

SISTEMA FUZZY PARA ANÁLISE DE RISCOS EM PROJETOS DE SOFTWARE ATRAVÉS DOS ATRIBUTOS DA NORMA DE QUALIDADE ISO 25000

FUZZY SYSTEM FOR RISK ANALYSIS IN SOFTWARE PROJECTS THROUGH THE ATTRIBUTES OF QUALITY STANDARDS ISO 25000

Chau Sen Shia* E-mail: noborosp@yahoo.com.br

Ivanir Costa* E-mail: icosta11@live.com

*Universidade Paulista (UNIP), São Paulo, SP

Resumo: Com o crescimento da demanda por produtos e serviços na área de TI, as empresas encontram dificuldades em estabelecer uma métrica ou medida de qualidade de serviços para abordar de forma mensurável os valores qualitativos em seus planejamentos. Neste trabalho realiza-se o uso da lógica *fuzzy*, norma *SQuaRE* (medição da qualidade de produtos de *software*), escala *Likert*, método GQM (*Goal-Question-Metric* – Indicador de Qualidade de *Software*) e a análise de risco de projeto do modelo de Boehm para avaliar a qualidade dos serviços e tomadas de decisão, segundo a sua demanda e solicitações de desenvolvimento de *software*. Com o objetivo de melhorar a qualidade na prestação de serviços, o aplicativo desenvolvido é utilizado para integrar a equipe e acompanhar o ciclo de vida de um projeto desde a sua fase inicial e auxiliar na comparação com o cronograma proposto durante o levantamento de requisitos.

Palavras-chave: Qualidade de *software*. Medição da qualidade. Tomada de decisão. Indicador de qualidade de *software*.

Abstract: With the growth in demand for products and services in the IT area, companies encounter difficulties in establishing a metric or measure of quality of services to address measurably qualitative values in their planning. In this work *fuzzy* logic, standard *SQuaRE* (measurement of the quality of *software* products), *Likert* scale, GQM method (*Goal-Question-Metric* -indicator of quality of *Software*) and the project risk analysis model of Boehm were used to assess the quality of services and decision-making, according to your demand and requests for *software* development. With the aim of improving the quality in the provision of services, the application is used to integrate the team and follow the life cycle of a project from its initial phase, and to assist in the comparison with the proposed schedule during the requirements elicitation.

Keywords: Software quality. Measurement of quality. Decision making. Indicator of quality of *software*.

1 INTRODUÇÃO

A demanda por serviços para empresas de desenvolvimento de software tem se mostrado crescente e considerável, (LUDWING Jr, 2007). A terceirização é vista como uma estratégia empresarial de concentração dos esforços e inteligência nas atividades-fim deixando a atividade meio a cargo dos parceiros especializados que melhor exerçam suas funções e tragam melhores resultados com ganhos para ambas as partes. Muitas solicitações de serviços são realizadas frequentemente

para diversas consultorias e muito desses processos de requisições são avaliados de forma negativa, não satisfazendo a necessidade de seus clientes, (SANTOS, 2000).

Diante dessas dificuldades torna-se necessário não apenas quantificar os esforços para atender as necessidades do cliente, é preciso identificar os principais fatores de riscos que podem contribuir para o atraso de projetos e dimensionar os valores qualitativos para melhorar a elaboração de solicitação das propostas comerciais. Segundo Fonseca e Rosenfeld (2012), a medição de desempenho para a gestão do ciclo de vida de produtos é uma tarefa difícil e complexa, devido, principalmente, à natureza não estruturada e não repetitiva dos processos de negócio que compõem tal abordagem.

O principal objetivo deste trabalho resultou em desenvolver um sistema de software para a simulação das técnicas da lógica *fuzzy* para auxiliar nas tomadas de decisões durante as indecisões de projeto; aplicação da norma *SQuaRE* para auxiliar na avaliação e medida de qualidade dos serviços; utilização do modelo espiral de Boehm para análise de riscos de projeto; reduzir o impacto de risco de projeto, e gerenciamento de cronograma de um desenvolvimento de *software*. Objetivando assim, melhorar o atendimento de uma solicitação de pedido de *software*, com a qualidade da prestação de serviços e produtos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção descreve os principais aspectos e fundamentação para a construção do sistema proposto neste trabalho.

2.1 O papel da qualidade e serviços

A importância da qualidade e valor do serviço está na medida do grau de satisfação do cliente em relação aos requisitos de preço, confiabilidade, durabilidade, estética, pontualidade, sabor, conforto. Quanto ao valor do serviço, pode ser quantificado através da soma ponderada das notas que são atribuídas pelas coletas de dados pelas atribuições de pesos às notas, desta forma o bem ou o serviço recebe um valor, enquanto a qualidade é estabelecida durante a fase de projeto, (COSTA; EPPRECHIT e CARPINETTI, 2008).

Para a ISO 9126, os atributos fundamentais de qualidade de *software* podem ser classificados em: a) Funcionalidade: é o grau com que o software satisfaz às necessidades declaradas conforme indicado pelos atributos de: adequabilidade, exatidão, interoperabilidade, conformidade e segurança. b) Confiabilidade: é a quantidade de tempo que o software fica disponível para uso conforme indicado pelos atributos: maturidade, tolerância a falhas, facilidade de recuperação. c) Usabilidade: é o grau de facilidade de utilização do software conforme indicado pelos atributos: facilidade de compreensão, de aprendizagem, operabilidade. d) Eficiência: é o grau de otimização do uso, pelo software, dos recursos do sistema conforme os atributos: comportamento em relação ao tempo, e em relação aos recursos. f) Facilidade de Manutenção: é a facilidade com a qual uma correção pode ser realizada no software conforme os atributos: facilidade de análise, de realização de mudanças, estabilidade, testabilidade. g) Portabilidade: é a facilidade com a qual um software pode ser transposto de um ambiente a outro conforme os atributos: adaptabilidade, facilidade de instalação, conformidade, facilidade de substituição.

2.2 O valor do serviço e média ponderada

Conforme Costa, Epprechit e Carpinetti (2008), a importância da qualidade e valor do serviço está na medida do grau de satisfação do cliente em relação aos requisitos de: preço, confiabilidade, durabilidade, estética, pontualidade, sabor, conforto. Quanto ao valor do serviço, ela pode ser quantificada através da soma ponderada das notas que são atribuídas pelas coletas de dados pelas atribuições de pesos às notas, dessa forma o bem ou o serviço recebe um valor, enquanto a qualidade é estabelecida durante a fase de projeto. Quanto aos custos de qualidade podem ser classificados em: custos de prevenção, avaliação, falhas internas e falhas externas.

2.3 A escala *Likert*

A mensuração baseado em uma escala do tipo Likert, criada em 1932 pelo educador e psicólogo social americano Likert Rensis (1903-1981) é um instrumento que contempla um elenco de sentenças para as quais a respondente manifesta seu grau de concordância, assinalando valores numa escala do tipo: (1) discordo

inteiramente, (2) discordo, (3) nem concordo nem discordo (4) concordo, (5) concordo inteiramente. A escala Likert apresenta diversas vantagens: a) é de fácil elaboração e aplicação, b) é mais objetiva e c) é mais homogênea e aumenta a probabilidade de mensuração de atitudes unitárias. Como desvantagem, a escala acaba por quantificar e padronizar respostas, o que impossibilita a detecção de nuances e sutilezas de atitudes, que por sua vez são percebidas nas entrevistas e questionários abertos, (SCOLARIS, 2009).

Na escala de *Likert*, as respostas para cada item variam segundo o grau de intensidade. Essa escala com categorias ordenadas, igualmente espaçadas e com o mesmo número de categorias em todos os itens, é largamente utilizada em pesquisas organizacionais que investigam as práticas da GQT (Gestão pela Qualidade Total), (SARAPH, 1989), (BADRI, 1995), (TAMIMI, 1995) e (ALEXANDRE, 1995).

2.4 A linha divisória ou limite de decisão

Segundo Tan; Steinbach e Kumar (2006), o limite ente duas regiões fronteiriças de diferentes classes é conhecido como limite de decisão. A condição de teste envolve apenas um atributo, os limites de decisão são retilíneos, paralelos aos eixos de coordenadas. Existem muitas métricas que podem ser usadas para determinar a melhor forma de dividir os registros. Essas métricas são definidas em termos da distribuição da classe dos registros antes e depois da divisão. De acordo com Medeiros (2006), se um problema pode ser separado por uma reta, representando a divisão entre classes, diz se que tal problema é linearmente separável, caso contrário, é dito linearmente não separável.

2.5 O método GQM (*Goal-Question-Metric*)

As dificuldades de obter as medidas para *softwares* estão nas variedades dos aspectos e a presença de muitos elementos intangíveis. Em projetos de *softwares*, as medições podem ser utilizadas já na análise de requisitos (fase inicial do desenvolvimento) para determinar como o *software* deverá funcionar. Outra forma de medida de *software* é a aplicação do método GQM (*Goal-Question-Metric*), consistindo em organizar o planejamento de uma medição de *software* em etapas: a)

objetivos que são estabelecidos de acordo com as necessidades dos *stakeholders* e devem ser fixados em função dos requisitos de *software* (tempo, quantidade de usuários contratados para teste), b) questões que são definidas para realizar o trabalho de medição e que as perguntas devem trazer informação útil para melhorar o produto, c) categorias que dividem o conjunto de dados obtidos e d) formulários que conduzem o trabalho dos avaliadores, (KOSCIANSKI e SOARES, 2006).

Conforme Basilis e Weiss (1984), o método GQM (*Goal-Question-Metric*) é uma maneira organizada de tratar o planejamento de trabalho de uma medição. O método organiza o planejamento de uma medição de *software* em etapas, sendo que cada etapa define os seguintes elementos: a) objetivos; b) questões; c) categorias e d) formulários.

2.6 A norma *SQuaRE*

O modelo *SQuaRE* baseado na ISO/IEC 25000 define as características de qualidade e está centrado em um problema específico de medição da qualidade dos produtos de *software*. Essa norma contém vários exemplos de métricas externas e internas que podem ser utilizadas como ponto de partida para a construção de um sistema de avaliação da qualidade de *software*, (KOSCIANSKI e SOARES, 2006).

A norma *SQuaRE* (*Software Product Quality Requirement and Evaluation – Requisitos de Qualidade e Avaliação de Produtos de Software*), segundo Koscianski e Soares (2006), é uma evolução de normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598. Para Garcia (2009), a norma *SQuaRE* reunifica os processos de qualidade de *software* (padrão ISO 9126) e a avaliação do produto (padrão 14598) utilizando como base a medida de qualidade. As vantagens oferecidas pela *SQuaRE* são: a) coordenar medidas e a avaliação da qualidade de *software*, b) oferecer um guia para a especificação de requisitos de qualidade de *software* e c) harmonizar a normativa já existente com respeito à norma ISO / IEC 15939, mediante o modelo de referência de medida de qualidade pertencente à norma ISO / IEC 25020.

2.7 O modelo de desenvolvimento de software espiral

Proposto por Boehm (1988), o modelo espiral é um processo de *software* evolucionário que acopla a natureza iterativa de um protótipo com os aspectos

sistemáticos e controlados do modelo cascata. Fornece potencial para o rápido desenvolvimento de versões cada vez mais completo do *software*. As principais características do modelo espiral são descritas como:

- a) É um gerador de modelos de processos dirigidos a riscos e é utilizado para guiar a engenharia de sistemas intensivos de *software*, que ocorre de forma concorrente e tem múltiplos envolvidos.
- b) É uma abordagem cíclica voltada para ampliar, incrementalmente, o grau de definição e a implementação de um sistema, enquanto diminui seu grau de risco. É uma série de pontos âncora de controle para assegurar o comprometimento de interessados quanto à busca de soluções de sistemas que sejam mutuamente satisfatórias e praticáveis.

2.8 A lógica *fuzzy*, as funções de pertinência e as variáveis linguísticas

No mundo real existem muitas áreas nebulosas, (SCHILDT, 1989). Para Fernandes (2004), a lógica *fuzzy* é uma poderosa técnica para solução de problemas, com vasta aplicabilidade, especialmente nas áreas de controle e tomada de decisão. Para Nascimento Jr., e Yoneyama (2004), a lógica *fuzzy* permite o tratamento de expressões que envolvem grandezas descritas de forma não exata.

Utiliza conjuntos nebulosos para a formalização de seu conceito que estende a teoria clássica de conjuntos. Na teoria de conjuntos nebulosos (ou *fuzzy*), busca-se traduzir em termos formais a informação imprecisa que ocorre de maneira natural na representação dos fenômenos naturais, utilizando uma linguagem corriqueira, (NASCIMENTO Jr., e YONEYAMA, 2004).

Segundo Moraes (2008), as variáveis linguísticas são expressas por termos linguísticos, interpretados como números *fuzzy* específicos, definidos, utilizando-se uma variável base, que em termos clássicos pode ser exemplificada por qualquer fenômeno físico (temperatura, pressão, velocidade, umidade) ou qualquer variável numérica (idade, desempenho, salário). Os termos linguísticos representam valores aproximados da variável base, relativos a uma aplicação particular, que são capturados por números *fuzzy* apropriados. Segundo Costa (2011), as variáveis linguísticas podem ser expressas qualitativamente, por meio dos termos linguísticos e quantitativamente pela função de pertinência. Todas as variáveis linguísticas têm um conjunto *fuzzy*, conhecidos como termos primários que é o conjunto de valores

que a variável pode ter. Uma variável lingüística é usada para caracterizar aproximadamente tanto os valores das variáveis como as suas relações (CURY, 2007).

2.9 A inferência e a *fuzzificação fuzzy* com a aplicação da estratégia de Takagi e Sugeno

Para Moraes (2008), a inferência pode ser definida como uma operação intelectual por meio da qual se afirma a verdade de uma proposição em decorrência de sua ligação com outras já reconhecidas como verdadeiras ou ainda, deduzir por meio de raciocínio, tirar por conclusão ou consequência. Pode também, relacionada à estatística, ser considerada uma operação que consiste em, tomando por base amostras estatísticas, efetuar generalizações. Os processos de inferência *fuzzy* são compostos basicamente de três elementos: as entradas, ou *inputs*, ou ainda antecedentes, as saídas, ou *outputs*, ou ainda consequentes, e as regras de inferência. Segundo Weber e Klein (2003), as regras em um sistema de controle *fuzzy*, representam o conhecimento do sistema, pois uma vez conhecido os valores das variáveis lingüísticas, as regras definidas são responsáveis por determinar a ação que deve ser tomada.

Segundo Shaw e Simões (2004), a *fuzzificação* é um mapeamento do domínio de números reais para o domínio *fuzzy*, representa a existência de atribuição de valores lingüísticos. Para Oliveira Junior (2007), fuzzificar significa usar uma variável lingüística (transformação de valores numéricos em palavras), para descrever o comportamento de uma variável real.

Quanto a aplicação da estratégia de Takagi e Sugeno, neste método de raciocínio *fuzzy*, está baseado em uma descrição de modelo distinta, pois suas variáveis de controle são caracterizadas pelas funções das variáveis de condição do processo que são descritas por um conjunto de equações, (WEBER e KLEIN, 2003).

2.10 A aplicação da função de pertinência modelo triangular

Conforme Oliveira Junior, (2007), as funções do modelo matemático mais utilizado na lógica *fuzzy* são: a triangular e a trapezoidal. Para o desenvolvimento da aplicação do sistema proposto neste trabalho, foi a função triangular (figura 1) para a representação das saídas geradas pelo sistema.

Figura 1 - Função de pertinência

Função (Modelos matemáticos)	Descrição
1-Triangular	$f(x; a, b, c) = \begin{cases} 0; x < a \\ (x - a) / (b - a); a \leq x < b \\ (c - x) / (c - b); b \leq x < c \\ 0; c \leq x \end{cases}$ <p>Restrição: $a < b < c$</p> <p>A base dos números <i>fuzzy</i> triangulares é denominada suporte do conjunto <i>fuzzy</i>, onde: a = valor pessimista. b = valor mais provável. c = valor otimista.</p>

Fonte: Adaptado de Oliveira Junior (2007).

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do software proposto neste trabalho, aplicou-se a metodologia da pesquisa exploratória, descritiva, explicativa, quantitativa, qualitativa e bibliográfica para a realização dos objetivos a serem alcançados. A abordagem foi com base nas pesquisas bibliográficas o “estado da arte” em gestão da qualidade em serviços de desenvolvimento de *software*, medidas de software, normas *SQuaRE*, modelo de software espiral de Boehm e técnicas da lógica *fuzzy*. Após a análise bibliográfica, foram identificados os fatores de riscos de projetos, os impactos negativos no processo de avaliação da solicitação de serviços e dificuldades nas medições de *software*.

Após a abordagem, foram identificadas as principais características de medição de qualidade de produto de *software* proposto pela norma internacional ISO/IEC 25000, o modelo em espiral proposto por Boehm (1988), para análise de risco de projeto de *software*, as técnicas da lógica *fuzzy* para auxiliar nas tomadas de decisão, utilizando como base a opiniões dos especialistas, transformando variáveis linguísticas e qualitativas (representante dos fatores de risco), em dados numéricos, além da rede neural que tem a capacidade de classificação dos impactos de riscos de projeto (OLIVEIRA JUNIOR, 2007).

Aplicou-se neste trabalho, uma lista de questões com os atributos de qualidade apresentadas pelo modelo *SQuaRE* que são: funcionalidade, manutenibilidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência e portabilidade. A coleta de dados foi realizada utilizando-se as experiências dos especialistas da área de

desenvolvimento formados por um gerente de projeto, um analista de sistema e um programador de software.

O questionário foi também aplicado em outros tipos de projetos como: Controle de Estoque, Imobiliário, Prestação de Serviços, Pesos e Medidas, *Call Center*, e Diagnóstico Médico. Para isso, foram desenvolvidos aplicativos de análises e simulações dos dados coletados pelos especialistas de TI e em seguida foram utilizados para testes, simulações e validações que ocorreram durante todas as fases dos desenvolvimentos de software.

3.1 Coleta e análise de dados

Para a inserção dos dados coletados, foram utilizados formulários automatizados (para aceitar as entradas dos dados coletados) desenvolvidos no aplicativo proposto utilizando os conceitos apresentados pelos autores da gestão da qualidade e gestão por processos (CARVALHO; PALADINI; KOSCIANSKI E SOARES; LAS CASAS; PALADINI; SORDI; SPHAINER). As informações coletadas por meio das métricas de qualidade de serviços *SQuaRE* (ou projetos anteriores) foram obtidas pela equipe de desenvolvimento que contribuíram para a realização deste trabalho.

A aplicação da pesquisa foi realizada com os especialistas da área de desenvolvimento de *software* de empresas de pequeno porte (aplicadas em segmentos de diversas áreas). Foram analisados os periódicos nacionais e internacionais para melhor entender as técnicas de pesquisas descritivas e exploratórias. Foram utilizadas no início deste trabalho, entrevistas com os especialistas na área de desenvolvimento de *softwares* (programadores, analistas de sistemas e gerentes de projetos). Em seguida foram preenchidos os formulários (*Check-List*), por certo período de tempo (durante um mês). Utilizou-se a escala *Likert* como medição (atribuição de notas entre 1 e 5). Os principais atributos de medida da qualidade de serviços da norma *SQuaRE* são sobre: a funcionalidade, a manutenibilidade, a usabilidade, a confiabilidade, a eficiência e a portabilidade.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A prática das simulações e testes em ambientes de TI, foram realizadas utilizando a coleta de dados (do tipo *check-list*) e atributos que qualificam as medidas de qualidade de serviços obtidos da norma *SQuaRE (Software Product Quality Requirements and Evaluation)*. Foram aplicadas técnicas da lógica *fuzzy* com seus mecanismos de inferências como recurso para tomada de decisão nas incertezas durante as fases do projeto de *software* para atender aos requisitos e solicitações de serviços em ambientes de TI. Durante a avaliação do risco de projeto utilizou-se o modelo espiral proposto por Boehm com a participação dos especialistas da área de TI para análise e gerenciamento dos projetos de *software*. A seguir são descritas as principais técnicas e recursos aplicados no desenvolvimento do aplicativo proposto deste trabalho.

4.1 A aplicação do modelo proposto com as técnicas da lógica fuzzy

O uso da ferramenta do modelo proposto neste trabalho, para a coleta, análise, simulação e geração de resultados estão descritas e representadas na forma gráfica para auxiliar no acompanhamento da proposta e aplicação das técnicas da lógica *fuzzy* com o modelo *SQuaRE*. Os resultados apresentados são também descritos, utilizando-se valores quantitativos (conjunto de pertinência) e a utilização das variáveis linguísticas da lógica *fuzzy*. O uso das técnicas da lógica *fuzzy* pode contribuir na eliminação das indecisões na gestão de processos, utilizando-se as técnicas das variáveis linguísticas. Isso se torna possível devido aos princípios da lógica *fuzzy*, que se encontram na compreensão da lógica clássica de Aristóteles, na própria lógica *fuzzy*, nas expressões verbais, no raciocínio humano, na função de pertinência, na probabilidade, nos números *fuzzy*, e nas variáveis linguísticas. Conforme Braga e Machado (1995), a lógica *fuzzy* é “uma tentativa de aproximar a precisão característica da Matemática à inerente imprecisão do mundo real, nascida do desejo profundo de conhecer melhor os processos mentais do raciocínio”.

4.2 A aplicação do formulário *check-list*

O formulário *check-list* (da figura 2) é composto também dos valores de atribuição de “notas” utilizando a escala *likert*, com 5 notas referentes ao nível de impacto de risco de projeto. Os especialistas atribuíram os níveis de riscos do projeto (de forma qualitativa) durante o ciclo de vida do projeto. São descritos (no *check-list*) o departamento correspondente pela coleta e os especialistas da área responsáveis pela avaliação. O campo da média ponderada e da linha divisória foi calculado pelo sistema.

Figura 2 - Formulário *Check-List* para coleta de dados sobre os níveis de impactos de riscos de projeto (norma *SQuaRE*)

Formulário para Análise de "Modelo de Qualidade <i>SQuaRE</i> para Processo de Software"						
Questões (Níveis de Impactos de Riscos de Projeto)	Atribuição de Notas					Média Ponderada
	1	2	3	4	5	
1-Funcionalidade : Adequabilidade, Acurácia, Interoperabilidade, segurança.		x				
2-Manutenibilidade: Testabilidade, Estabilidade, Modificabilidade, Analisabilidade.			x			
3-Usabilidade: Atratividade, Compreensibilidade, Apreensibilidade, Operabilidade.			x			
4-Confiabilidade: Maturidade, Tolerância a Falhas, Recuperabilidade.		x				
5-Eficiência: Comportamento Temporal, Utilização de Recursos.				x		
6-Portabilidade: Adaptabilidade, Instabilidade, Co-existência, Substitubilidade.		x				
					Linha Divisória	
Departamento :	<input type="text"/>					
Especialista da Área :	<input type="text"/>					
					<input type="button" value="Cancelar"/>	<input type="button" value="Enviar"/>

Fonte: Elaborado pelos autores

O formulário, da figura 3, foi utilizado desde a solicitação de serviços com a participação da equipe de TI e durante as fases de construção do *software*. As sequências de preenchimento dos formulários foram: semana 1 (2 formulários), semana 2 (3 formulários), semana 3 (2 formulários) e semana 4 (2 formulários). A marcação dos impactos de riscos foi totalizada conforme as notas e médias ponderadas.

Figura 3 - Formulário de análise *SQuaRE* preenchido e média gerada do projeto imobiliário

Formulário para Análise de "Modelo de Qualidade <i>SQuaRE</i> para Processo de Software"						
Questões (Níveis de Impactos de Riscos de Projeto)	Atribuição de Notas					Média Ponderada
	1	2	3	4	5	
1-Funcionalidade : Adequabilidade, Acurácia, Interoperabilidade, segurança.	3	1	4	2		2,50
2-Manutenibilidade: Testabilidade, Estabilidade, Modificabilidade, Analisabilidade.	2		5	1	2	2,38
3-Usabilidade: Atratividade, Compreensibilidade, Apreensibilidade, Operabilidade.	4	1	2	3		2,40
4-Confabilidade: Maturidade, Tolerância a Falhas, Recuperabilidade.	3	1	3	2	1	1,80
5-Eficiência: Comportamento Temporal, Utilização de Recursos.	3	1	3	3		2,60
6-Portabilidade: Adaptabilidade, Instabilidade, Co-existência, Substitubilidade.	3	1	3		3	2,64
						2,39
						Linha divisória

Fonte: Elaborado pelos autores

O resultado da coleta apresentado (aplicada em uma empresa Imobiliária), tem os seus valores computados em relação aos itens de riscos do modelo *SQuaRE*, onde as suas médias ponderadas são descritas nas suas respectivas linhas e colunas. O resultado da média ponderada (de todos os atributos) está descrito no campo "linha divisória", representando uma visão geral do risco de projeto com o valor de 2,35 (abaixo do nível médio do impacto de risco que foi estabelecido em um valor de 2,5 pelos especialistas conforme a escala *likert*).

Para a avaliação do risco de projeto utilizou-se o modelo espiral proposto por Boehm. Foram aplicadas técnicas da lógica *fuzzy* e seus mecanismos de inferências como recurso para tomada de decisão nas incertezas durante as fases do projeto de *software* para atender aos requisitos e solicitações de serviços em ambientes de TI.

O *software* proposto consiste em coletar os dados dos especialistas de cada área de desenvolvimento de TI utilizando o formulário (*check-list*) e transferir ao computador as informações obtidas, segundo as visões e experiências de cada um dos especialistas (gerente de projeto, analista de sistema e programador) durante as atividades e fases do projeto em questão. As próximas etapas a serem executadas são: a *fuzzificação* (onde as informações são transformadas), o processo de inferência *fuzzy* e o armazenamento da informação na base de conhecimento. Foi desenvolvido um aplicativo responsável pela interface entre o usuário e os especialistas da área para análise e gerenciamento dos projetos de *software*.

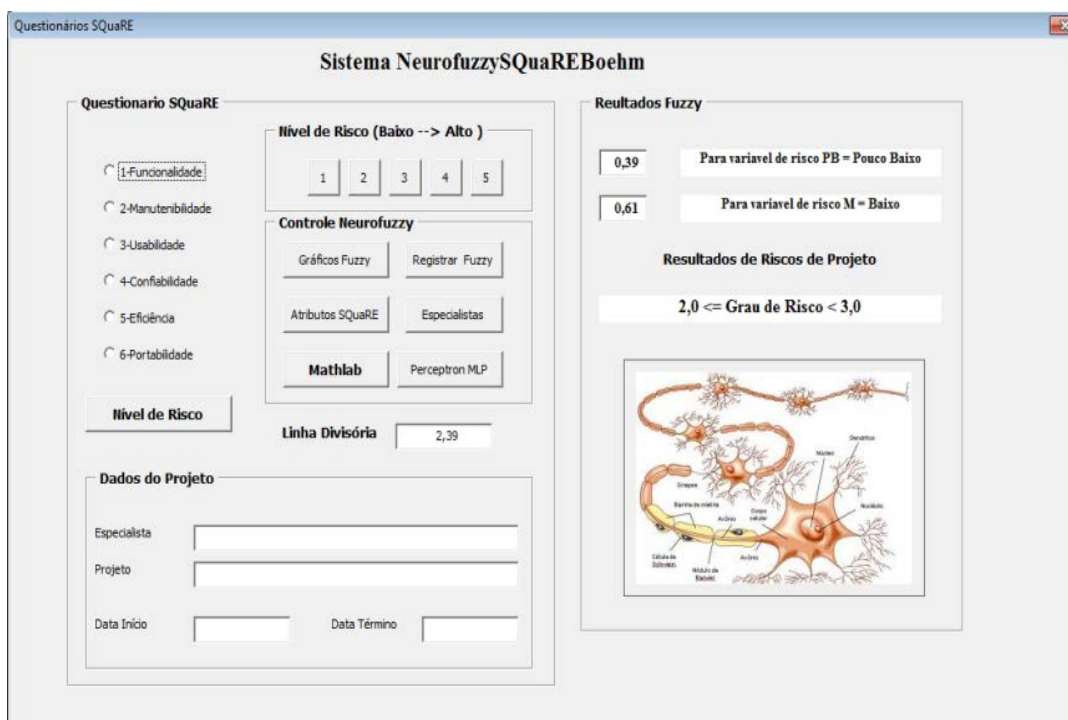
5 EXEMPLOS E RESULTADOS

O uso da ferramenta do modelo proposto neste trabalho, para a coleta, análise, simulação e geração de resultados estão descritas e representadas na

forma gráfica para auxiliar no acompanhamento da proposta e aplicação das técnicas da lógica *fuzzy* com o modelo *SQuaRE*. Os resultados apresentados são também descritos, utilizando-se valores quantitativos (conjunto de pertinência) e a utilização das variáveis linguísticas da lógica *fuzzy*.

A figura 4 mostra a interface do aplicativo proposto utilizado para a coleta das notas atribuídas pelos especialistas. Apresentam-se também os resultados de impactos de riscos de projeto, as suas variáveis linguísticas de riscos e graus de pertinência. Mostra, também, o especialista responsável pela atribuição das notas, o nome do projeto e as datas de início e término do projeto em desenvolvimento. Durante a utilização da aplicação foram inseridos os dados coletados (representada pela figura 3) e registrada durante as etapas do desenvolvimento do projeto imobiliário.

Figura 4 - Modelo de interface do “sistema proposto”

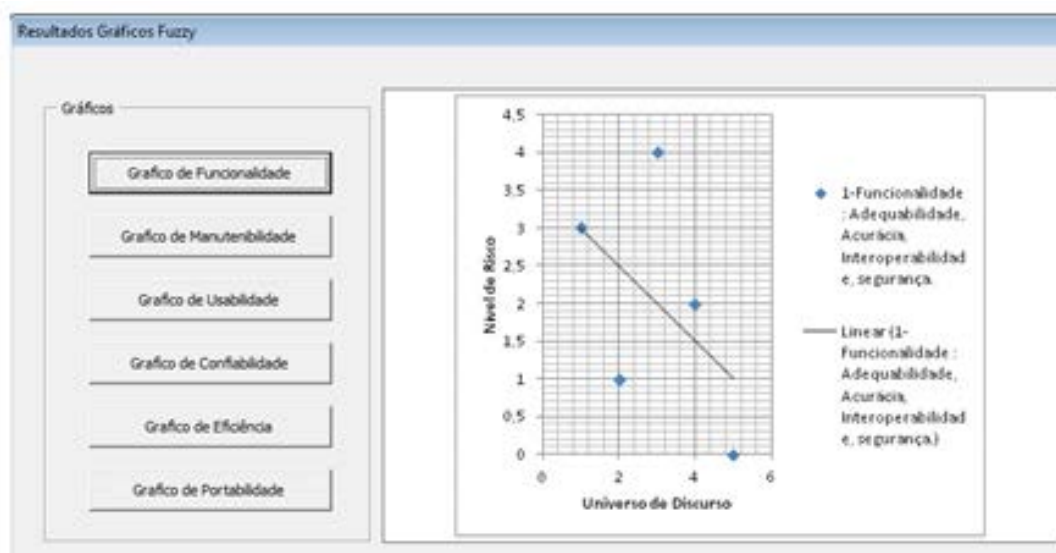


Fonte: Elaborado pelos autores

A figura 5 mostra uma aplicação e simulação da opção funcionalidade com a linha divisória entre o nível de risco do projeto e seus valores atribuídos (de 1 a 5) pelos especialistas (gerente de projeto, analista de sistemas e programador). No universo de discurso (linha horizontal do gráfico), descrevem-se os valores das

notas atribuídas para os atributos *SQuaRE* e a quantidade dessas atribuições. A linha vertical do gráfico representa os níveis de risco do projeto e a linha divisória representa a classificação de riscos, segundo as atribuições dos especialistas.

Figura 5 - Resultados da Funcionalidade e Níveis de Riscos de projeto, *SQuaRE*



Fonte: Elaborado pelos autores

As próximas simulações relacionadas às opções de manutenibilidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência e portabilidade estão registradas na base de conhecimento (figura 6) as regras da lógica fuzzy, os valores de pertinências e as variáveis linguísticas.

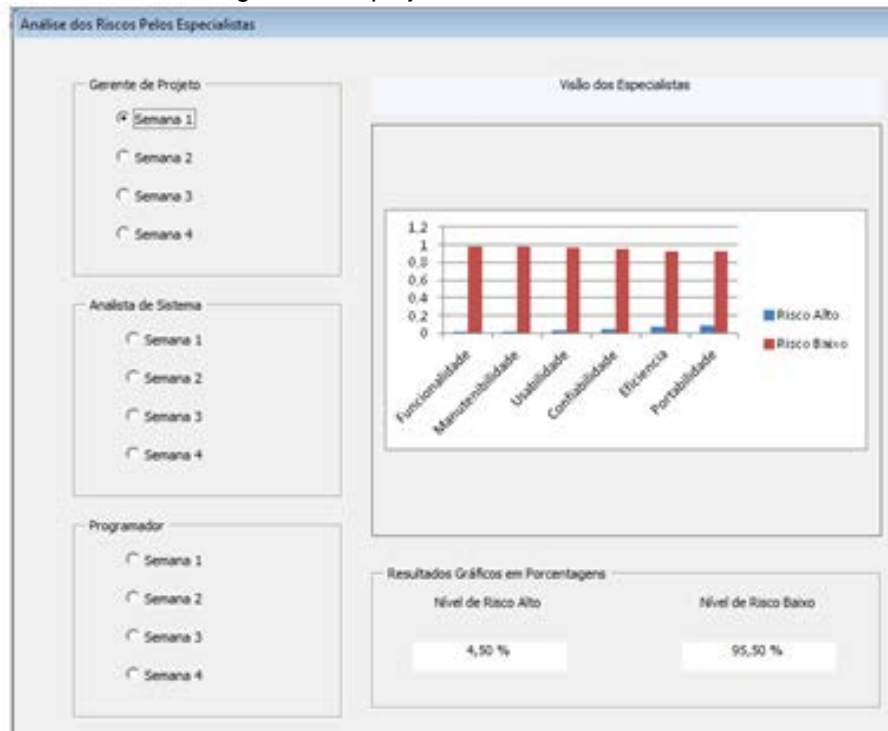
Figura 6 - Resultados da base de dados em *Excel* para os atributos *SQuaRE* e níveis de riscos de projeto, visão gerente

funcionalidade	manutenibilidade	usabilidade	confiabilidade	eficiência	portabilidade	especialista	projeto	riscoAlto	riscoBaixo	risco	resultadoRisco
-1	0	0	0	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,02	0,98	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	-1	0	0	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,02	0,98	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	-1	0	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,03	0,97	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	0	-1	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,05	0,95	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	0	0	-1	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,07	0,93	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	0	0	0	-1	Gerente de Projeto	imobiliária	0,08	0,92	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
-1	-1	-1	-1	-1	-1			0,27	4,75	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
-1	0	0	0	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,1	0,9	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	-1	0	0	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,12	0,88	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	-1	0	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,13	0,87	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	0	-1	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,15	0,85	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	0	0	-1	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,17	0,83	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	0	0	0	-1	Gerente de Projeto	imobiliária	0,18	0,82	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
-1	-1	-1	-1	-1	-1			0,85	5,15	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
-1	0	0	0	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,18	0,82	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	-1	0	0	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,22	0,78	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	-1	0	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,23	0,77	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	0	-1	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,27	0,73	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	0	0	-1	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,27	0,73	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	0	0	0	-1	Gerente de Projeto	imobiliária	0,3	0,7	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
-1	-1	-1	-1	-1	-1			1,47	4,53	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
-1	0	0	0	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,3	0,7	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	-1	0	0	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,42	0,58	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	-1	0	0	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,48	0,52	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	0	0	-1	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,55	0,45	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	0	0	-1	0	Gerente de Projeto	imobiliária	0,55	0,45	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
0	0	0	0	0	-1	Gerente de Projeto	imobiliária	0,63	0,37	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0
-1	-1	-1	-1	-1	-1			2,93	3,07	e R Risc	0 <= Grau de Risco < 1,0

Fonte: Elaborado pelos autores

A aplicação do sistema proposto (figura 7) permitiu também avaliar os resultados através dos gráficos gerados, mostrando a análise do risco semanal na visão do gerente, analista e programador. Os gráficos mostram os níveis de riscos de projeto (em risco alto e risco baixo) para cada atributo do modelo *SQuaRE*, além do nível de pertinência de risco deste projeto. A ferramenta proposta com os recursos apresentados que são: as técnicas da lógica *fuzzy*, a representação gráfica, descrições dos valores quantitativos dos níveis de riscos em porcentagem e pertinência de riscos, foi o fator principal no auxílio nas tomadas de decisões e gestão do projeto imobiliário. Os resultados conforme mostra a figura 43, são: risco baixo para os atributos de funcionalidade, manutenibilidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência e portabilidade, nessa fase inicial (1ª. semana) do projeto na visão do gerente. Os resultados do risco em valores percentuais são: nível de risco alto igual a 4,5% e risco baixo 95,5%, observados também esses resultados em relação aos níveis de pertinência (compreendidos entre 0 e 1).

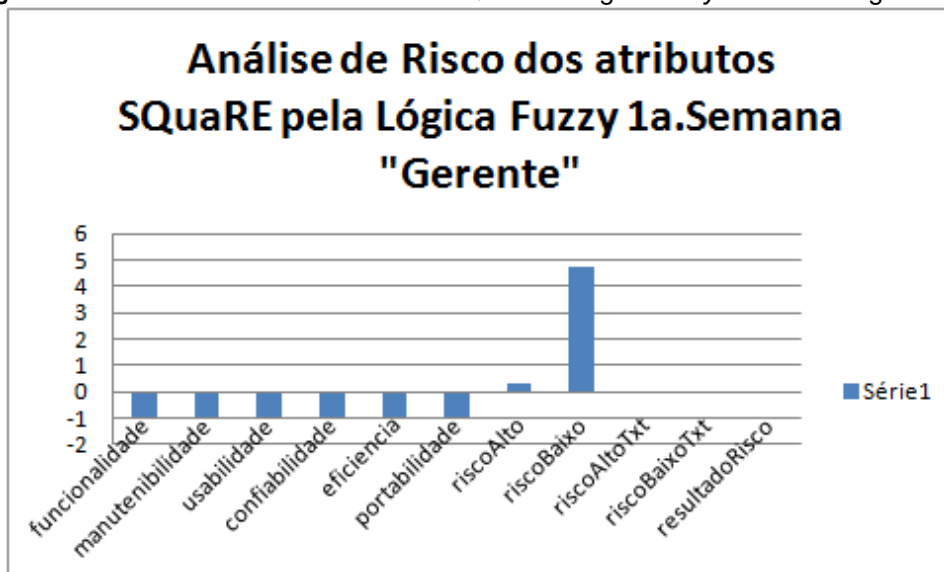
Figura 7 - Resultados da análise da primeira semana do desenvolvimento do projeto na visão do gerente de projeto



Fonte: Elaborado pelos autores

A figura 8 mostra os resultados apresentados da avaliação dos atributos *SQuaRE*, onde se observa a composição dos resultados dos riscos de projeto (risco alto e risco baixo) em relação aos valores das notas atribuídas durante a primeira semana do projeto.

Figura 8 - Análise de risco dos atributos *SQuaRE* e lógica fuzzy na visão do gerente de projeto



Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados das simulações da norma *SQuaRE*, na aplicação das técnicas da lógica *fuzzy* do modelo proposto, que foram realizados pelos especialistas na área de TI e estão descritas conforme mostra a figura 9. Os primeiros resultados gerados comparam os valores em relação aos atributos *SQuaRE* utilizando técnica da lógica *fuzzy* (visão geral), em que os riscos altos estão em torno de 53% e riscos baixos em torno de 47%, para o projeto imobiliário. Em seguida, são apresentados os valores atribuídos pelos especialistas (gerente, analista e programador) que foram gerados, semanalmente, e resultam em: risco alto de 23% e risco baixo de 77%, na visão geral do gerente. Risco alto de 65,58% e risco baixo de 34,42% para o analista e risco alto de 45,46% e risco baixo de 54,55% na visão do programador. Esses resultados foram realizados a princípio como base e diretriz para integração de pessoas e recursos iniciais existentes.

Figura 9 - Resultado da Análise de risco dos atributos *SQuaRE* na visão geral do projeto imobiliário, gerado pelo aplicativo proposto

<i>SQuaRE</i>	Risco Alto	Risco Baixo	Semana
1-Funcionalidade	50%	50%	Semana 1 a 4
2-Manutenibilidade	40%	60%	Semana 1 a 4
3-Usabilidade	50%	50%	Semana 1 a 4
4-Confianabilidade	60%	40%	Semana 1 a 4
5-Eficiência	60%	40%	Semana 1 a 4
6-Portabilidade	60%	40%	Semana 1 a 4
Média (da avaliação)	53%	47%	Total de semanas avaliadas = 4

Especialista	Risco Alto	Risco Baixo	Semana
Gerente de Projeto	4,50%	95,50%	Semana 1
Gerente de Projeto	14,17%	85,83%	Semana 2
Gerente de Projeto	24,50%	75,50%	Semana 3
Gerente de Projeto	48,63%	51,37%	Semana 4
Média (da avaliação)	23,00%	77,00%	Total de semana = 4

Especialista	Risco Alto	Risco Baixo	Semana
Analista de Sistema	69,17%	30,83%	Semana 1
Analista de Sistema	83,83%	16,17%	Semana 2
Analista de Sistema	82,83%	17,17%	Semana 3
Analista de Sistema	26,50%	73,50%	Semana 4
Média (da avaliação)	65,68%	34,32%	Total de semana = 4

Especialista	Risco Alto	Risco Baixo	Semana
Programador	59,33%	40,67%	Semana 1
Programador	57,83%	42,17%	Semana 2
Programador	18,83%	81,17%	Semana 3
Programador	45,83%	54,17%	Semana 4
Média (da avaliação)	45,46%	54,55%	Total de semana = 4

Fonte: Elaborado pelos autores

A figura 10 mostra os resultados numa visão geral das empresas pesquisadas, segundo os estudos de casos. Descreve uma comparação da aplicação dos atributos *SQuaRE* apenas na visão dos gerentes do projeto. Para o desenvolvimento do sistema de “Diagnóstico Médico”, houve uma defasagem maior

na utilização da metodologia para gerenciamento do projeto de *software*, pois segundo o gerente do projeto, a falta de experiência em desenvolvimento de sistemas na área médica fez com que a avaliação (como especialista da área de TI) representasse um valor acima da média estimada de valor = 2,5. No entanto, os recursos do sistema proposto, permitiram o gerenciamento e o controle do cronograma durante as fases de decisões críticas do desenvolvimento do *software* “Diagnóstico Médico”. Para os outros tipos de desenvolvimento de *software* o resultado geral das médias de riscos de projetos forma em torno do valor = 2,5 (média de risco segundo os especialistas da área de TI).

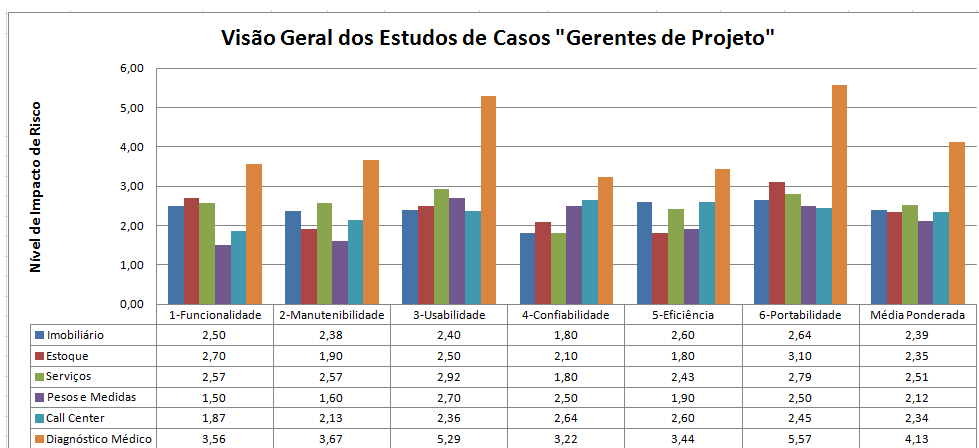
Figura 10 - Tabela de Resultados dos Estudos de Casos Pesquisados “Visão dos Gerentes”

Atributos SQuaRE x Empresas Pesquisadas x Visão Gerente						
Atributos SQuaRE	Imobiliário	Estoque	Serviços	Pesos e Medidas	Call Center	Diagnóstico Médico
1-Funcionalidade	2,50	2,70	2,57	1,50	1,87	3,56
2-Manutenibilidade	2,38	1,90	2,57	1,60	2,13	3,67
3-Usabilidade	2,40	2,50	2,92	2,70	2,36	5,29
4-Confiabilidade	1,80	2,10	1,80	2,50	2,64	3,22
5-Eficiência	2,60	1,80	2,43	1,90	2,60	3,44
6-Portabilidade	2,64	3,10	2,79	2,50	2,45	5,57
Média Ponderada	2,39	2,35	2,51	2,12	2,34	4,13

Fonte: Elaborado pelos autores

A figura 11 mostra os resultados (dos atributos *SQuaRE*) analisados por todos os gerentes de projeto para os seus respectivos estudo de caso (Imobiliário, Estoque, Serviços, Pesos e Medidas, *Call Center* e Diagnóstico Médico), numa visão gráfica com os resultados numéricos e médias ponderadas.

Figura 11 - Gráfico de Resultados dos Estudos de Casos Pesquisados “Gerentes de Projeto”



Fonte: Elaborado pelos autores

A figura 12 mostra os resultados (dos atributos *SQuaRE*) analisados por todos os analistas de projeto para os seus respectivos estudo de caso (Imobiliário, Estoque, Serviços, Pesos e Medidas, *Call Center* e Diagnóstico Médico), com os resultados numéricos e com a suas médias ponderadas.

Figura 12 - Tabela de Resultados dos Estudos de Casos Pesquisados “Analistas de Projeto”

Atributos SQuaRE x Empresas Pesquisadas x Visão Analistas						
Atributos SQuaRE	Imobiliário	Estoque	Serviços	Pesos e Medidas	Call Center	Diagnóstico Médico
1-Funcionalidade		2,70	2,57	1,90	2,57	3,58
2-Manutenibilidade		2,40	2,14	1,70	2,29	2,86
3-Usabilidade		3,00	2,33	2,00	2,33	2,50
4-Confiabilidade		2,00	2,36	2,20	2,64	2,93
5-Eficiência		2,00	2,57	1,90	2,57	2,86
6-Portabilidade		2,20	3,42	1,50	1,73	2,27
Média Ponderada	0,00	2,38	2,57	1,87	2,36	2,83

Fonte: Elaborado pelos autores

5 CONCLUSÃO

Durante a escrita desta tese, foi definida como importante: a) a qualidade de serviços de desenvolvimento de *software*, b) a necessidade de uma medida dessa qualidade de forma computadorizada para auxiliar especialista e gestores de TI durante o ciclo de vida de um projeto de *software*. Estabelece, assim, a concepção de envolvimento de pessoas e tecnologia dentro de um ambiente de qualidade, produção e serviços, a qualidade, no sentido de medir os resultados qualitativos, enquanto a produção, os valores quantitativos gerados, já para serviços a execução dentro do tempo ou cronograma estabelecido.

Foi definida uma metodologia empregando: a) a norma de medida de qualidade de serviços (norma *SQuaRE*), b) técnicas de tomada de decisão nas indecisões (lógica *fuzzy*), c) instrumento de mensuração qualitativa (escala *Likert*), d) padrão para análise de risco de projeto (Modelo de Boehm). Os resultados foram demonstrados através do aplicativo proposto e desenvolvidos com a determinação de apresentar os seus resultados.

De modo a responder às principais questões levantadas na introdução deste trabalho, as seguintes principais conclusões são:

- a) os resultados obtidos a partir do desenvolvimento do sistema proposto mostraram que os mecanismos adotados, melhoraram a forma como os especialistas da área de TI interagem ao estabelecer um padrão de comunicação;
- b) perceber que o sistema proposto, contém os mecanismos da lógica *fuzzy* e as normas *SQuaRE* permitem a avaliação de qualidade de serviços;
- c) a medida de qualidade GQM (indicador de qualidade de *software*) a norma ISO/IEC 9126 e 14598, a classificação de risco IEEE 1044.1 1995), a escala do tipo *likert*, a soma ponderada (medida de serviço) e a linha divisória (métrica de distribuição das classes de registro), são os elementos responsáveis nas soluções de:
 - c.1) requisição de pedidos de serviços de *software*;
 - c.2.) nas avaliações dos processos de requisições;
 - c.3) nas tomadas de decisões mutáveis do ambiente;
 - c.4) no cumprimento das propostas de prestação de serviços (quanto ao cronograma e prazos de entregas);
 - c.5) a qualidade de serviços (satisfação ao atendimento na necessidade do cliente);
 - c.6) na gestão de processos (auxiliar no gerenciamento das indecisões);
 - c.7) no estabelecimento das normas (normalização na avaliação e medida da qualidade de serviços);
 - c.8) na análise de risco de projeto (identificação de fatores de impacto de risco do projeto) para minimizar e propor soluções que reduzam os riscos de projeto.

O sistema proposto possibilitou contribuir com a minimização dos riscos de desenvolvimento de *software*. Auxiliou na análise dos principais fatores de impacto de riscos com base nas normas de qualidade de serviços e a sua realização foi fundamentada através das experiências dos especialistas da área de TI. Permitiu também administrar o cronograma proposto conforme os requisitos levantados durante as fases iniciais dos projetos, que atendeu as expectativas dos especialistas de TI. Foram identificados os fatores críticos e, além disso, estabeleceu um padrão de comunicação entre as equipes participantes do desenvolvimento dos projetos.

Alinhou os objetivos estratégicos com o desenvolvimento e produção de serviços, conforme os resultados apresentados neste trabalho.

Como limitação o modelo foi aplicado em empresas de prestação de serviços de pequeno porte. Nesse sentido, sugere-se que o *software* proposto neste trabalho, seja ampliado com a aplicação em empresas de áreas mais abrangentes e de porte maior. Sugere-se também a integração com a de redes neurais e a implantação de um sistema *neurofuzzy*.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, J. W. C. ***Uma investigação das práticas da gestão da qualidade total no setor manufatureiro do estado do Ceará***. 1999. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, USP, São Paulo, 1999.

BADRI, M. A.; DONALD, D.; DONNA, D. A study of measuring the critical factors of quality management. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 12, n. 2, p. 36-53, 1995.

BASILI, VR, WEISS, D. A Methodology for collection valid *software* engineering Data. IEEE Trans. **SoftwareEng**, v. 10, p. 728-738, 1984.

BOEHM, Barry W.A **Spiral model of software development and enhancement**, IEEE, May, 1988.

CARVALHO , M. M.; e PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2006.

COSTA, A. F B.; EPPRECHIT E. K. e CARPINETTI, L. C. R. **Controle estatístico de qualidade**; São Paulo: Editora Atlas S.A, 2008.

COSTA, D. C de S.; **Tomada de decisão baseada em lógica fuzzy e na distribuição espacial da mortalidade por acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa, PB**. João Pessoa, PB, 2011.

CURY, M. V. Q. **Método para avaliar a percepção do usuário sobre a qualidade de sistemas de transporte urbano sobre trilhos com utilização da tecnologia neuro – fuzzy**. Rio de Janeiro – RJ, 2007.

FERNANDES, Ana Maria da Rocha. **Inteligência artificial: noções gerais**. Florianópolis: Visual Books, 2003.

FONSECA, F. E. A. da e ROZENFELD, H., medição de desempenho para a gestão do ciclo de vida de produtos: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, 2012.

GARCIA, Oscar Gomes. **SQuaRE**: uma unificação de normas para a especificação de requisitos e a avaliação da qualidade. Universidade de Castilha da Mancha, Madri – Espanha, 2009.

ISO/IEC 14598-1:1999, **Information technology - Software product evaluation - part 1: General overview**. Technical report, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1999.

ISO/IEC 25000:2005 <http://iso.org/iso/catalogue/detail?csnumber=35683> acessado em 10/09/2012.

ISO/IEC 9126-1:2001, **Software engineering - Product quality - Part 1: Quality model**. Technical report, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2001.

KOSCIANSKI, A. e SOARES M. dos SANTOS **Qualidade de software**: aprenda as metodologias e técnicas mais modernas para o desenvolvimento de *software*. São Paulo: NovatecLtda, 2006.

LAS CASAS, ALEXANDRE L. **Qualidade total em serviços**. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

LIKERT, Rensis; LIKERT, Jane Gibson. **Administração de conflitos**: novas abordagens. São Paulo: Mcgraw-Hill, 1979.

LUDWING Jr., O. ; MONTGOMERY E., **Redes Neurais Fundamentos e Aplicações com Programas em C**. Rio de Janeiro – RJ: Ciência Moderna Ltda, 2007.

MORAES, O. B. **Método de análise de dados para avaliação de áreas urbanas recuperadas – uma abordagem – utilizando a lógica fuzzy**. São Paulo, SP, 2008.

NASCIMENTO Jr., C. L., YONEYAMA, T. **Inteligência artificial em controle e automação**. São Paulo – SP: Edgard Blücher, 2004.

OLIVEIRA JUNIOR, W. **Estudo comparativo entre modelos lineares e redes neurais artificiais como tecnologias geradoras de previsões de valores financeiros**. 2007. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação) – UCB, Brasília, 2007.

OLIVEIRA, Francisco Correia de; SANTOS, Carlos Augusto Parente Neiva. **Terceirização no processo de desenvolvimento de sistemas de informações**. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 24., 2000, Florianópolis. **Anais**. Rio de Janeiro: ANPAD, 2000. 1 CD-ROM.

PALADINI E. P; **Gestão estratégica da qualidade princípios, métodos e processos**. São Paulo: Atlas S.A, 2008.

SANTOS, Joel J. **Análise de custos**: remodelando com ênfase para custo marginal, relatórios e estudos de casos. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SARAPH, J. V.; BENSON, P. G.; SCHROEDER, R. G. An instrument for measuring the critical factors of quality management. **Decision Sciences**, v. 20, n. 4, p. 810-829, 1989.

SCHILD, H., **Inteligência Artificial Utilizando Linguagem C**. São Paulo, SP: McGraw – Hill, 1989.

SCOARIS, Raquel Carmen de Oliveira; PEREIRA BENEVIDES, Ana Maria Teresa e SANTIN, Filho Ourides. Elaboração e validação de um instrumento de avaliação de atitudes frente ao uso de história da ciência no ensino de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.8, n.3 , 2009.

SHAW I. S. e SIMÕES, M. G. **Controle e modelagem Fuzzy**, São Paulo – SP, Blücher Ltda, 2004.

SORDI, J. O. **Gestão por Processos uma abordagem da moderna administração**, São Paulo – SP, Editora Saraiva, 2005.

SPHAIER, A. A. **Adaptação de um modelo para avaliação da qualidade de serviços prestados por uma empresa de tecnologia da informação**. Rio de Janeiro – RJ, 2009.

TAMIMI, N.; GERSHON, M. A tool for assessing industry TQM practice versus the Deming philosophy. *Production and Inventory Management Journal*, first quarter, v. 36, n. 1, p. 27-32, 1995.

TAN, Pang-Ning; STEINBACH, Michael; KUMAR, Vipin, **Introdução ao DATA MINING**, Rio de Janeiro – RJ, Editora Ciência Moderna, 2006.

WEBER, L.; KLEIN, P.A.T., **Aplicação da lógica fuzzy em software e hardware**. 1.ed. Canoas: Ulbra, 2003.



Artigo recebido em 12/06/2013 e aceito para publicação em 16/11/2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v14.i1.1620>