

# Proposição de um Modelo Fuzzy para Tomada de Decisão acerca de Ambiente Virtual de Aprendizagem: AVA Moodle

Alfredo Nazareno Pereira Boente  
alfredoboente@faetec.rj.gov.br  
FAETERJ Caxias

Francisco Antonio de Moraes Accioli Dória  
fadoria@gmail.com  
COPPE/UFRJ

**Resumo:** Este artigo propõe um Modelo Fuzzy que tem por objetivo realizar avaliações a fim de se tomar decisões a respeito do AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem utilizado no Instituto Superior de Tecnologia em Ciência da Computação do Estado do Rio de Janeiro, hoje, FAETERJ Rio, utilizado para o Curso de Pós-Graduação lato sensu em Gestão da Tecnologia da Informação em Ambientes Educacionais. O modelo visa mapear de forma descritiva os constructos necessários para avaliação e tomada de decisão em ambiente fuzzy acerca do AVA, baseado nos parâmetros essenciais da Engenharia de Software que trata a questão intrínseca da Qualidade de Software e em Modelos de Qualidade e Satisfação de consumidores. O modelo, portanto, permite avaliar a qualidade de certo produto de software, o Ambiente Virtual de Aprendizagem neste caso, a satisfação dos usuários internos quanto ao produto AVA, desenvolvedores e usuários administrativos, e a satisfação dos usuários externos, os alunos de pós-graduação, em relação ao uso efetivo do produto de software para fins educacionais.

**Palavras Chave:** Ambiente Virtual - Lógica Fuzzy - Tomada de Decisão - AVA Moodle -

## 1. INTRODUÇÃO

No século XXI é impossível não se falar em tecnologia em ambos os aspectos na vida cotidiana do ser humano, pois a cultura cibernética está mais do que presente em todos os seguimentos, sem exceção. De acordo com Oliveira (2007), com um mundo diferente e moderno, dispendo de um sistema notavelmente abrangente e eficiente de comunicação e processamento de dados, onde já se misturam as tecnologias de telefonia, televisão e informática, por meio do que hoje se denomina Tecnologia da Informação e da Comunicação - TIC.

Nesse contexto, Batista et. al. (2011) afirma que a tecnologia ligada à rede há algum tempo vem invadindo, de forma muito sedutora, distintos espaços e ações e ditando novas maneiras de conduta e produção de conhecimento de toda uma geração.

Inúmeros ambientes virtuais surgiram com o intuito de facilitar, de forma colaborativa, a comunicação e a troca de informações em diversas áreas do conhecimento, principalmente na área educacional. Surgem os chamados Ambientes Virtuais de Aprendizagens, AVA, por alguns agentes das instituições de ensino. Essa questão deve percorrer não só a formação e a capacitação de professores nas TICs, mas também de toda a instituição, desde a aquisição dos aparatos à gestão escolar (VIEIRA, 2003 apud BATISTA et. al., 2011).

O Instituto Superior de Tecnologia do Rio de Janeiro, IST-Rio, hoje denominado FATERJ Rio, baseado na aplicabilidade das TICs na área educacional, permitiu e incentivou a criação e implantação do curso de Pós-graduação lato sensu em Gestão da Tecnologia da Informação em Ambientes Educacionais (PGTIAE - Pós-Graduação em Tecnologia da Informação em Ambientes Educacionais).

Neste contexto, o IST-Rio resolve criar e implementar o produto de *software* AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem, desenvolvido na plataforma Moodle visando alavancar o processo de ensino-aprendizagem, sendo aplicada como ferramenta complementar e de suporte às aulas presenciais, por meio da realização de uma cartografia de seus diferentes usos pelos discentes do PGTIAE - IST-Rio (BATISTA et. al., 2011).

Naturalmente, sempre que um novo produto de *software* é implementado em certa instituição, faz-se necessário avaliar se o seu uso está adequado aos padrões de qualidade requeridos pelos parâmetros básicos da Engenharia de *Software*. Foram realizados alguns testes e pesquisas que buscassem informar tal realidade, através da aferição de modelos estatísticos de dados. Outro parâmetro necessário a ser verificado está na questão da satisfação dos usuários do AVA na plataforma Moodle. Como os resultados obtidos não foram suficientes e satisfatórios para realizar uma tomada de decisão em vista da busca de melhorias por não saber exatamente por onde começar o processo decisório, surgiu a ideia de propor um Modelo *Fuzzy* para Avaliação e Tomada de Decisão, até mesmo por entender que tanto a avaliação da qualidade do produto de *software* AVA Moodle, quanto a avaliação da satisfação de seus usuários, baseado na opinião desses usuários, envolve aspectos subjetivos e imprecisos, difíceis de serem medidos pela matemática tradicional e pela estatística.

Neste viés, Moré (2004) afirma que a maior parte da linguagem natural contém ambigüidades e multiplicidade de sentidos. Em particular, os adjetivos que utilizamos para caracterizar objetos ou situações não nos permitem clareza suficiente, sendo ambíguos em termos de amplitude de significados, não podendo, portanto, ser aferido pela matemática tradicional.

Portanto, o modelo proposto baseado no uso da teoria dos conjuntos *fuzzy* é recomendado para mensuração deste “algo” impreciso.

## 2. O AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM

De acordo com Batista et. al. (2011) o AVA, Ambiente Virtual de Aprendizagem, é bastante conhecido no meio educacional, e apresenta um conjunto de *software* desenvolvidos para oferecer um ambiente de aprendizagem que possibilite a realização de atividades de ensino-aprendizagem online.

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem permitem a integração de múltiplas mídias e recursos, que permitem a apresentação de informações de maneira organizada, por meio do desenvolvimento de interações entre pessoas e dos objetos de conhecimento, e ainda a elaboração e socialização de produções diversas (VIEIRA, 2003). O autor ainda afirma que as atividades no AVA desenvolvem-se no tempo, ritmo de trabalho e espaço em que cada participante se localiza remotamente, de acordo com uma intencionalidade explícita e um planejamento prévio.

Em particular, com a implantação do Curso de Pós-graduação PGTIAE, que propõem a união entre tecnologia da informação e educação, visando o descompasso entre os profissionais das duas áreas, os professores tiveram que buscar recursos que atendessem as duas áreas do conhecimento envolvidas (BATISTA et. al., 2011).



**Figura 1:** AVA Moodle do curso pós-graduação em Gestão da Tecnologia da Informação em Ambientes Educacionais - IST-Rio/FAETEC.

Conforme ilustra a figura 1, o portal PGTIAE foi desenvolvido na plataforma Moodle, criando e disponibilizando assim o AVA Moodle - Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle, que permite o intercâmbio, exposição, cooperação, descoberta pedagógica e reflexão que se multiplicam a cada dia e não se limitariam as dimensões da sala de aula.

Segundo Batista et. al. (2011) a didática utilizada a partir do Moodle pelos professores é a postagem do material das aulas na plataforma, de modo geral, antes da data das mesmas. No decorrer das aulas, são utilizados os recursos disponíveis no ambiente como, por exemplo,

tarefas e materiais. Agregado aos aplicativos disponíveis na plataforma é possível utilizar recursos de outros programas e produtos de *software* como, por exemplo, mapas mentais e conceituais (FreeMind, Visual Mind, XMind, Cmap Tools), o Issuu - recurso que transforma arquivos pdf em livro em Flash - e o Camtasia Studio que permite criar vídeos como tutoriais, capturando a tela do computador.

### 3. QUALIDADE DE SOFTWARE

De acordo com Boente (2009) a norma ISO/IEC 9126 apresenta conceitos e definições para qualidade de *software*, classificando a qualidade como externa, visível aos usuários do sistema, e interna, aquela pertinente aos desenvolvedores de *software*.

Marini (2002) afirma que o MEDE-PROS 01/97 é um Método de Avaliação da Qualidade de *Software* para fazer a avaliação da qualidade de *software* pacote baseado na ISO/IEC 9.126 e ISO/IEC 12.119, sendo composto por: Lista de Verificação, Manual do Avaliador e Modelo de Relatório de Avaliação.

Segundo Simão e Belchior (2003) existem seis características de qualidade para componentes de produtos de *software*: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade, conforme mostra o quadro 1.

Características de Qualidade de Software
Funcionalidade
Confiabilidade
Usabilidade
Eficiência
Manutenibilidade
Portabilidade

**Quadro 1:** Características da qualidade para componentes de *software*.

Estas características, que serviram de parâmetros para a criação do modelo *fuzzy* proposto por este trabalho, por sua vez, podem ser divididas da seguinte forma:

- *Funcionalidade*: Adequação, Acurácia, Autocontido, Coesão Funcional, Interoperabilidade, Segurança de Acesso e Conformidade com a Funcionalidade;
- *Confiabilidade*: Maturidade, Tolerância a Falhas, Recuperabilidade, Avaliabilidade e Conformidade com a Confiabilidade;
- *Usabilidade*: Acessibilidade, Legibilidade, Inteligibilidade, Facilidade de Uso, Apreensibilidade, Operacionalidade, Atratividade e Conformidade com a Usabilidade;
- *Eficiência*: Comportamento em Relação ao Tempo, Comportamento em Relação aos Recursos, Comportamento em Relação ao Estado, Escalabilidade, Nível de Granularidade e Conformidade com a Eficiência;
- *Manutenibilidade*: Analisabilidade, Implementabilidade, Modificabilidade, Estabilidade, Testabilidade e Conformidade com a Manutenibilidade;
- *Portabilidade*: Adaptabilidade, Capacidade de ser Instalado, Coexistência, Substituibilidade e Conformidade com a Portabilidade.

### 4. TEORIA DOS CONJUNTOS FUZZY

O Professor Lotfi A. Zadeh, em 1965, formalizou o que, anos depois vinha a ser uma das maiores revoluções no setor matemático: a Lógica *Fuzzy* ou Lógica Nebulosa ou Lógica

difusa (COSENZA et. al., 2006). Esta teoria trata dos conjuntos não totalmente verdadeiros nem tampouco dos totalmente falsos. Em outras palavras, a lógica *fuzzy* deve ser vista como uma teoria matemática formal para a representação de incertezas.

Neste viés, Simões e Shaw (2007) afirmam que essa teoria é baseada no fato de que os conjuntos existentes no mundo real não possuem limites precisos. Os conjuntos *fuzzy* podem ser vistos como uma generalização da noção de conjunto na qual a função de pertinência assume valores no intervalo [0,1] (FARIA, et. al., 2008).

Através da representação matemática de um conjunto ordenado de conceitos da linguagem natural através de conjuntos *fuzzy*, Prucol (2006) afirma que a discretização *fuzzy*  $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  do universo  $\Omega$  tal que  $\forall x \in \Omega, \exists A_i, \mu_{A_i}(x) \neq 0$ , pode gerar a figura 2, que apresenta um exemplo de discretização *fuzzy* para o caso de uma variável dividida em cinco conjuntos *fuzzy*.

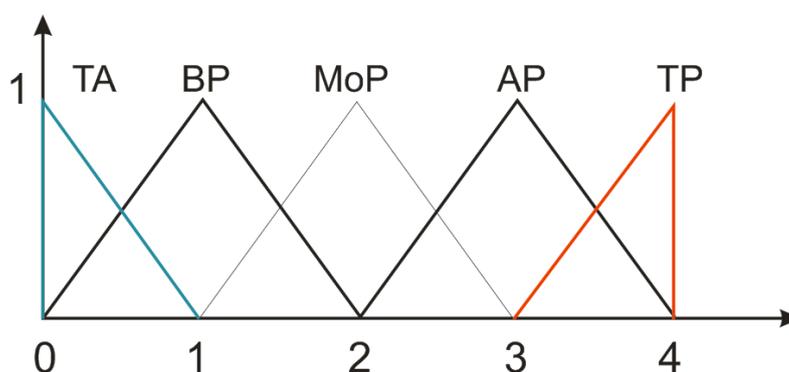


Figura 2: Representação da discretização *fuzzy*.

A representação da informação em diversos níveis de generalização, conforme afirma Boente (2009), é permitida por meio de diferentes discretizações do universo. Quanto maior o número de conjuntos *fuzzy*, maior será a precisão encontrada. O processo de agregação permite obter um grau de consenso entre as informações disponíveis, calculando-se um valor final. Se estes dados forem extraídos de especialistas, se têm a taxa de aceitação ou rejeição entre eles, isto é, o grau pelo qual especialistas concordam em suas estimativas, tornando possível a elaboração de classificações das avaliações realizadas (BELCHIOR, 1997).

## 5. MODELOS DE ÍNDICE DE SATISFAÇÃO DE CONSUMIDORES

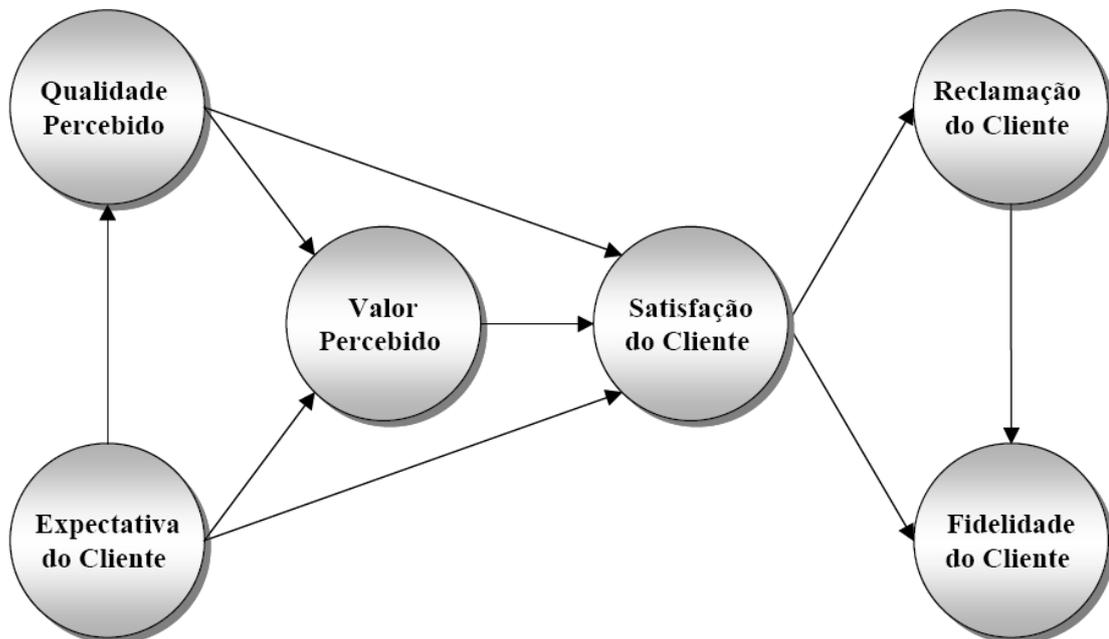
Segundo Pinheiro (2003) os modelos de índices de satisfação de clientes contribuem para estabelecer uma imagem mais precisa dos resultados de uma economia, setor de atividade, região ou empresa, ao mesmo tempo em que podem ajudar a estabelecer abordagens uniformizadas de medição.

A modelagem de satisfação de clientes vem se desenvolvendo, nas últimas décadas, permitindo assim o surgimento de novos modelos nacionais de índices de satisfação de clientes (SOUZA, 2004). Para González (2005) o índice nacional de satisfação de cliente representa um medidor geral de como as companhias e indústrias satisfazem seus clientes. Um dos principais objetivos dos índices nacionais de satisfação de clientes é coletar dados para realização da análise comparativa do desempenho das empresas com relação à satisfação dos clientes (PINHEIRO, 2003).

De acordo com Souza (2004) a partir do modelo sueco, em 1994 surgiu nos Estados Unidos da América, o Modelo Nacional de Índice Norte-Americano de Satisfação do Consumidor - *American Customer Satisfaction Index* (ACSI), que fora desenvolvido em um trabalho conjunto com o Centro Nacional de Pesquisa de Qualidade da Universidade de



Michigan - *National Economic Research Associates* (NERA) at the University of Michigan Business School, e com a Sociedade Americana para Qualidade - *American Society for Quality* (ASQ).



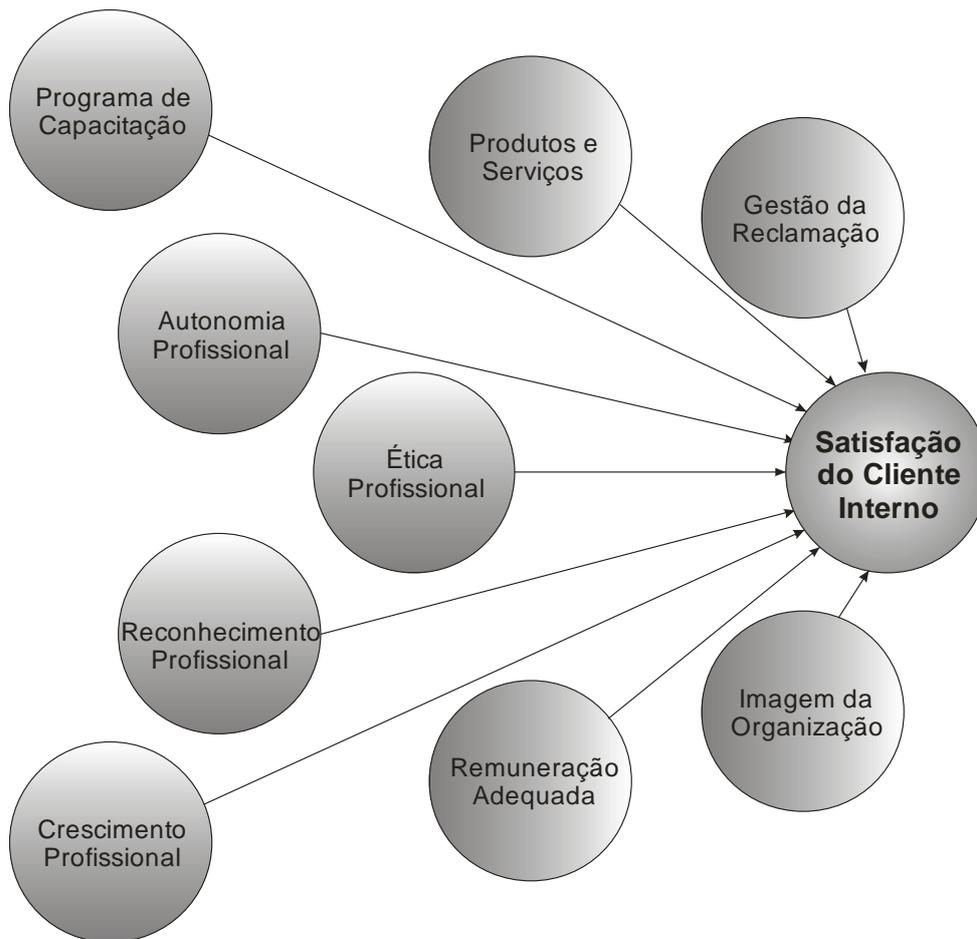
**Figura 3:** Modelo de índice Norte-Americano de satisfação de consumidores externos.

Tanto o SCSi como o ACSi adotam um modelo econométrico de multi-equações para produzir índices ao nível da empresa (PINHEIRO, 2003). Conforme afirma Carlos (2004) e ilustra na figura 3, o ACSi prediz que, na proporção em que o valor percebido e a qualidade percebida aumentam, a satisfação do cliente deveria aumentar.

Com apenas um construto a mais, o constructo valor, o modelo americano passou a ser adotado, também fora dos Estados Unidos da América. A adoção do modelo americano tomou uma esfera mundial, sendo inclusive utilizado na Suécia, por um grande número de instituições, substituindo, assim, o SCSi (SOUZA, 2004).

Para a criação do modelo fuzzy proposto neste trabalho, buscou-se utilizar um modelo híbrido, desenvolvido por Boente (2009), conforme ilustra a figura 4, com o objetivo de melhor representar as variáveis que influenciam a satisfação dos consumidores internos em relação aos aspectos da qualidade de produtos de *software* desenvolvidos e sua satisfação quanto ao uso do AVA Moodle.

O modelo híbrido de índice de satisfação de consumidores internos apresentado anteriormente mostra um novo constructo antecedente exclusivo e próprio do modelo apresentado por Boente (2009), inexistente em qualquer outro modelo de índice de satisfação já apresentado, a ética profissional.



**Figura 4:** Modelo de índice de satisfação de consumidores internos.

Na visão apresentada na figura 4 a fidelidade do cliente é alcançada de forma indireta a partir do constructo satisfação do cliente, pois a partir de então os constructos consequentes, gestão da reclamação, compromisso afetivo, compromisso calculado, a imagem da empresa e o índice de preço, passam a serem considerados constructos antecedentes.

## 6. DESCRIÇÃO DO MODELO

Considerando que as avaliações que serão feitas acerca do produto de *software*, AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem representa aspectos de representação imprecisos, composto, em sua maioria, por conceitos subjetivos, vagos e de avaliação não trivial, propõe-se o uso de um modelo nebuloso que seja baseado na teoria dos conjuntos *fuzzy* como diretriz base conforme o modelo apresentado na figura 5.

Partindo da hipótese que por meio da teoria dos conjuntos *fuzzy*, é possível mensurar a satisfação dos usuários do AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem do Curso de Pós-Graduação do IST-Rio, hoje FAETERJ Rio, quanto aos aspectos da qualidade de produtos de *software*, surge então à ideia de criar um modelo *fuzzy* como ambiente nebuloso propício para tomada de decisão.

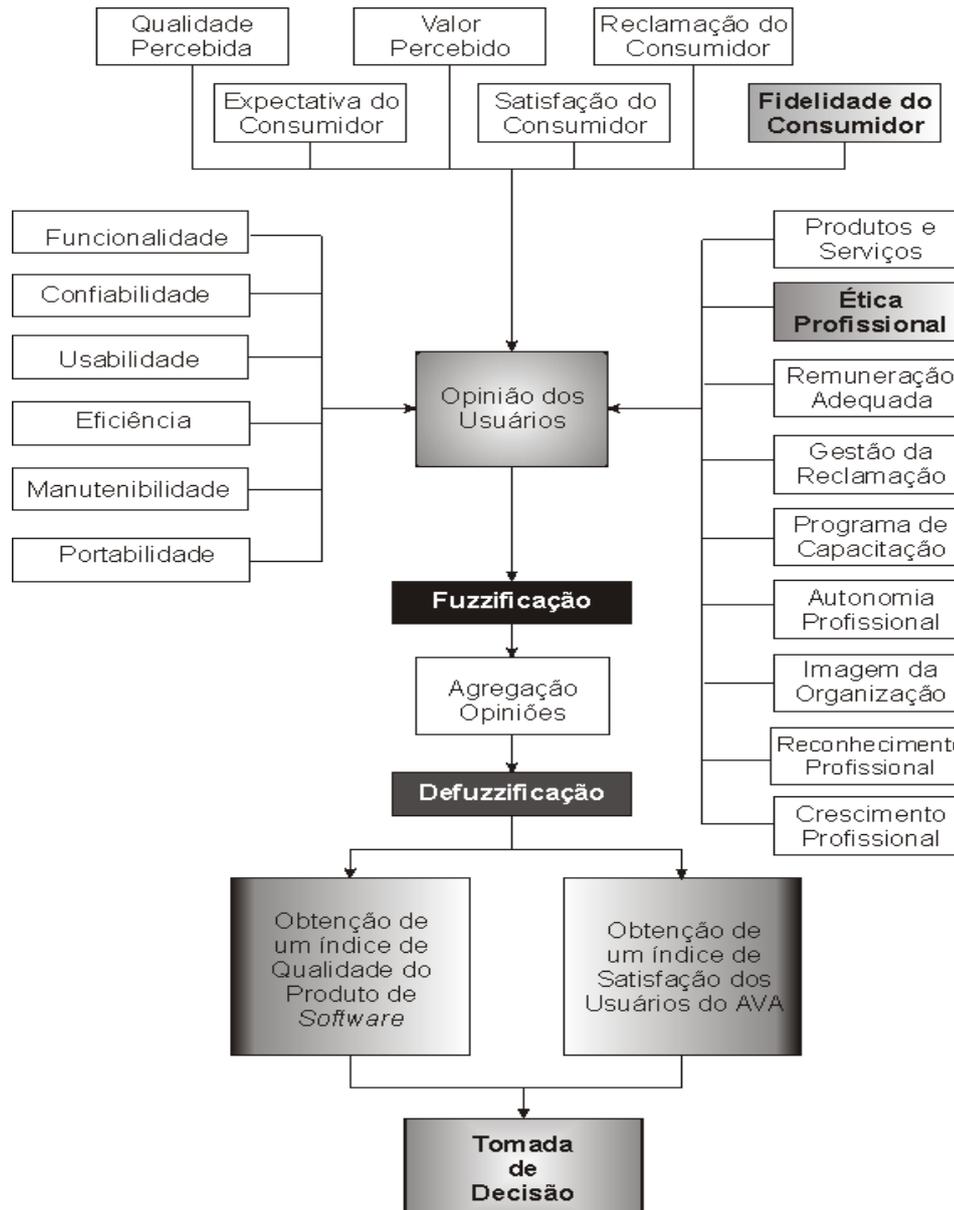


Figura 5: Modelo *fuzzy* proposto.

Para tanto, o modelo *fuzzy* proposto visa utilizar como base as opiniões dos especialistas desenvolvedores, dos especialistas respondentes (docentes) e dos respondentes usuários (discentes) a respeito dos aspectos de qualidade do produto de *software* AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem do Curso de Pós-Graduação e da satisfação desses usuários quanto aos aspectos de qualidade de produtos de *software* produzidos por suas equipes de desenvolvimento.

Através do modelo proposto pode-se observar claramente que para avaliar a qualidade de produtos de *software* consideram-se os aspectos de funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade do *software*, todas baseadas na norma de qualidade de produtos de *software* ISO/IEC 9126, requerida pela Engenharia de *Software*.

Todos os construtos identificados para avaliação da qualidade de produtos de *software* e da satisfação de seus usuários possuem seus próprios atributos (itens que avaliam qualidade ou satisfação de consumidores, usuários do produto de *software*).



Neste contexto para avaliação da qualidade de produtos de *software* foram identificados 6 constructos (funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade). Para avaliação da satisfação dos consumidores classificados como externos foram identificados 6 constructos (qualidade percebida, expectativa do consumidor, valor percebido, satisfação do consumidor, reclamação do consumidor e fidelidade do consumidor). Para avaliação da satisfação dos consumidores classificados como internos foram identificados 9 constructos (programa de capacitação, autonomia profissional, ética profissional, reconhecimento profissional, crescimento profissional, produtos e serviços, remuneração adequada, imagem da organização e gestão da reclamação).

Apresenta-se então na figura 5 um modelo abrangente capaz de tratar, em ambiente nebuloso, aspectos subjetivos e imprecisos, cujos resultados venham auxiliar no processo de tomada de decisão.

## 7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O modelo *fuzzy* para avaliação e tomada de decisão proposto neste trabalho tem por objetivo auxiliar os gestores do produto de *software*, AVA Moodle, na tomada de decisão de melhorias, quanto aos aspectos da qualidade de *software*, visando à melhoria contínua do produto de *software* em busca da plena satisfação de seus usuários quanto sua utilização.

O modelo *fuzzy* apresentado na figura 5 é baseado nos modelos de índice nacional de satisfação de consumidores internos e no modelo de satisfação de consumidores externos (modelo Norte-Americano), além de focar a questão da qualidade de produtos de *software* com base no MEDE-PROS 01/97 que representa um Método de Avaliação da Qualidade de *Software* para fazer a avaliação da qualidade de produtos de *software* considerados pacotes baseados nas normas ISO/IEC 9.126 e ISO/IEC 12.119.

Como o objetivo é obter os dados provenientes das opiniões dos próprios usuários do AVA Moodle, e isto trás representações subjetivas e valores imprecisos, o modelo apresenta uma interpretação e tratamento baseado na teoria dos conjuntos *fuzzy*.

Como trabalho futuro, o modelo *fuzzy* proposto será utilizado para aferir efetivamente qualidade do produto de *software* e a satisfação dos usuários do produto de *software* AVA Moodle, utilizado no Curso de Pós-graduação lato sensu em Gestão da Tecnologia da Informação em Ambientes Educacionais, PGTIAE, oferecido pelo IST-Rio.

## 8. REFERÊNCIAS

- BATISTA, A. et. al.** Uma experiência educativa na Pós-Graduação - O uso do Moodle no Curso de Gestão da Tecnologia da Informação em Ambientes Educacionais. In VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGGeT. Resende, Rio de Janeiro, 2011.
- BELCHIOR, A.D.** Um Modelo Fuzzy para Avaliação da Qualidade de Software. Tese de Doutorado, Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, RJ, 1997.
- BOENTE, A.N.P.** Um Modelo Fuzzy para Avaliação da Qualidade de Produtos de Software e da Satisfação dos Gerentes de Projetos numa Fundação Pública Estadual. Dissertação de Mestrado, Administração e Desenvolvimento Empresarial, Universidade Estácio de Sá, RJ, 2009.
- COSENZA, H.J.S.R. et al.** Aplicação de Um Modelo de Hierarquização Como Instrumento para Tomada de Decisão: Caso de uma Multinacional. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP, 2006, Fortaleza, 2006.
- FARIA, M.N. et al.** Um Sistema de Avaliação em EAD baseado em Lógica Fuzzy. Revista Eletrônica Horizonte Científico. Minas Gerais, edição 2008, dez/2008.



**GONZÁLEZ, M.O.A.** Gestão de Satisfação e Fidelização do Cliente na Hotelaria: Um Estudo sobre os Fatores que Influenciam a Satisfação e Fidelização do Turista Internacional no Brasil. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN, 2005.

**MARINI, M.J.** Uma Ferramenta de Suporte à Avaliação da Qualidade de Software de Aplicativos Voltados à Gestão Empresarial. Dissertação de Mestrado, Ciência da Computação, Sistemas de Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 2002.

**MORÉ, J.D.** Aplicação da lógica Fuzzy na avaliação da confiabilidade humana nos ensaios não destrutivos por ultra-som. Tese de Doutorado submetida ao programa de pós-graduação de Engenharia Metalúrgica e dos Materiais da Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2004.

**OLIVEIRA, F. B (org.).** Tecnologia da informação e da comunicação - a busca de uma visão ampla e estruturada. São Paulo: Pearson Prentice Hall: Fundação Getulio Vargas, 2007.

**PINHEIRO, I.N.** Gestão de Satisfação e Fidelidade do Cliente: Um Estudo dos Fatores que afetam a Satisfação e Fidelidade dos Compradores de Automóveis. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN, 2003.

**PRUCOLE, E.S.** Avaliação de Combinações de Classificadores Fuzzy. Dissertação de Mestrado, Engenharia Civil, COOPE/URFJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COOPE, RJ, 2006.

**SIMÃO, R.P.S.; BELCHIOR, A.D.** Componentes de Negócio: Uma Avaliação das Características de Qualidade. In: Conferência IADIS Íbero Americana WWW/Internet, 2003.

**SIMÕES, M.G. e SHAW, I.S.** Controle e Modelagem Fuzzy. 2. ed. Revisada e Completa. São Paulo: Blucher: FAPESP, 2007.

**SOUZA, T.O.** Gestão de Satisfação e Fidelização do Cliente: Um Estudo com Pacientes de Clínica Particular. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN, 2004.

**VIEIRA, Alexandre Thomaz; ALMEIDA, Maria Elizabeth B. de; ALONSO, Myrtes (orgs).** Gestão Educacional e Tecnologia. São Paulo: Avercamp, 2003.