendada comparada à exatidão requerida pela organização.

Superior Inferior

Mais Baixa Mais Alta

Descrição: A exatidão requerida pela organização é geralmente semelhante à exatidão usada em outros projetos que não são de software.

13. Clareza das ligações entre os modelos (de processo^a e de dados) e os objetivos do sistema^b.

Claras Obscuras
 Ambíguas Óbvias

Descrição: Qual a facilidade para um analista ver como os subsistemas estão atingindo um objetivo particular do sistema?

^a Um modelo de processo inclui processos do sistema de software (funções) e também atividades de trabalho manuais do processo de negócios.

^b Estes são objetivos do sistema, não objetivos do projeto de desenvolvimento de software e supõe-se que devem ser específicos e mensuráveis. Exemplos de objetivos são “*melhorar a precisão do processo de planejamento em 10%*”, “*prover a habilidade para achar um volume no catálogo automatizado em menos de 5 segundos, 95% do tempo atual*” e “*satisfazer 95% dos pedidos para informação bibliográfica dentro de 5 minutos*”. Como pode ser visto nestes exemplos, a obtenção dos objetivos depende do sistema e do modo como foi projetado.

14. Clareza das ligações entre os modelos (de processo^a e de dados) e os assuntos-chave^c.

Claras | | | | | | | Obscuras
 Ambíguas | | | | | | | | Óbvias

Descrição: Qual a facilidade para um analista ver como os subsistemas estão atingindo um assunto-chave específico?

^a Um modelo de processo inclui processos do sistema de software (funções) e também atividades de trabalho manuais do processo de negócios.

^c Assuntos-chave são assuntos que concernem ao sistema, não ao projeto. Eles são aspectos críticos do sistema que requerem estudo: sem a sua resolução o sistema não pode ser completamente definido e desenvolvido. Quando um assunto pode ser solucionado sem requerer um exame formal de alternativas pelos tomadores de decisão, então não é um assunto-chave. Exemplos de assuntos-chave são “o sistema deve ser simples e convidativo de usar e deve permitir aos sócios acharem as respostas para as suas perguntas facilmente. Isto tem a finalidade de assegurar a aceitação do sistema pelos sócios. A assistência da equipe deveria ser requerida somente em casos excepcionais” e “serviços como consulta, localização de títulos e processamento de empréstimos e reservas devem continuar no caso de malfuncionamento ou falhas do sistema automatizado. Isto serve para assegurar continuidade do serviço”.

15. Adequação do diagnóstico do sistema existente.

Adequado x Inadequado

Insuficiente x Suficiente

Descrição: Os pontos fracos e fortes do sistema existente foram identificados?

16. Clareza das ligações entre os pontos fracos e fortes do sistema existente e os pontos fracos e fortes da solução recomendada.

Claras x Obscuras

Ambíguas x Óbvias

Descrição: O novo sistema está atacando os pontos fracos e aproveitando os pontos fortes do sistema existente?