

SAPO: Um Sistema de Apoio a Pesquisas On-Line Resultante do Programa de Iniciação Científica do IST-Rio

Joás Maldonado da Rocha
joasdarocha@gmail.com
IST-Rio/FAETEC

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

Resumo: O Sistema de Apoio a Pesquisas On-line (SAPO) surgiu com o intuito de auxiliar o gerenciamento de todo o processo de pesquisa realizada no Programa de Iniciação Científica (PIC) Lab. Fuzzy, iniciado no 1º semestre de 2011 no Curso de Tecnólogo em Análise de Sistemas Informatizados do Instituto Superior de Tecnologia em Ciências da Computação da FAETEC, IST-Rio. O PIC tem sido um importante canal para articulação das ações de pesquisa no IST-Rio, promovendo o desenvolvimento acadêmico e preparando os discentes para o ensino continuado em conformidade com as exigências profissionais do mercado. Com o SAPO, todo o processo, desde a criação da pesquisa sobre o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA Moodle), passando pela coleta dos dados onde os discentes, na figura de respondentes, puderam responder aos questionários através de um navegador web, de qualquer parte do mundo, até chegar à análise dos resultados, tornando assim o processo mais dinâmico e eficiente, acarretando uma redução drástica tanto na quantidade de papel, como no deslocamento de pessoal, necessários para a realização da pesquisa. A abordagem da teoria dos conjuntos fuzzy utilizada permitiu tratar, de forma matematicamente sólida, medidas subjetivas sujeitas à incerteza, obtidas a partir da opinião de um número específico de respondentes. O SAPO, portanto é uma ferramenta de apoio à tomada de decisão capaz de reunir em um só modelo variáveis qualitativas e quantitativas, por meio de uma tecnologia contribuinte para uma sociedade verdadeiramente sustentável.

Palavras Chave: Produto de Software - Pesquisa On-line - Base de Dados - Ambiente Virtual -

1. INTRODUÇÃO

Consciente de seu papel na sociedade, o Instituto Superior de Tecnologia em Ciências da Computação do Rio de Janeiro (IST-Rio), instituição vinculada à FAETEC - Fundação de Apoio à Escola Técnica vem procurando, nos últimos anos, intensificar ações voltadas à consolidação da integração das suas áreas de ensino, pesquisa e extensão.

Neste viés, o Programa de Iniciação Científica (PIC), tem sido um importante canal para articulação das ações de pesquisa no IST-Rio e, para tanto, tem como meta promover o desenvolvimento acadêmico, inserindo seus discentes de graduação no processo de investigação científica, despertando vocações, incentivando, e preparando os discentes para o ensino continuado e para as exigências profissionais da atualidade.

No 1º semestre de 2011, teve início o PIC - Lab. *Fuzzy*, coordenado pelo Prof. Dr. Alfredo Nazareno Pereira Boente, com o objetivo de promover o aprofundamento nos conhecimentos sobre a Lógica *Fuzzy*, conhecimentos estes, adquiridos na disciplina de Tópicos Avançados (TAV-*Fuzzy*), administrada pelo mesmo, no 2º semestre de 2010 e que veio despertar profundo interesse de alguns discentes concluintes. Para início das atividades do PIC - Lab. *Fuzzy* foi sugerido à realização de uma pesquisa, com os discentes do IST-Rio, sobre a utilização do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA-IST), inicialmente utilizado pelos discentes matriculados no Curso de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais do IST-Rio.

Como todo o processo de realização de certa pesquisa, com os discentes do instituto já fora vivenciado na disciplina de TAV- *Fuzzy* e muitas dificuldades puderam ser comprovadas no seu decorrer, surgiu à necessidade de encontrar soluções em busca de dinamização de pesquisa. A partir daí, surge a ideia desafiadora de desenvolver uma ferramenta capaz de auxiliar na criação dos formulários, disponibilizando-os dinamicamente quando prontos, obter as respostas, tratar os dados com uma abordagem *fuzzy* e disponibilizar os resultados obtidos de uma ou mais pesquisas.

O SAPO, Sistema de Apoio à Pesquisa On-line, começa a ser desenvolvido com o intuito de ser um sistema capaz de tornar todo esse processo mais dinâmico e eficiente.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. PESQUISA DE OPINIÃO

De acordo Richardson (1989), a pesquisa é a investigação de um problema, teórico ou empírico, realizada a partir de uma metodologia, que envolve tanto formas de abordagem do problema quanto os procedimentos de coleta de dados, cujos resultados devem ser válidos, embora provisórios. A pesquisa, conforme afirma Demo (1997), é a atividade científica pela qual descobrimos a realidade.

Uma pesquisa nos permite ir em busca de respostas a certo problema cuja resposta ainda não é conhecida ou eventualmente não confirmada (BOENTE e BRAGA, 2004).

Neste contexto, encaixam-se as chamadas pesquisas de opinião que buscam respostas a certos questionamentos acerca de determinados assuntos. Assim, as pesquisas de opinião e de mercado permitem identificar posicionamentos, tendências, percepções e sugestões que o público tem a respeito de um produto ou serviço, da empresa ou de qualquer outro assunto.



Realizar esse tipo de pesquisa de forma online, “amplifica” o acesso ao público-alvo e automatiza todas as etapas do processo: “O ambiente todo se tornou dinâmico, dando outra dimensão tanto no processo de pesquisa, quanto aos outros processos que acontecem até mesmo antes da pesquisa estar disponibilizada” (Freitas et al., 2004).

Conhecer as percepções de seus clientes sobre seus produtos e serviços é essencial para o sucesso de uma empresa, uma vez que seu entendimento pode proporcionar uma avaliação de desempenho sob a perspectiva do cliente, indicando decisões tanto estratégicas quanto operacionais que venham a influenciar no nível de qualidade dos serviços prestados pela organização, além de ser exigência da norma ISO 9001. A satisfação é o nível de sentimento de uma pessoa, resultante do desempenho de um produto em relação às suas expectativas (KOTLER, 2000), isoladamente, as notas de satisfação traduzem a qualidade do produto ou serviço oferecido, cabendo à equipe de projetos fazer os ajustes necessários neste tipo de análise.

No que tange a qualidade, Grönroos (1990) e Fornell (1991) comentam que o mais importante é a definição do que seja qualidade sob a óptica do cliente. Assim, qualidade é conformação às especificações do cliente, e o que conta é o que o cliente percebe como qualidade. Ao avaliar o desempenho de um produto ou de um serviço, o cliente geralmente utiliza-se da análise de seus principais atributos (Oliver, 1997) e, nesse sentido, a mensuração do nível de satisfação dos clientes serve como uma medida para se verificar o desempenho global da empresa em relação às expectativas dos clientes (Anderson, Fornell e Lehman, 1992).

A importância traduz as expectativas que os clientes têm em relação ao determinado item, questão ou atributo, ou o quanto o mesmo é importante para a realização de suas atividades cotidianas. Permite à empresa vislumbrar itens que o cliente considera mais, ou menos, importante, podendo servir de base para decisões relativas à concepção de empreendimentos similares.

2.2. TEORIA DOS CONJUNTOS FUZZY

As primeiras noções de lógica dos conceitos “vagos” foram desenvolvidas em 1920, por um lógico polonês Jan Lukasiewicz (1878 - 1956), quando apresentou conjuntos com graus de pertinência 0, $\frac{1}{2}$ e 1, e mais tarde expandiu este conjunto para um número infinito de valores no intervalo entre 0 e 1. Em 1930, Bertrand Russel afirmava que alguns problemas não poderiam ser resolvidos pela lógica aristotélica tradicional, mas apenas pela nebulosa.

Neste contexto, a primeira publicação sobre lógica *fuzzy*, foi escrita em 1965 por Lotfi Asker Zadeh, onde ele combinava os conceitos da lógica clássica e os conjuntos de Lukasiewicz, definindo assim os graus de pertinência (COSENZA, et al., 2006).

Entre 1970 e 1980 as aplicações industriais da lógica *fuzzy* aconteceram com maior importância na Europa e após 1980, o Japão iniciou seu uso com aplicações na indústria. Algumas das primeiras aplicações foram em um tratamento de água feito pela Fuji Electric em 1983 e pela Hitachi em um sistema de metrô inaugurado em 1987. Por volta de 1990 é que a lógica *fuzzy* despertou um maior interesse em empresas dos Estados Unidos.

Devido ao desenvolvimento e as inúmeras possibilidades práticas dos sistemas *fuzzy* e o grande sucesso comercial de suas aplicações, a lógica *fuzzy* é considerada hoje uma técnica “*standard*” e tem uma ampla aceitação na área de controle de processos industriais.



Schmitz, Alencar e Villar (2006) consideram que a matemática nebulosa é uma tentativa que permite dar forma matemática às expressões próprias da linguagem natural, sem diminuir a sua potência expressiva.

A lógica *fuzzy* é a ciência que se preocupa com os princípios formais do raciocínio aproximado. Procura modelar o modo impreciso do raciocínio que têm o papel fundamental na habilidade humana de tomar decisões (MORÉ, 2004).

A lógica difusa é uma extensão da lógica booleana que admite valores lógicos intermediários entre o FALSO (0) e o VERDADEIRO (1). Em outras palavras, a lógica *fuzzy* pode ser vista como uma teoria matemática formal para a representação de incertezas (COSENZA et al., 2006).

Um conjunto *fuzzy* “A” é caracterizado por uma função de pertinência, relacionando os elementos de um domínio, espaço, ou universo de discurso X, ao intervalo unitário [0,1] (ZADEH, 1965). Para Lima e Amorim (2007), a pertinência de um elemento num determinado conjunto *fuzzy* é uma questão de grau. Este grau representa um nível de compatibilidade do elemento sobre o conjunto, no qual o zero significa a não participação, o valor um significa participação plena e os demais valores entre zero e um significam participação parcial. Os graus de pertinência são obtidos através de funções denominadas funções de pertinência, que podem ser representadas por formas geométricas diversas. As principais são: triangular, trapezoidal e gaussiana.

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*, Prucole (2006) afirma que a discretização *fuzzy* $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ do universo Ω tal que $\forall x \in \Omega, \exists A_i, \mu_{A_i}(x) \neq 0$, pode gerar a figura 1, que apresenta um exemplo de discretização *fuzzy* para o caso de uma variável dividida em cinco conjuntos *fuzzy*.

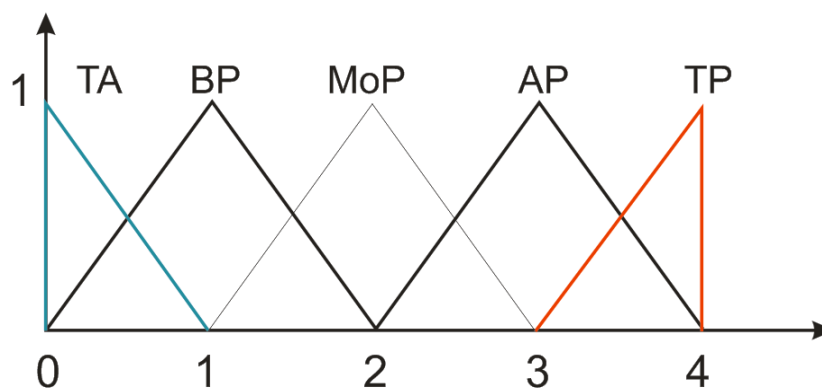


Figura 1: Representação da discretização *fuzzy*.

Através da representação matemática de um conjunto ordenado de conceitos da linguagem natural através de conjuntos *fuzzy*, Prucole (2006) afirma que a discretização *fuzzy* $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ do universo Ω tal que $\forall x \in \Omega, \exists A_i, \mu_{A_i}(x) \neq 0$, pode gerar a figura 1, que apresenta um exemplo de discretização *fuzzy* para o caso de uma variável dividida em cinco conjuntos *fuzzy*.

Para Izard (2007):

Um sistema *fuzzy* típico é composto de entrada, fuzzificação, base de regras, procedimentos de inferência, defuzzificação e saída. Para um sistema *fuzzy* uma entrada tanto pode ser um valor preciso quanto um conjunto *fuzzy*. Quando a entrada provém de um observador humano ou de uma base de dados (questionário) é frequentemente considerada como um conjunto *fuzzy*. Já a entrada derivada de um processo de medição é normalmente utilizada como um valor numérico com erros intrínsecos.

De acordo com Goldschmidt e Passos (2005) a figura 2 ilustra a arquitetura funcional genérica de um sistema de inferência *fuzzy*.

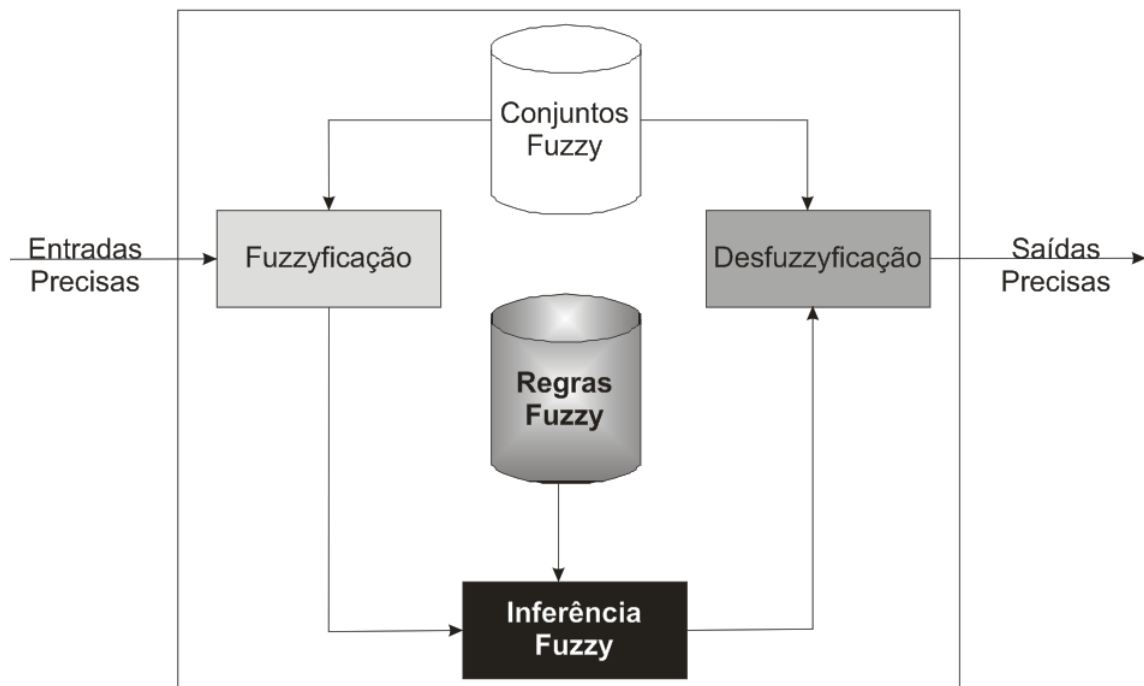


Figura 2: Arquitetura funcional genérica de um sistema *fuzzy*.

Com a utilização dos sistemas *fuzzy* de forma apropriada, julga-se ter produzido respostas mais rápidas e “suaves” que os sistemas convencionalmente utilizados. A maneabilidade, a robustez e, sobretudo, o baixo custo são fatores de qualidades característicos dos sistemas *fuzzy*, contribuindo para um melhor desempenho dos mesmos. São úteis para problemas ou aplicações complexas, que envolvam descrições humanas ou pensamento indutivo (BELCHIOR, 1997).

2.3. DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

Segundo Turban, Mclean e Wetherbe (2004), o desenvolvimento de sistemas é a estruturação do *hardware* e do *software* para obter o processamento eficiente e eficaz da informação. Os autores apresentam o conceito de ciclo de vida do desenvolvimento de sistemas, SDLC - *Software Development Life Cycle*, como um conjunto de categorias gerais que mostram os principais passos, dentro de um determinado prazo, de um projeto de desenvolvimento de sistemas de informação.

De acordo com Câmara (2008), ao separarmos o desenvolvimento de um projeto em fases distintas, porém complementares, teremos um ambiente de estudo mais adequado para tratar os problemas dos projetos, conforme pode é ilustrado na figura 3.

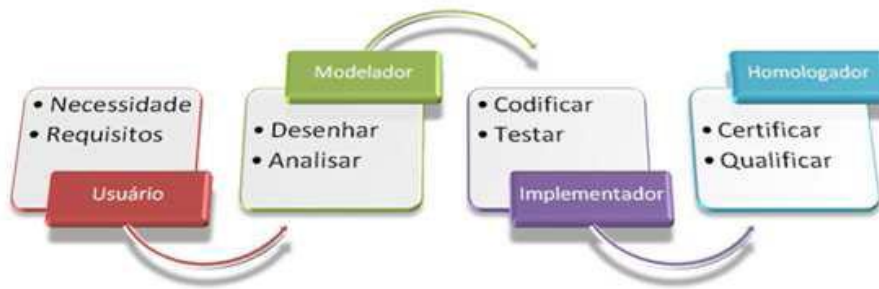


Figura 3: Contexto do desenvolvimento de um projeto de sistemas.

Neste contexto o desenvolvimento de sistemas visa o desenvolvimento de sistemas de informação, a partir de um ciclo de vida de desenvolvimento de sistemas, para atendimento de certa necessidade.

3. APLICAÇÃO DO MODELO FUZZY

Um novo modelo *fuzzy* foi apresentado, ilustrado na figura 4, foi desenvolvido, adaptando-se o modelo *fuzzy* original apresentado por Boente (2009).

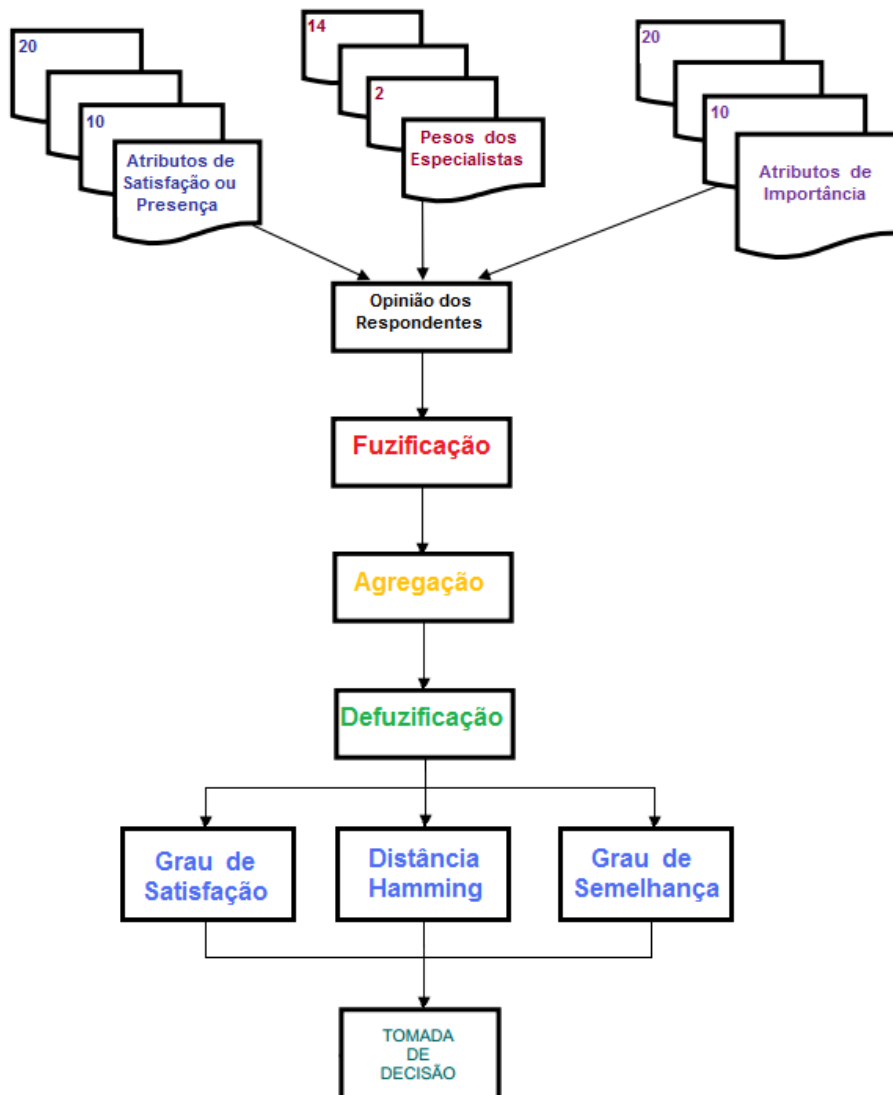


Figura 4: Modelo *fuzzy* adaptado para enfatizar a arquitetura funcional do sistema SAPO.

Percebe-se que este modelo mostrar-se eficiente e adequado como abordagem qualitativa, com vistas a captar as percepções e entendimentos das respostas, obtidas através de formulários estruturados, respondidos por especialistas envolvidos no processo de pesquisa de opinião. Uma das limitações do sistema pode ser observada na figura 4, no qual foi limitado tanto o número de atributos ou fatores a serem avaliados na pesquisa (no mínimo 10 e no máximo 20), quanto o número de questões para definir o peso das respostas de cada especialista (no mínimo 2 e no máximo 14).



Figura 5: Interface da ferramenta SAPO - Sistema de Apoio às Pesquisas On-Line.

Para a aplicação do modelo proposto para a criação do sistema SAPO, ilustrado na figura 5, foi necessário utilizar 9 etapas conforme descritas a seguir:

A primeira etapa buscou-se definir da quantidade de atributos, fatores ou critérios a serem avaliados na pesquisa (10 a 20).

Na segunda etapa determina-se as variáveis linguísticas, a partir da experiência do responsável pela pesquisa ou por meio de revisão bibliográfica.

A terceira etapa busca escolher os termos linguísticos a serem utilizados, para as medições a serem realizadas, com suas respectivas funções de pertinência. Nesta etapa o responsável pela pesquisa vai selecionar um dos conjuntos, de termos linguísticos, disponíveis no sistema. De acordo com Malhotra (2006), quando a decisão é pela escala *likert*, solicita-se aos entrevistados indicar seu grau de concordância com uma das categorias de resposta apresentadas.

Para representar as avaliações imprecisas e subjetivas nas opiniões dos respondentes foram escolhidos os conjuntos *fuzzy* triangulares pela capacidade que possuem de representar essa incerteza e para que sejam efetuados os cálculos facilmente pelo computador, conforme afirma Boente (2009).

Na quarta etapa, elaboram-se os questionários estruturados. Nesta etapa o responsável pela pesquisa montará seus questionários estruturados conforme a quantidade, especificada na primeira etapa, de questões tanto do grau de satisfação ou presença, como também do grau de importância. As respostas para tais questões já foram especificadas na terceira fase e serão incluídas em suas respectivas questões. Se tratando de uma pesquisa envolvendo especialistas, tanto as questões, como as respostas para determinar o peso das respostas dos mesmos, serão informadas com seus respectivos valores na escala *likert* de cinco valores.

A quinta etapa busca disponibilizar os questionários estruturados para os respondentes da pesquisa. A partir das respostas dos questionários estruturados, os dados são coletados, caracterizando assim a sexta etapa. Na sexta etapa, portanto, é incluso o processo de coleta de dados (entradas) das opiniões dos respondentes obtidas através dos questionários estruturados respondidos. Inicia-se o processo de fuzzificação, transformando os valores de entrada em números triangulares *fuzzy*, identificando para cada entrada o número antecedente e o consequente, tomando como base o valor registrado para depois armazená-los no banco de dados.

A sétima etapa busca o tratamento de dados. Esta etapa engloba a agregação, a defuzzificação e a normalização dos dados processados. A ideia principal do processo de agregação é obter-se um grau de consenso entre as informações disponíveis, calculando-se um valor final. Se estes dados forem extraídos de especialistas, então ter-se-á 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 (KUNCHEVA et al., 1996). Para a agregação das opiniões *fuzzy* foi utilizada a fórmula da média *fuzzy*, onde n corresponde ao número máximo de respondentes e m corresponde ao número máximo de questões respondidas. Esta etapa inicia-se quando o responsável pela pesquisa pretende realizar os cálculos para a obtenção dos resultados da pesquisa. Então, para cada questão, é calculado o número triangular *fuzzy* correspondente baseado na agregação das opiniões dos respondentes ou dos especialistas, a partir das fórmulas apresentadas, respectivamente:

$$(a, m, b)_{agreg_j} = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m CI_{esp_i} \right) \div i \quad (a, m, b)_{agreg_j} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m CI_{esp_i} * (Aval)_{crit_j}$$

Na primeira fórmula utiliza-se a média *fuzzy* por aritmética simples. Já na segunda fórmula, utiliza-se a média *fuzzy* por ponderação baseada no peso dos especialistas respondentes.

Após obter todos os triângulos *fuzzy* agregados, inicia-se o processo para obtenção de um valor preciso (nítido) para cada conjunto *fuzzy* (fuzzificação), ou seja, busca-se representar



em um único valor numérico discreto, o valor crisp inferido das variáveis linguísticas. Muitas das vezes é necessário fazer a normalização dos valores encontrados por se obter valores maiores que o intervalo permitido em *fuzzy* [0..1]. Para isso, utilizou-se as seguintes fórmulas respectivas:

$$V_{crisp} = \frac{(a + 2m + b)_{agreg,j}}{4} \qquad V_{norm} = \frac{V_{crisp}}{V_{max}}$$

A partir daí, encerra-se a sétima etapa, onde todos os dados já foram tratados pela abordagem do sistema, estão salvos no banco de dados e prontos para serem usados na próxima etapa. Também é gerado um arquivo na forma de planilha Excel, que poderá ser importado futuramente pelo responsável da pesquisa.

Na oitava etapa busca-se gerar os relatórios, a partir do responsável pela pesquisa. São permitidos 3 tipos diferentes de relatórios: distância *hamming*, grau de semelhança e índice de satisfação.

No relatório da distância *hamming*, que compreende as distâncias (*gap*) entre as demandas dos critérios de presença ou de satisfação e a importância dada a esses critérios avaliados pela pesquisa. Para isto, subtrai-se do valor crisp correspondente ao grau de presença ou satisfação, do valor crisp referente ao grau de importância, para cada um dos critérios em questão, conforme a fórmula apresentada a seguir:

$$D_{crisp} = V_{crisp}P - V_{crisp}I$$

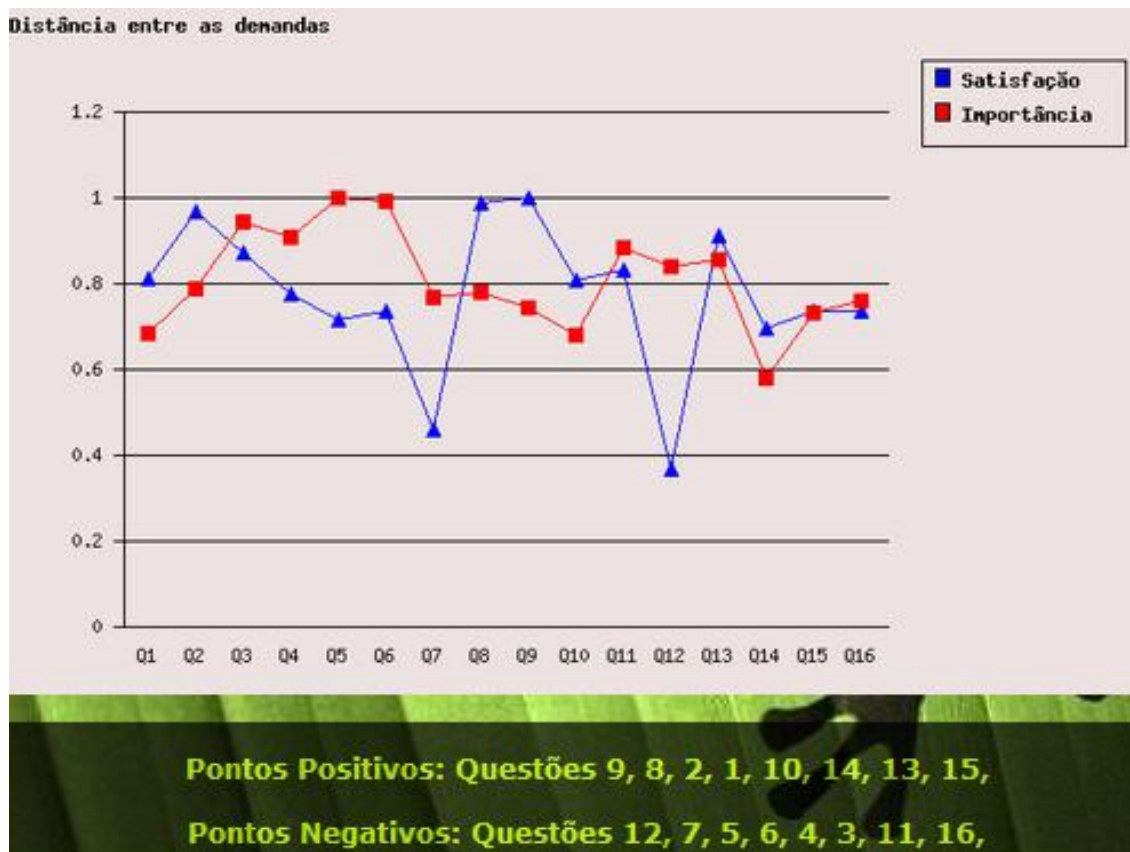


Figura 6: Relatório da distância *hamming* a partir do Sistema SAPO.



Para uma melhor avaliação, as distâncias entre as demandas são apresentadas, tanto na forma gráfica, como na representação ordenada, detalhando os pontos positivos ($V_{crisp P} \geq V_{crisp I}$) e negativos ($V_{crisp P} < V_{crisp I}$) de acordo com os seus graus, conforme ilustrado na figura 6.

No relatório do grau de semelhança entre os conjuntos *fuzzy* existentes é obtido através da fórmula abaixo, onde são usadas as operações de união e interseção *fuzzy*, e ilustrado na figura 7.

$$Gsem(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{AI}{AT} = \frac{\min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x))}{\max(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x))}$$

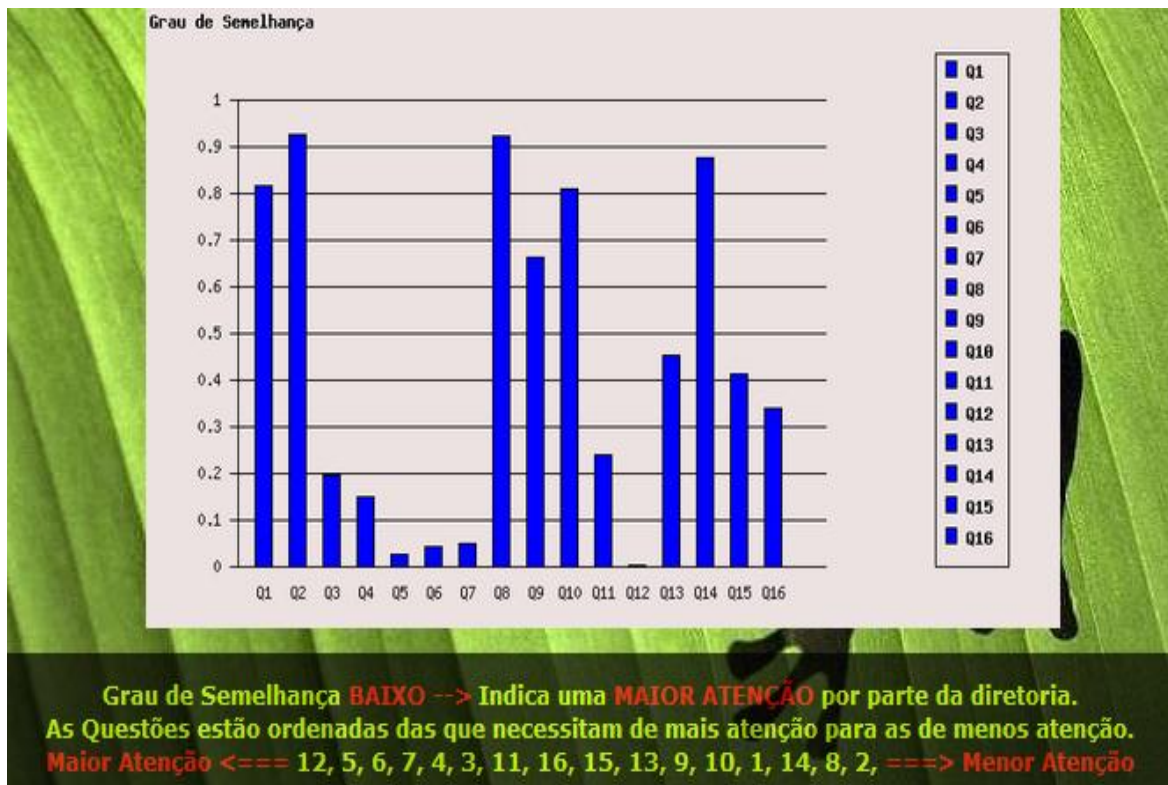


Figura 7: Relatório do grau de semelhança a partir do Sistema SAPO.

No relatório do índice de satisfação pode ser obtido através da média aritmética ponderada apresentada na fórmula a seguir:

$$I_{Sat} = \frac{\sum_{i=1}^n (G_{IMP_i} * G_{PRES_i})}{\sum_{i=1}^n G_{IMP_i}}$$

Onde n corresponde ao número de questões avaliadas acerca do problema levantado. O G_{IMP} e G_{PRES} são considerados os graus de importância e de presença, respectivamente.

Na nona etapa, voltada para a análise dos resultados e para a tomada de decisão, estima-se que, com os relatórios obtidos a partir do Sistema Sapo, o responsável pela pesquisa possa identificar com mais clareza, algumas lacunas que venham a existir em relação aos

critérios de satisfação, e uma maior aproximação da real ordem de priorização em relação às mesmas, permitindo, portanto um aprimoramento no processo de tomada de decisão.

4. METODOLOGIA

A presente pesquisa deu-se por meio de uma investigação descritiva, pois ao avaliar as variáveis que serviram de parâmetro para estimar as opiniões dos discentes respondentes a cerca do AVA IST-Rio, teve como principal objetivo tornar algo inteligível buscando a descrição dos motivos. Também a pesquisa é caracterizada como explicativa, por ter criado uma teoria aceitável a respeito de um fato ou fenômeno a partir do problema apresentado.

Além de ter um cunho bibliográfico, a pesquisa é caracterizada também como pesquisa experimental, pois a partir dos laboratórios de computação do IST-Rio, foi permitido o desenvolvimento do SAPO.

No contexto de desenvolvimento de *software*, segundo Sommerville (2011), existem atividades fundamentais que devem ser atendidas prioritariamente, tais como: *Especificação de Software*, que busca definir as funcionalidades (requisitos) e das restrições do *software*; *Projeto e Implementação de Software*, que direciona a produção do *software* de acordo com as especificações; *Validação de Software*, onde o *software* é validado para garantir que todas as funcionalidades especificadas foram implementadas; *Evolução de Software*, que visa que o *software* precisa evoluir para continuar sendo útil ao cliente.

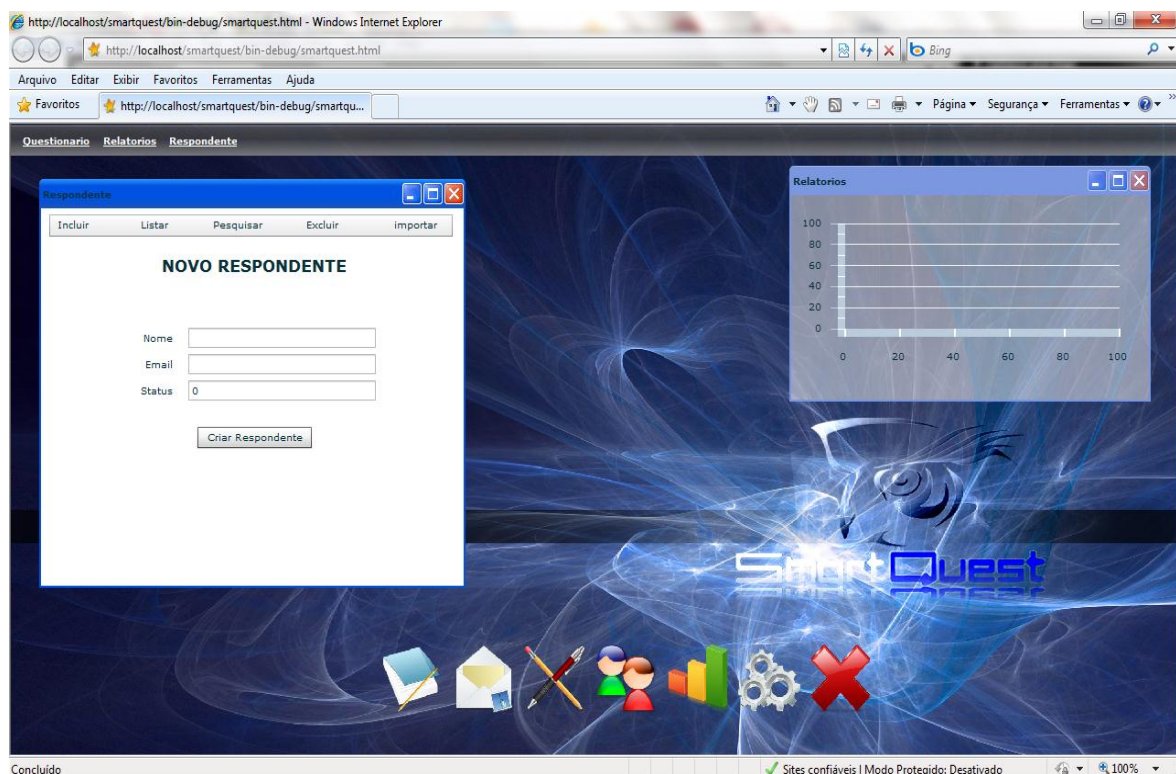


Figura 8: Ambiente de tomada de decisão da ferramenta SmartQuest.

Para definição das funcionalidades, foi utilizada uma consulta sobre as principais funcionalidades de duas das ferramentas de pesquisas on-line, mas utilizadas no mercado (www.suapesquisa.com.br e www.enquetefacil.com), e do SmartQuest - uma ferramenta case para tomada de decisão em ambiente *fuzzy*, ilustrado na figura 8, apresentado em 2010 (QUEIROGA et al., 2010).

As análises realizadas levaram as definições das funcionalidades do sistema e os dados levantados a partir dos requisitos foram utilizados na elaboração dos diversos diagramas da UML, Linguagem de Modelagem Unificada.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir do Programa de Iniciação Científica (PIC) do IST-Rio, foi possível realizar o desenvolvimento de uma ferramenta, o Sistema de Apoio a Pesquisas On-line (SAPO), que apresenta o objetivo de auxiliar o gerenciamento de todo o processo de pesquisa, inicialmente acerca do ambiente virtual de aprendizagem AVA Moodle, utilizado no IST-Rio, no curso de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais.

O sistema SAPO alcançou seus objetivos, no que diz respeito ao processo de criação de uma pesquisa, por apresentar uma ferramenta prática e intuitiva, conduzindo o usuário na elaboração do questionário da pesquisa de forma clara e sucinta; processo de divulgação e de publicação da pesquisa, que a partir da crença na atualidade as redes sociais já se tornaram uma das formas mais eficiente de divulgação, tornou-se necessário o cadastro nas diversas e mais utilizadas redes sociais, porém a divulgação também pode ser realizada através do envio de mensagens (e-mails) de dentro do próprio sistema, bastando informar o e-mail do destinatário e a mensagem de convite; processo de gerenciamento de usuários, mostrando-se uma ferramenta bastante eficiente e segura, provendo ao responsável o total controle de quem responderá a pesquisa, pois seus respondentes são vinculados a sua pesquisa através de seu e-mail que é único e de sua senha pessoal cadastrada no sistema; processo de responder a pesquisa, que se mostrou simples, tanto no seu preenchimento (questões de múltipla escolha) e visualização (barra de rolagem), como no alerta informando questões não respondidas; processo de coleta de dados, que mostrou ser íntegro e conciso, validando apenas os formulários devidamente preenchidos na sua totalidade, contendo as respostas correspondentes à pesquisa a qual o respondente foi credenciado a responder, evitando formulários incompletos, imprecisos ou até mesmo duplicado; processo da obtenção dos resultados e relatórios, onde o modelo *fuzzy* proposto foi capaz de tratar, de forma matematicamente sólida, medidas subjetivas sujeitas a incertezas, obtidas a partir da opinião de um número específico de respondentes, levando a relatórios confiáveis de alta qualidade e de fácil entendimento; processo de avaliação, que a partir dos relatórios obtidos pelo sistema SAPO, o responsável pela pesquisa tem em “mãos” novos conhecimentos e dados mais próximos da realidade, auxiliando-o, portanto, no processo de tomada de decisão.

O desenvolvimento deste trabalho contribuiu para um profundo e enriquecedor processo de aprendizagem das diversas técnicas e linguagens de programação para a web. O resultado da utilização desse aprendizado na construção desta ferramenta foi comprovado por meio de gravações de logs onde todos os passos e ações dos usuários são salvos no banco de dados, ficando visível um padrão satisfatório de usabilidade e acessibilidade por parte dos usuários do sistema, mostrando-se uma plataforma intuitiva e de boa aceitação.

Com relação à sustentabilidade, o sistema SAPO mostrou-se: capaz de reduzir drasticamente a quantidade de papel e material utilizado, reduzir o deslocamento de pessoal para a realização da pesquisa, ser um meio de comunicação e conscientização à medida que nos prepara a enfrentar problemas ambientais tais como o uso moderado da água e energia elétrica, reciclagem do lixo, uso de transporte coletivo etc.

Por se tratar de uma ferramenta livre, on-line e totalmente portátil para qualquer tipo de pesquisa a ser realizada, seu uso é recomendado para outros fins.

6. REFERÊNCIAS

- ANDERSON, E. W.; FORNELL, C.; LEHMANN, D.R.** Perceived quality, customer satisfaction, market share, and profitability. Working Paper, NQRC (National Quality Research Center): The University of Michigan, 1992.
- 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.; BRAGA, G.** Metodologia Científica Contemporânea: para universitários e pesquisadores. Rio de Janeiro: Brasport, 2004.
- 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. Rio de Janeiro, 2009, Dissertação de Mestrado, Universidade Estácio de Sá.
- CÂMARA, F.** SDLC – Software Development Life Cycle, 2008. Disponível em: www.linhadecodigo.com.br/artigo/1708/sdlc---software-development-life-cycle.aspx. Acesso em 23 janeiro 2011.
- 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.
- DEMO, P.** Educar pela Pesquisa. 2 ed. Campinas: Editores Associados, 1997.
- 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.
- FORNELL, C.** A presentation at the World Quality Day. National and corporate customer satisfaction indexes. Amsterdam: World Trade Center, Nov. 1991.
- FREITAS, H.; JANISSED-MUNIZ, R.; ANDRIOTTI, F. K.; FREITAS, P.; COSTA, R. S.** Pesquisa via internet: características, processo e interface. Revista Eletrônica GIANTI, Porto Alegre, 2004, 11p.
- GOLDSCHMIDT, R.R.; PASSOS, E.** Data Mining: Um Guia Prático. Rio de Janeiro: Campus, 2005.
- GRÖNROOS, C.** Service management and marketing: managing the moment of truth in service competition. Lexington: Free Press, Lexington Books, 1990.
- IZARD, I.R.S.** Indicação das Ações Empresariais a partir da Percepção do Consumidor: Uso da Lógica Fuzzy. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial, MADE, Universidade Estácio de Sá, RJ, 2007.
- KLIR, G. J., YUAN, B.,** 1995a, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications, Prentice Hall, New Jersey, 1995.
- KOTLER, P.** Administração de marketing. 10.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.
- KUNCHEVA, L. I., KRISHNAPURAM, R.** A fuzzy consensus aggregation operator, Fuzzy Sets and Systems 79 (1996) 347-356.
- MALHOTRA, N. K.** Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- MILAN, G. S.; TREZ, G.** Pesquisa de satisfação: Um modelo para planos de saúde. RAE-eletrônica, v. 4, n. 2, Art. 17, jul./dez. 2005
- MORÉ, J. D.** Aplicação da lógica Fuzzy na avaliação da confiabilidade humana nos ensaios não destrutivos por ultra-som. Tese de Doutorado Engenharia Metalúrgica e dos Materiais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2004.
- OLIVER, R. L.** Satisfaction: a behavioral perspective on the consumer. New York: Irwin/McGrawHill, 1997.
- 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.
- QUEIROGA, F. F. et al.** SmartQuest: Uma ferramenta para tomada de decisão em ambiente *fuzzy*. In: VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. SEGGeT 2010. Rezende. Rio de Janeiro. 2010.
- RICHARDSON, R.** Pesquisa social: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1989.



IX SEGeT 2012

**SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM
GESTÃO E TECNOLOGIA**

Tema: Gestão, Inovação e Tecnologia para a Sustentabilidade

SIMÕES, M.G. e SHAW, I.S. Controle e Modelagem Fuzzy. 2. ed. Revisada e Completa. São Paulo: Blucher: FAPESP, 2008.

SCHMITZ, E. A. ; ALENCAR, A. J. S. M. ; VILLAR, C. B. Análise de risco em tecnologia da informação. Rio de Janeiro: Expert Books, 2006.

SOMMERVILLE, I. Engenharia de Software. 9 ed. São Paulo: Pearson, 2011.

TURBAN, E.; McLEAN, E.; WETHERBE, J. Tecnologia da Informação para Gestão: Transformando os Negócios na Economia Digital. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. Information and Control. (Vol. 8. pp. 338-353), 1965.

ZADEH, L. A., 1973b, The concept of a linguistic variable, ERL-M Memo, Berkeley, October, in (JOYCE, 1994).