

AdeQuaS: Ferramenta *Fuzzy* para Avaliação da Qualidade de Software

Kelly Rejane de Oliveira
kellyr@tutopia.com.br

Arnaldo Dias Belchior
belchior@unifor.br

Universidade de Fortaleza (UNIFOR) – Mestrado em Informática Aplicada
Av. Washington Soares, 1321 – 60.811-341 – Fortaleza – CE – Brasil

Resumo

A qualidade de software tem tido uma importância crescente como fator crucial de competitividade nas organizações. A avaliação é uma atividade imprescindível na obtenção e garantia da qualidade tanto no processo de desenvolvimento de software, quanto no produto final. É o principal meio de se saber como planejar, executar e alcançar a melhoria. Neste trabalho, a ferramenta *AdeQuaS* foi desenvolvida a partir do Modelo Fuzzy de Avaliação de Qualidade de Software, da ISO/IEC 14598 e da ISO/IEC 9126, oferecendo suporte automático para aplicação de métricas de qualidade, definição do procedimento de avaliação e obtenção do nível de qualidade do objeto avaliado.

Palavras-chave: modelos de avaliação da qualidade, ferramentas de avaliação da qualidade.

Abstract

The software quality has had an increasing importance as a crucial factor to keep the competitive level of the organizations. The evaluation is an indispensable activity in the quality obtainment and guarantee, both in a development process and in a final product. It is the main way to know how to plan, to execute and to achieve quality improvement. In this work, the *AdeQuaS* tool was developed from the Fuzzy Model to Software Quality Evaluation, the ISO/IEC 14598, and the ISO/IEC 9126, supplying automated support to quality metrics application, evaluation procedure definition and quality level attainment of evaluated object.

Keywords: quality evaluate models, quality evaluate tools.

1. Introdução

A avaliação da qualidade é um passo necessário para o controle e a maior garantia para se alcançar o objetivo desejado. Ela confirma se o objeto, que pode ser um produto final, uma proposta ou subprodutos (produtos em desenvolvimento), possui a adequação e a viabilidade inerentes ao contexto definido. Isto contribui para o controle e a tomada de decisões mais seguras na busca pela melhoria.

Devido à grande importância e necessidade de se realizar avaliações de qualidade de *software*, vários métodos foram propostos. Neste trabalho, foi utilizado o Modelo *Fuzzy* de Avaliação de Qualidade de *Software* (MFAQS), definido por Belchior [1], como uma extensão

do Modelo Rocha [13] (Modelo Rocha Estendido). Esse modelo tem apresentado resultados satisfatórios em várias aplicações.

O MFAQS utiliza a lógica *fuzzy* (difusa), em sua fundamentação matemática, com a finalidade de facilitar a representação subjetiva da qualidade e a agregação de conceitos. No entanto, a utilização manual desse modelo exige um enorme esforço de cálculo. Neste trabalho, é proposta a ferramenta *fuzzy AdeQuaS*, baseada nesse modelo, que automatiza seu processo de avaliação da qualidade.

Para a concretização deste trabalho, adaptou-se o MFAQS [1] à norma ISO/IEC 9126 [4], estruturando-o a partir da norma ISO/IEC 14598 [5]. Todas as etapas do modelo foram contempladas, oferecendo-se suporte automático para a aplicação de métricas de qualidade, a definição de procedimentos de avaliação, e a obtenção do nível de qualidade do produto avaliado.

Este artigo está organizado como se segue: a seção 2 fornece uma visão geral sobre a avaliação da qualidade de produtos de software e os principais aspectos do MFAQS; a seção 3 descreve a ferramenta *AdeQuaS*; a seção 4 mostra um estudo de caso; a seção 5 conclui este trabalho.

2. Avaliação da Qualidade de Produtos de Software

A norma ISO/IEC 9126-1 [4] apresenta um modelo de qualidade, que é composto por características gerais com a finalidade de abranger os mais variados tipos de produtos de software. Deve ser adaptado e empregado no processo de avaliação de qualidade [12], dando suporte ao uso de métricas de qualidade [3, 6].

O modelo apresenta-se dividido em duas partes: *métricas externas e internas*; e *métricas em uso*. A *qualidade interna* engloba as características que correspondem ao nível de qualidade em uma visão das propriedades internas do produto, incluindo o código fonte. As características da *qualidade externa* referem-se às métricas aplicáveis no momento da execução do *software*. A *qualidade em uso* traduz a qualidade na visão do usuário, segundo o ambiente ou contexto de uso [14].

Uma avaliação de qualidade de software abrange diversas atividades, verificações, análises e uso de técnicas, para se concluir se certos requisitos necessários a um produto ou processo de desenvolvimento de software são atendidos ou não.

A avaliação de qualidade de *software* é um processo que deve ser adaptado considerando-se propriedades de natureza própria do objeto avaliado [7]. Além disso, pode variar de acordo com o objetivo da avaliação ou as metas que se desejam alcançar.

Apesar da grande relevância da ISO/IEC 9126, há dificuldades em adequar sua aplicabilidade na avaliação prática de produtos de software, pois as características de qualidade, por ela determinadas, não são diretamente mensuráveis.

A ISO/IEC 14598-1, *Tecnologia da informação – Avaliação de produtos de software*, define o processo de avaliação da qualidade em quatro etapas [5, 7]: (i) estabelecer os requisitos de avaliação; (ii) especificar a avaliação; (iii) projetar a avaliação; e (iv) executar a avaliação.

Para que se obtenha a qualidade desejada de produtos de software, fazem-se necessários modelos que viabilizem a avaliação da qualidade desses produtos. A seguir será apresentado o Modelo *Fuzzy* para Avaliação da Qualidade de Software, que foi automatizado através da ferramenta *AdeQuaS*.

2.1. Modelo *Fuzzy* para Avaliação da Qualidade de Software

O Modelo *Fuzzy* para Avaliação da Qualidade de *Software* (MFAQS), definido por Belchior [1], tem por objetivos:

- *Prover suporte ao processo de avaliação da qualidade;*
- *Possibilitar a obtenção do julgamento do avaliador, levando em consideração a experiência do mesmo;*
- *Representar matematicamente os julgamentos dos avaliadores, apesar da subjetividade dos atributos de qualidade em questão, a partir de conceitos da teoria fuzzy; e*
- *Obter um resultado quantitativo referente ao nível de qualidade do software.*

O MFAQS é suportado pela robustez da teoria *fuzzy*, atuando como um mecanismo capaz de interpretar resultados e sintetizar informações, através de procedimentos normatizados para a avaliação da qualidade.

Envolve as várias etapas de um processo de avaliação, desde a determinação do modelo de qualidade até a execução da avaliação [4]. Além disso, permite a obtenção do grau de consenso de um grupo de avaliadores, considerando o grau de importância do julgamento, baseando-se em níveis de experiência e capacitação de cada um deles.

A flexibilidade do modelo permite realizar a avaliação de um guia de qualidade ou produto de *software*, seja ele intermediário ou final. Com isso, esse modelo engloba três situações distintas, descritas a seguir:

- *Determinação de um guia (ou padrão) de qualidade (GQ) de um produto de software ou de um domínio de aplicação.*
- *Avaliação da qualidade de um produto de software, apoiando-se em um GQ já previamente definido.*
- *Estimativa da qualidade de um produto de software, sem que haja um GQ já estabelecido.*

O MFAQS estende o Modelo Rocha [13] através da utilização de conceitos e propriedades da teoria *fuzzy* e, assim, esse modelo foi dotado da potencialidade dessa teoria em mapear modelos qualitativos de tomada de decisão e da consistência dessa teoria no tratamento de incertezas e na agregação de dados. O Modelo Rocha define os atributos em *objetivos, fatores, subfatores e critérios*. Esta representação possui uma organização hierárquica de um conjunto de atributos de qualidade para um produto de software. Cada conjunto subdivide-se no nível imediatamente inferior em outros subconjuntos de atributos. O subconjunto gerado, por sua vez, também, pode-se dividir em outros subconjuntos, até a instância de critérios.

A *Figura 1* adapta o MFAQS para o padrão proposto pela ISO/IEC 9126 [4], considerando a mesma organização hierárquica dessa norma, no sentido de que cada conjunto de atributos (características) subdivide-se no nível imediatamente inferior em outros subconjuntos de atributos de qualidade (subcaracterísticas), podendo haver múltiplos níveis quantos forem necessários. Os conceitos aplicados são:

- *Características de qualidade:* conjunto de atributos de um produto de *software*, através do qual sua qualidade é descrita e avaliada. Uma característica de qualidade de *software* pode ser detalhada em múltiplos níveis de subcaracterísticas. A subcaracterística de mais baixo nível é chamada de *subcaracterística primitiva* e é passível de avaliação.
- *Processos de avaliação:* determinam o processo e os instrumentos a serem utilizados, de forma a se medir o grau de presença, no produto, de uma subcaracterística primitiva.

- *Medidas*: são os resultados da avaliação do produto, segundo as subcaracterísticas primitivas, através de termos lingüísticos *fuzzy*, mapeados por números *fuzzy*.
- *Medidas agregadas*: são os resultados da agregação das medidas, obtidos ao se avaliar de acordo com as subcaracterísticas primitivas em seus níveis hierárquicos. São, também, os resultados da agregação de subcaracterísticas em características, e no valor final do produto de *software*.
- *Funções Fuzzy*: mapeiam as características primitivas ou agregadas, através do conjunto de termos lingüísticos estabelecidos, quantificando-as.

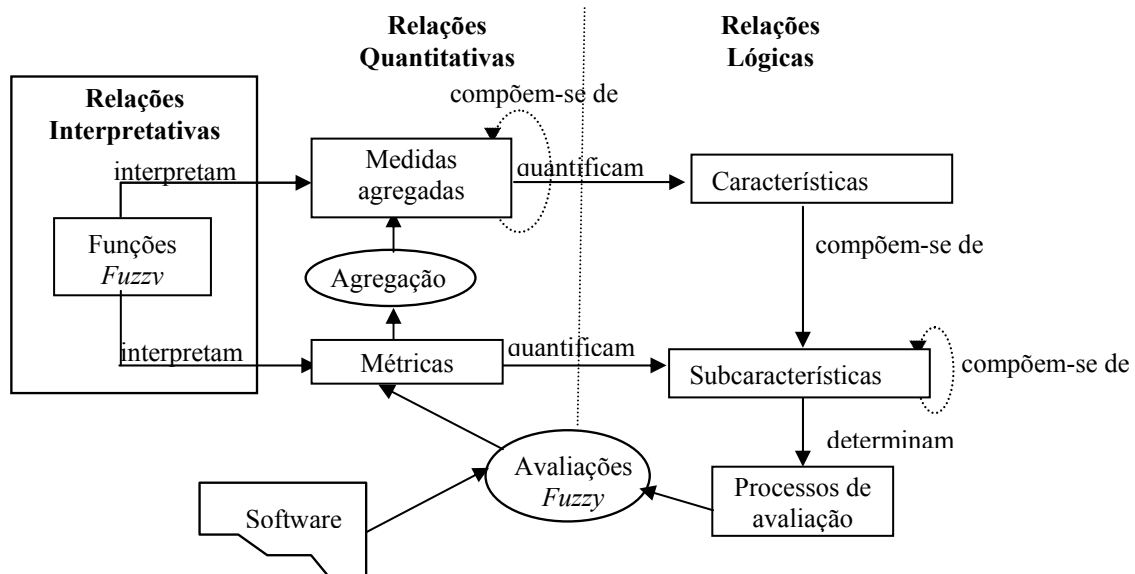


Figura 1: Modelo Fuzzy de Avaliação da Qualidade de Software adaptado à ISO/IEC 9126

Portanto, ao se adaptar o MFAQS para a ISO/IEC 9126, esse modelo pode ser instanciado para o Modelo Rocha original [13], pois ambos possuem, em sua essência, uma estrutura hierárquica de atributos de qualidade. Assim sendo, as características e subcaracterísticas de qualidade do MFAQS podem ser instanciadas utilizando-se o conjunto de atributos do Modelo Rocha (*objetivos, fatores, subfatores e critérios*).

O processo de avaliação do MFAQS possui cinco etapas: (i) identificação do objeto a ser avaliado, e do conjunto de atributos de qualidade de *software*; (ii) escolha dos especialistas; (iii) determinação do grau de importância dos atributos identificado em (i); (iv) tratamento *fuzzy* dos atributos coletados; e (v) agregação dos atributos nos níveis hierárquicos do modelo de qualidade.

A seguir será apresentada a ferramenta *AdeQuaS*, que automatiza o MFAQS.

3. A Ferramenta *AdeQuaS*

A ferramenta *fuzzy* de avaliação de qualidade de *software* – *AdeQuaS* [8, 10, 11] – é um produto de *software* que implementa e automatiza o Modelo Fuzzy para Avaliação da Qualidade de *Software*, fornecendo suporte a todas as etapas do processo de avaliação, definidas na norma ISO/IEC 14598. Para isso, a ferramenta é composta por dois módulos: *AdeQuaS-Analisador* e *AdeQuaS-Avaliador*.

O Módulo *AdeQuaS-Analisador* é o módulo principal da ferramenta, que pode gerenciar vários processos de avaliação simultâneos, de diversos domínios de aplicação.

O módulo *AdeQuaS-Avaliador* foi desenvolvido para agilizar a realização do julgamento dos especialistas participantes de processo de avaliação do produto de *software* (ou domínio de aplicação). O principal objetivo é coletar as avaliações dos especialistas, mesmo que estejam distribuídos geograficamente.

3.1. Processo de Avaliação usando *AdeQuaS*

O processo de avaliação realizado pela ferramenta *AdeQuaS* pode ser visualizado na *Figura 2*. As atividades de cada uma das etapas não obedecem a uma seqüencialidade da ordem de execução e também não correspondem exatamente à seqüência do MFAQS, proporcionando uma maior agilidade no processo de avaliação de produtos.

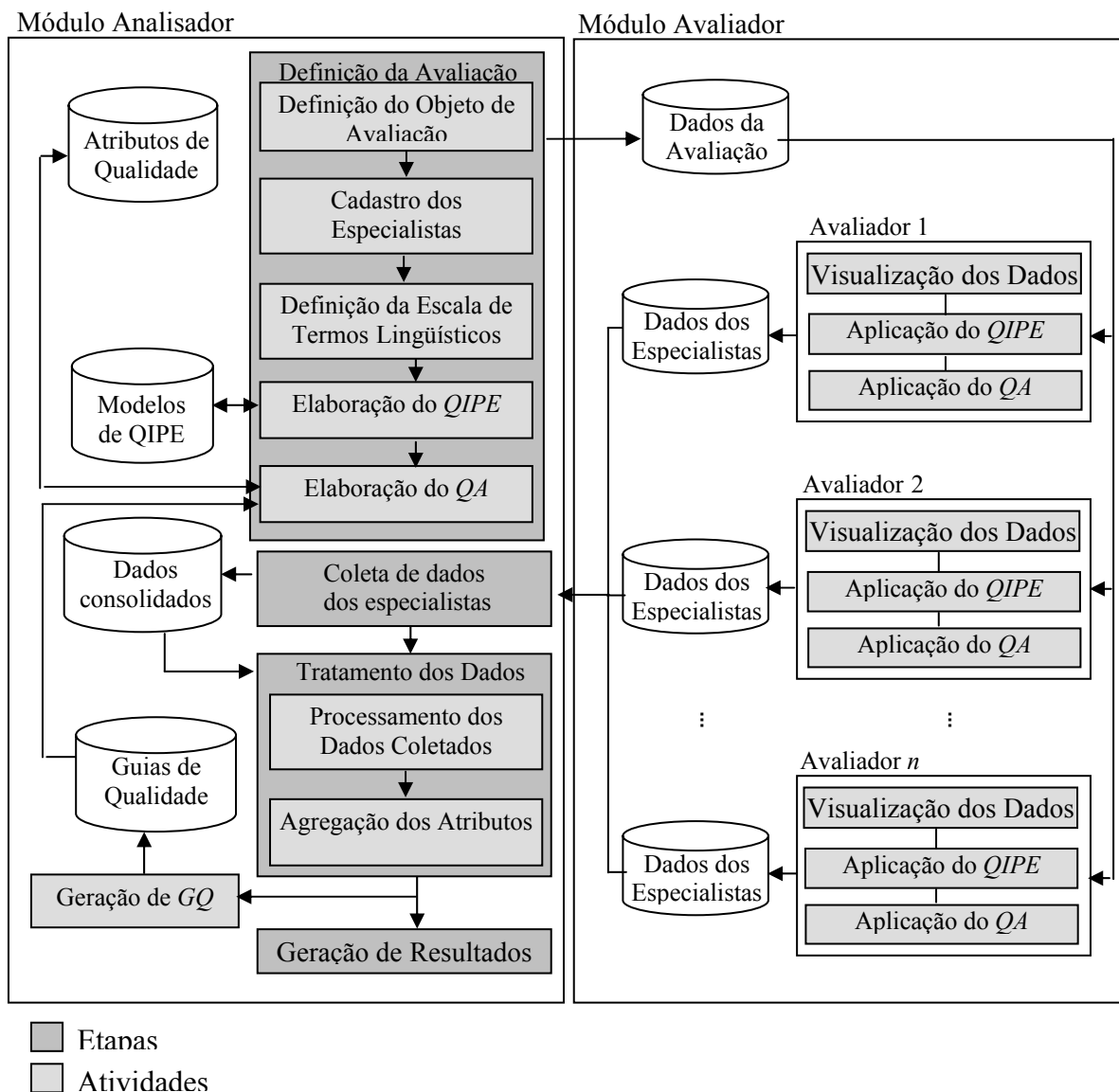


Figura 2: Arquitetura da ferramenta *AdeQuaS*

A ferramenta *AdeQuaS*, dá suporte ao processo de avaliação da qualidade de um produto de *software* basicamente em quatro etapas: (i) *definição da Avaliação*; (ii) *coleta de dados dos especialistas*, (iii) *tratamento dos dados*; e (iv) *geração de resultados*.

A *Definição da avaliação* engloba as seguintes atividades:

- i. *Definição do Objeto de avaliação* (Figura 3);
- ii. *Cadastro dos Especialistas* (Figura 4);
- iii. *Definição da escala de medição* (Figura 5); e
- iv. *Elaboração do QIPE – Questionário de Identificação do Especialista* (Figura 6);
- v. *Elaboração do QA – Questionário de Avaliação* (Figura 7).

The screenshot shows the 'ADEQUAS Analisador' window with the title 'Avalia iniciada em 25/02/2002 - [Objeto de Avaliação]'. The interface includes a menu bar (Avaliação, Definição, Visualização, Resultados, Sair) and a toolbar. The main area is divided into several sections: 'Tipo de Objeto' with radio buttons for 'Padrão de Qualidade' and 'Produto de Software' (selected); 'Produto de Software' with radio buttons for 'Situação', 'SubProduto', and 'Produto final'; and 'Avaliado por' with radio buttons for 'Padrão de Qualidade' and 'Questionário de avaliação'. Below these are input fields for 'Nome do Objeto de Avaliação', 'Versão', 'Responsável', 'Telefone', 'Contato', 'Email', and 'Celular'. A large 'Descrição' text area is at the bottom. A footer note states: 'Os campos em azul são de preenchimento obrigatório.'

Figura 3: Definição do objeto de avaliação

O *Cadastro dos Especialistas* envolvidos corresponde à terceira atividade da *Primeira Etapa* do MFAQS. Cada especialista procederá à avaliação do objeto em questão, após o recebimento do módulo da ferramenta, *AdeQuaS-Avaliador*, que contém as informações necessárias e suficientes para a referida avaliação.

The screenshot shows the 'ADEQUAS Analisador' window with the title 'Avalia iniciada em 25/02/2002 - [Escolha dos Avaliadores]'. The interface includes a menu bar (Avaliação, Definição, Visualização, Resultados, Sair) and a toolbar. On the left, a list shows '1 Avaliador 1', '2 Avaliador 2', and '3 Avaliador 3'. The main area contains input fields for 'Identificador', 'Nome', 'Empresa', 'Email', 'Telefone Comercial', 'Celular', 'Cargo', and 'CPF'. A footer note states: 'Os campos em azul são de preenchimento obrigatório.'

Figura 4: Cadastro dos especialistas

A *Definição da Escala de medição*, a partir de termos lingüísticos, comporá a escala dos graus de avaliação para a pontuação dos atributos de qualidade pelos especialistas.

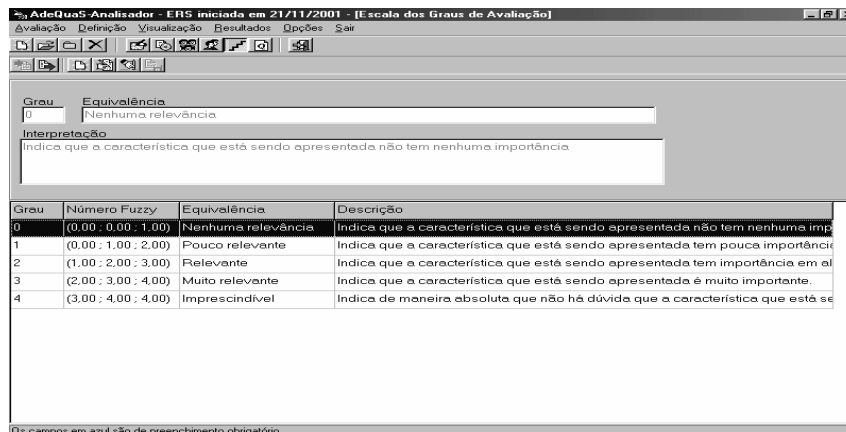


Figura 5: Definição da escala de medição

A *Elaboração do QIPE* é feita em uma estrutura de árvore com até dois níveis de questões. A cada item será associado o escore, utilizado para calcular o peso do especialista.

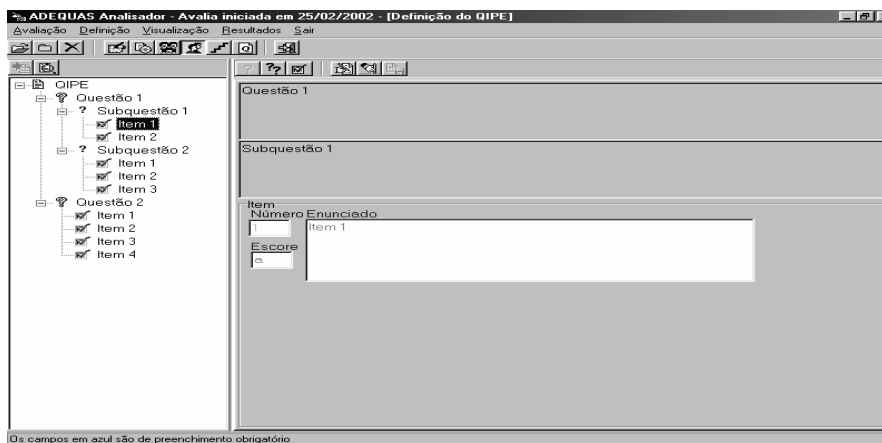


Figura 6: Elaboração do QIPE

A *Elaboração do QA*, que corresponde à segunda atividade da *Primeira Etapa* do MFAQS, poderá ser realizada baseada em um *guia de qualidade* ou não, como se segue:

- O QA poderá ser baseado em um GQ preexistente de um domínio de aplicação;
- Quando não há um GQ definido para o domínio de aplicação do produto sob avaliação, o QA poderá ser elaborado com base em atributos relevantes.

As subcaracterísticas de qualidade no nível mais baixo da hierarquia do QA (atributos de qualidade) serão as subcaracterísticas mensuráveis (métricas). À cada subcaracterística mensurável estão associadas um conjunto de questões, que compõem os *Processos de Avaliação*, e serão apresentadas juntamente com os valores da escala dos termos linguísticos *fuzzy*.

A escala utilizada neste trabalho engloba notas de 0 a 4 (0 – sem importância; 1 – pouca importância; 2 – desejável; 3 – muito importante; e 4 – imprescindível) para cada subcaracterística mensurável, que passou pelo processo de “fuzificação”, isto é, a transformação dessas notas (valores nítidos) em números *fuzzy* normais triangulares.

Um número fuzzy normal triangular pode ser representado por $\tilde{N}(a, m, b)$, onde:

- *a característica ou subcaracterística será considerada de qualidade se for valorada no intervalo $[a, b]$;*
- *o valor de m corresponde ao valor desejável de qualidade do produto para aquela característica ou subcaracterística, por ter o grau de pertinência igual a 1. Nesta situação, é onde a relação custo/benefício para se obter a qualidade é a mais vantajosa.*

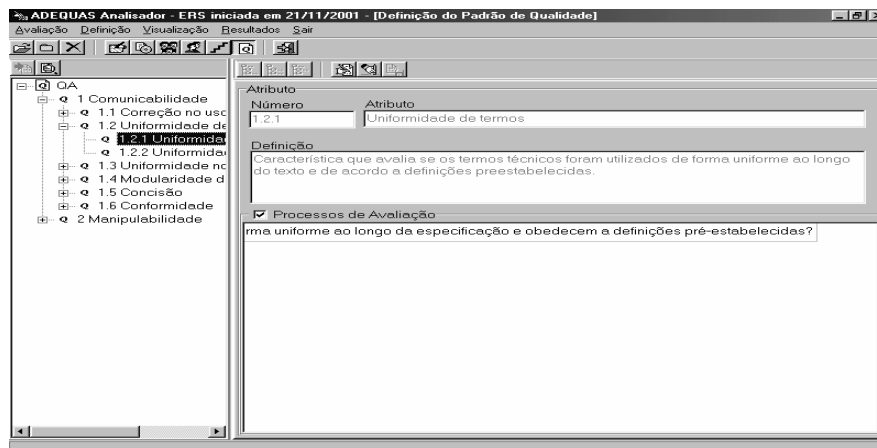


Figura 7: Elaboração do QA

Depois de os *Dados da Avaliação* do produto de *software* serem tratados e armazenados pelo módulo *AdeQuaS-Analisador*, segundo o que prescreve o Modelo *Fuzzy*, procede-se, então, à pesquisa (de campo) propriamente dita. Para isto, uma instância do módulo *AdeQuaS-Avaliador* (formulário eletrônico) é distribuída entre os especialistas participantes da avaliação, que podem estar geograficamente distribuídos. À medida que os especialistas vão finalizando suas avaliações, os *Dados dos especialistas* são enviados e alimentados no módulo *AdeQuaS-Analisador*.

O módulo *AdeQuaS-Avaliador* possui as seguintes atividades, para dar suporte às atividades a serem executadas pelo especialista: (i) *visualização dos dados* (tela semelhante à mostrada na *Figura 3*); (ii) *aplicação do QIPE* (*Figura 8*); e (iii) *aplicação do QA* (*Figura 9*).

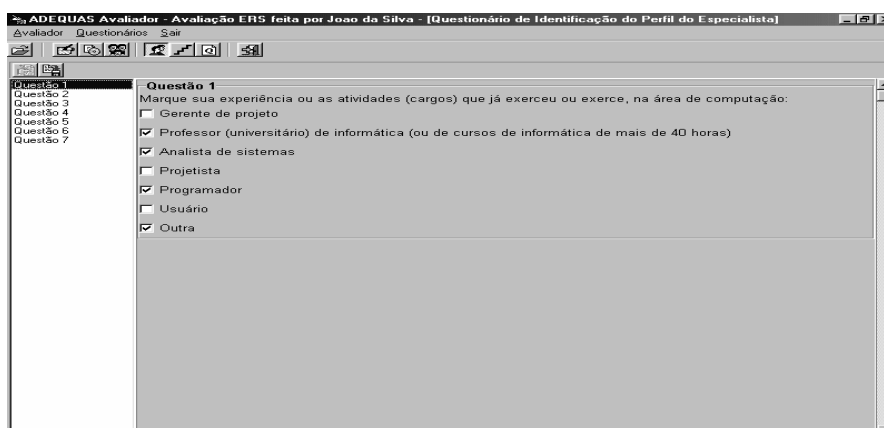


Figura 8: Aplicação do QIPE

A execução da avaliação é iniciada com a *Aplicação do QIPE*, que determinará a importância da opinião do especialista, baseada em seu nível de experiência e conhecimento.

Em seguida, o julgamento dos atributos da avaliação é realizado pela *Aplicação do QA* (*Terceira Etapa* do MFAQS).

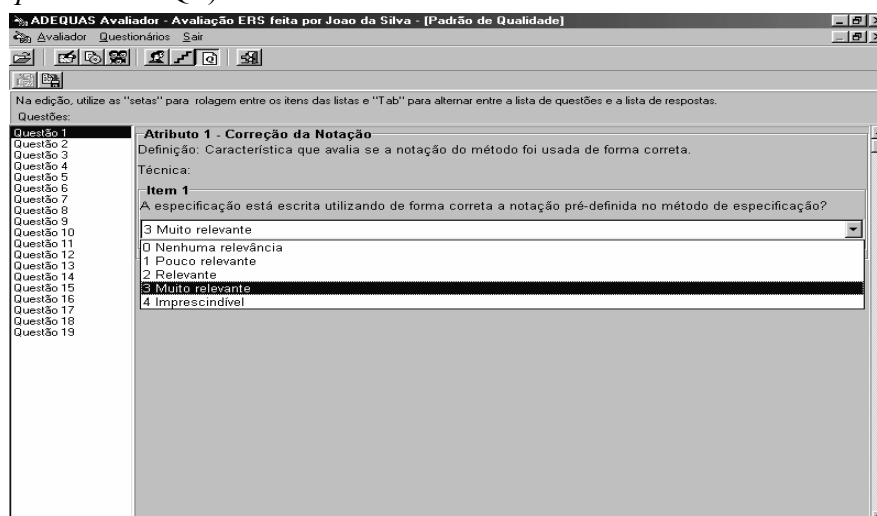


Figura 9: Aplicação do QA

Ao final da coleta das avaliações realizadas por todos os especialistas envolvidos na pesquisa, a análise dos dados poderá ser feita através do tratamento dos dados coletados, e da agregação dos atributos de qualidade considerados na avaliação. Neste momento, são executadas as seguintes etapas do MFAQS: a *Segunda*, *Quarta* e *Quinta*. Logo após, os resultados da avaliação são finalmente concluídos e disponibilizados em forma de relatório.

A *Quarta* e *Quinta Etapas* do MFAQS foram as mais árduas para serem implementadas, apesar de estarem bem explicitadas no Modelo *Fuzzy*. Vale salientar que o processo de agregação de *Quarta Etapa* não é exatamente o mesmo da *Quinta Etapa* do MFAQS, gerando assim um grau de dificuldade ainda maior em seu processo de implementação, que foi validado satisfatoriamente e concluído na construção da ferramenta *AdeQuaS*.

Dificuldade semelhante apresentou-se no cálculo do índice de qualidade para avaliação de produto de software, uma vez que o número *fuzzy* triangular é transformado em um número *fuzzy* trapezoidal.

Após a conclusão do processo de agregação, verifica-se se a situação consiste na determinação dos graus de importância dos requisitos de qualidade de um produto ou domínio de aplicação. Neste caso, é gerado automaticamente o guia de qualidade do processo de avaliação, que poderá ser utilizado como base para avaliações futuras.

Os resultados obtidos, após do tratamento dos dados, podem ser visualizados ou impressos (relatórios), de acordo com as seguintes opções: (i) *resultado do perfil dos especialistas*; e (ii) *resultado de agregação de atributos por nível*.

O *Resultado do perfil dos especialistas* (Figura 10 e 12) apresenta os valores referentes ao perfil e ao peso dos especialistas, em ordem decrescente do grau de experiência obtido no levantamento das informações do QIPE. O *Resultado de agregação dos atributos por nível* é visualizado de acordo com *nível inicial* e o *nível final* definidos nas opções de visualização.

Caso a avaliação seja de um guia de qualidade (*GQ*), os resultados serão apresentados com a interpretação do significado dos números *fuzzy* obtido nas fases de agregação (Figura 11). Se um produto de *software* estiver sendo avaliado, os resultados apresentarão os índices de qualidade obtidos (Figura 13). A seção seguinte apresenta um dos três estudos de casos realizados com a ferramenta *AdeQuaS*.

4. Estudo de Caso

O estudo de caso, aqui apresentado, baseou-se nos dados da pesquisa de campo para a avaliação de Especificações de Requisitos de *Software* (ERS), realizada por Clunie [2]. Essa pesquisa realizou-se no Rio de Janeiro em três instituições, com larga experiência de elaboração de ERS: uma empresa estatal e uma multinacional, ambas de grande porte, e a COPPE / Sistemas da UFRJ.

Nesta pesquisa, estabeleceu-se o guia de qualidade (*GQ*) do produto de *software* avaliado, com o objetivo de obter de cada especialista o grau de importância de cada um dos atributos de qualidade levantados.

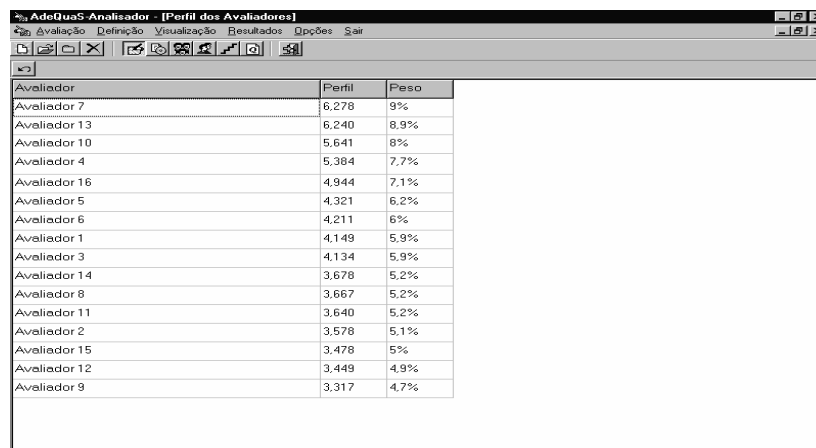
Um Questionário de Identificação do Perfil dos Especialistas (*QIPE*) foi elaborado para qualificar o especialista, por exemplo, em relação a sua experiência profissional, a seu grau de instrução, a seu treinamento em computação, segundo as características do produto de *software* avaliado (especificação de requisitos).

Os resultados foram apurados utilizando-se o MFAQS e que se compõe de duas fases:

- *Determinação do guia de qualidade (GQ) para ERS; e*
- *Avaliação de uma ERS real baseada no guia de qualidade obtido na fase anterior.*

4.1. Determinação do Guia de Qualidade para ERS

Na determinação do *GQ* para ERS, participaram do processo 16 especialistas das 3 diferentes instituições selecionadas, que estiveram diretamente envolvidos com a elaboração de especificações de requisitos de *software*. Para cada especialista, é levantado seu perfil e seu peso relativo, de acordo com a *Segunda Etapa* do MFAQS, conforme a *Figura 10*.



Avaliador	Perfil	Peso
Avaliador 7	6,278	9%
Avaliador 13	6,240	8,9%
Avaliador 10	5,641	8%
Avaliador 4	5,384	7,7%
Avaliador 16	4,944	7,1%
Avaliador 5	4,321	6,2%
Avaliador 6	4,211	6%
Avaliador 1	4,149	5,9%
Avaliador 3	4,134	5,9%
Avaliador 14	3,678	5,2%
Avaliador 8	3,667	5,2%
Avaliador 11	3,640	5,2%
Avaliador 2	3,578	5,1%
Avaliador 15	3,478	5%
Avaliador 12	3,449	4,9%
Avaliador 9	3,317	4,7%

Figura 10: Resultado do *QIPE* na avaliação de *GQ* para ERS

O conjunto de atributos de qualidade considerados para ERS, definidos por Clunie [2], que utilizou o Modelo Rocha original [13], foi elaborado com três objetivos de qualidade, distribuídos como se segue:

- *Objetivo Confiabilidade da Representação*: 2 fatores, 8 subfatores e 19 critérios;
- *Objetivo Confiabilidade Conceitual*: 2 fatores, 5 subfatores e 9 critérios;
- *Objetivo Utilizabilidade*: 4 fatores, 12 subfatores e 41 critérios;

A Figura 11 apresenta os resultados da avaliação do conjunto dos atributos de qualidade para ERS para o objetivo de qualidade *Confiabilidade da Representação*. Para este objetivo de qualidade, o atributo *Disponibilidade* aparece como o mais relevante. Este subfator obteve o maior valor de m em seu número fuzzy triangular, isto é, 3,96, significando que é 4,5% muito relevante e 95,5% imprescindível, segundo a escala de medição utilizada.

Número	Objetivos	Número Fuzzy	Interpretação
1	Comunicabilidade	(2,19 ; 3,19 ; 3,80)	81,27% Muito relevante e 18,73% Imprescindível
1.1	Correção no uso do método	(2,47 ; 3,47 ; 3,95)	52,78% Muito relevante e 47,22% Imprescindível
1.2	Uniformidade de Terminologia	(2,66 ; 3,66 ; 4,00)	34,50% Muito relevante e 65,50% Imprescindível
1.3	Uniformidade no nível de abstração	(1,55 ; 2,55 ; 3,49)	45,00% Relevante e 55,00% Muito relevante
1.4	Modularidade da documentação	(2,36 ; 3,36 ; 3,97)	64,20% Muito relevante e 35,80% Imprescindível
1.5	Concisão	(2,55 ; 3,55 ; 3,86)	45,00% Muito relevante e 55,00% Imprescindível
1.6	Conformidade	(2,41 ; 3,41 ; 3,97)	59,00% Muito relevante e 41,00% Imprescindível
2	Manipulabilidade	(2,76 ; 3,76 ; 3,98)	24,00% Muito relevante e 76,00% Imprescindível
2.1	Disponibilidade	(2,96 ; 3,96 ; 4,00)	04,50% Muito relevante e 95,50% Imprescindível
2.2	Rastreabilidade	(2,56 ; 3,56 ; 3,96)	44,29% Muito relevante e 55,71% Imprescindível

Figura 11: Avaliação da Qualidade de ERS através da ferramenta *AdeQuaS*

4.2. Avaliação de uma ERS Real

Na avaliação de uma ERS real, os resultados são confrontados com os valores do GQ para ERS e calculados os *índices de qualidade*, que indicarão se a especificação de requisitos em avaliação está ou não de acordo com o GQ estabelecido.

Um grupo de 3 especialistas avaliou a *modelagem de dados* do *módulo financeiro* do Sistema SIGAH-Multimídia, um sistema de informação hospitalar da Fundação Baiana de Cardiologia, com a colaboração da área de Engenharia de Software da COPPE/UFRJ. A apuração do peso de cada um dos 3 especialistas pela aplicação do *QIPE* está retratada na Figura 12.

Avaliador	Perfil	Peso
Avaliador 2	5,990	37,3%
Avaliador 3	5,900	36,7%
Avaliador 1	4,177	26%

Figura 12: Resultados da Avaliação de uma ERS

A partir dos resultados apresentados (*Figura 13*), pode-se inferir se o produto avaliado está dentro do *GQ* para ERS, segundo o MFAQS. Neste caso, dos atributos avaliados pelos especialistas, *Correção no uso do método* e *Uniformidade no uso de abstração* estão com $GQ = 100\%$, isto é, com qualidade ideal, para o produto avaliado.

O atributo *Disponibilidade*, que é tido como o mais relevante para uma ERS, obteve apenas 18,51% do *GQ*, isto é, está bem abaixo do que realmente é esperado para uma ERS.

Número	Atributo	Número Fuzzy	Índice de Qualidade
1	Comunicabilidade		
1.1	Correção no uso do método	(3,00 ; 4,00 ; 4,00)	100,00%
1.2	Uniformidade de Terminologia	(2,14 ; 3,14 ; 4,00)	45,96%
1.3	Uniformidade no nível de abstração	(2,35 ; 3,35 ; 4,00)	100,00%
1.4	Concisão	(2,00 ; 3,00 ; 4,00)	46,38%
2	Manipulabilidade		
2.1	Disponibilidade	(1,46 ; 2,46 ; 3,46)	18,51%
2.2	Pastreabilidade		

Figura 13: Resultados da Avaliação de uma ERS

5. Conclusão

Neste trabalho, desenvolveu-se a ferramenta *fuzzy AdeQuaS* com a finalidade de viabilizar a utilização do MFAQS, através de um processo automatizado, fornecendo suporte ao processo de avaliação da qualidade de *software*.

Pode-se elencar como principais contribuições deste trabalho, os seguintes itens:

- *Adaptação do MFAQS (Modelo Rocha Estendido) ao padrão ISO/IEC 9126;*
- *Desenvolvimento da ferramenta fuzzy AdeQuaS, que implementa o MFAQS já no padrão ISO;*
- *Geração de guias de qualidade (GQ) associados a um domínio de aplicação, segundo uma taxonomia de domínios de aplicação;*
- *Reutilização dos Questionários de identificação do perfil do especialista (QIPE) e do Questionário de Avaliação (QA), adequando-os às peculiaridades do processo de avaliação em curso.*

O principal foco do desenvolvimento desta ferramenta foi sua validação em processos de avaliação e correta utilização do modelo *fuzzy* em que está baseada. Portanto, pode ser evoluída com o desenvolvimento de um ambiente de avaliação, oferecendo suporte integrado aos participantes, através da utilização de redes de computadores e Internet.

Referências Bibliográficas

- [1] Belchior, A. D., 1997, *Um modelo fuzzy para Avaliação da Qualidade de Software*, Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia de Sistemas e Computação - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.
- [2] Clunie, C. E., 1997, *Avaliação da Qualidade de Especificações Orientadas a Objeto*, Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia de Sistemas e Computação - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.
- [3] Fenton, N. E., Pfleeger, S. L., 1997, *Software metrics: a rigorous and practical approach*, Second edition, Thompson Computers.
- [4] ISO/IEC 9126-1, 2001, *Software engineering – Product quality – Part 1: quality model*.
- [5] ISO/IEC 14598-1, 1998, *Information technology – software product evaluation – Part 1: general overview*.
- [6] Kitchenham, B. et. al., 1996, *Software Quality: the elusive target*, IEEE Software, p. 12-21.
- [7] Koscianski, A. et. al., 1999, *Guia para utilização das normas sobre avaliação de qualidade de produto de software – ISO/ IEC 9126 E ISO/IEC 14598*, ABNT, Curitiba.
- [8] Oliveira, K. R., Belchior, A. D., 2002, *Software quality evaluation: a practice approach using AdeQuaS Fuzzy tool*, 24th International Conference on Software Engineering – Workshop on Software Quality, Orlando,.
- [9] Oliveira, K. R., 2002, *AdeQuaS – Ferramenta fuzzy para avaliação da qualidade de software*, Dissertação de Mestrado, Mestrado em Informática Aplicada - MIA, Universidade de Fortaleza, CE.
- [10] Oliveira, K. R., Belchior, A. D., 2002, *AdeQuaS: ferramenta fuzzy para avaliação da qualidade de software*, I Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, Gramado.
- [11] Oliveira, K. R., Belchior, A. D., 2002, *A fuzzy model and the AdeQuaS fuzzy tool: a theoretical and a practical view of the software quality evaluation*, chapter in *Software Engineering with Computational Intelligence*, The Kluwer International Series in Engineering and Computer Science, Volume 731, edited by Taghi M. Khoshgoftaar, Florida.
- [12] Pfleeger, S. L., 1998 *Software Engineering: theory and practice*, Prentice Hall, Nova Jersey.
- [13] Rocha, A. R. C., 1983, *Um modelo para avaliação da qualidade de especificações*, Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia de Software e Ciências da Computação, Pontifícia Universidade Católica (PUC), Rio de Janeiro, RJ.
- [14] Rocha, A. R. C., et.al., 2001, *Qualidade de Software: Teoria e Prática*, São Paulo, Prentice Hall.