

Sistema de Avaliação Formativa Com *Feedback* Qualitativo ao Aluno

Uliana da Conceição Souza Morales dos Santos

Curso Superior em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Instituto Federal de São Paulo – Campus Hortolândia (IFSP)

santos.uliana@yahoo.com.br

***Abstract.** This work presents the creation of a tool to computerize the evaluation process in the formative context supporting the teacher in relation to the concepts he taught. For this purpose is not considered classical logic by an average concludes whether or not approval, but the fuzzy logic that consists of decisions that measure the degree of performance and learning in the evaluation process. Using the tool, teachers will prepare questions for their students, which at the end of the evaluation activity will start to fuzzy steps. At the end of the process reports will be sent to the teacher and feedback sent to the e-mails from students.*

***Resumo.** Este trabalho apresenta a criação de uma ferramenta capaz de informatizar o processo avaliativo no contexto formativo dando suporte ao professor em relação aos conceitos por ele ensinados. Para este propósito não é considerada a lógica clássica que por meio de uma média conclui se houve ou não a aprovação, e sim a lógica fuzzy que consiste em decisões que medem o grau de desempenho e aprendizagem no processo avaliativo. Utilizando a ferramenta, os professores irão elaborar questões para seus alunos, que ao finalizar a atividade avaliativa dará início às etapas fuzzy. Ao final do processo serão emitidos relatórios ao professor e feedback encaminhados aos e-mails dos alunos.*

1. Introdução

Um fator extremamente importante no processo de aprendizagem é a avaliação, pois ela apresenta aos professores se as expectativas em relação ao conteúdo abordado estão sendo satisfatórias. Contudo, diante dos resultados há questionamentos sobre os conceitos que foram avaliados e se a aprendizagem foi satisfatória, além disso, é comum a ausência do *feedback* entre professor e aluno.

A partir desta problemática este projeto é voltado à área educacional, tendo como foco a criação de uma ferramenta para avaliação de aprendizagem e a geração de resultados qualitativos através da correção do instrumento. Considera-se para este trabalho a avaliação formativa que segundo Perrenoud (1999, *apud* GARRIDO, S., 2010) “é aquela que corresponde a uma prática de avaliação que contribua para melhorar as aprendizagens”, se enquadrando como um instrumento que pode ser usado constantemente para observar o desenvolvimento do aluno, juntamente com a aplicação da lógica *fuzzy*.

A lógica *fuzzy* tem como propósito se aproximar da modelagem do raciocínio humano, a fim de desenvolver sistemas computacionais para o processo de tomada de decisão em ambientes incertos (ZADEH, 1965). É uma técnica de Inteligência Artificial sendo esta definida por Winston como (1992, *apud* RUSSELL; NORVIG, 2013) “o estudo das computações que tornam possível [ao computador] perceber, raciocinar e agir”.

Com os resultados gerados na correção da avaliação, os escopos numéricos resultam em valores qualitativos quanto ao processo avaliativo. Nesta interação, o aluno recebe este resultado, como também os conceitos nos quais não houve um resultado satisfatório no processo de aprendizagem.

O sistema foi desenvolvido para plataforma *web*, pois, de acordo com Miletto e Bertagnolli (2014), “[...] quando um *software* é desenvolvido para a plataforma *Web*, vários aspectos são incorporados de modo que ele possa ser acessado de forma remota e segura por meio de um navegador [...]”, possibilitando ao professor elaborar questões, a partir de um conjunto de conceitos ensinados e dirigi-las aos seus alunos que poderão resolvê-las dentro ou fora do espaço de ensino.

Além da introdução, este trabalho possui cinco seções, sendo: fundamentação teórica que visa proporcionar ao leitor conhecimento sobre desenvolvimento *web*, lógica *fuzzy* e avaliações; seguida da metodologia utilizada para elaboração deste trabalho; a forma de como foi realizado o desenvolvimento; conclusão e futura proposta para continuidade deste trabalho, finalizando com as referências utilizadas em seu desenvolvimento.

2. Fundamentação Teórica

Para melhor entendimento dos elementos abordados neste trabalho, são apresentados nas subseções seguintes fundamentação do desenvolvimento *web* e tecnologias a serem usadas no processo de implementação, lógica *fuzzy* e por fim, tipos de avaliações existentes.

2.1. Desenvolvimento *Web*

“Originalmente, a *Web* foi criada por Tim Berners-Lee como um projeto para o CERN [Organização Europeia para Investigação Nuclear], para compartilhar informações em grupos de pesquisa” (W3C, 2005 *apud* BIANCHINI, 2008), porém, com o passar do tempo se tornou uma ferramenta de uso mundial, tanto para realização de trabalho quanto para lazer. Os autores citam as principais características deste tipo de *software* para plataforma *Web*: constituídas por páginas *web* (estáticas ou dinâmicas); apresentam um grande enfoque na parte visual; apresentam um alto desenvolvimento de conteúdo; deve ser adequada a atender um alto volume de usuários e seus diferentes perfis; envolve um conjunto variado de profissionais para sua criação; são executadas em ambientes mais imprevisíveis; normalmente são desenvolvidas em um curto período de tempo; exige mais requisitos de segurança.

Com o surgimento e evolução da internet, se tornou possível o desenvolvimento de sistemas *web*, que se diferenciam de sistemas *desktop* por serem implantados em servidores e acessados por um navegador, o que torna mais barato alterar e realizar atualizações (SOMMERVILLE, 2011).

Segundo PRESSMAN (2011), esses sistemas, também conhecidos como aplicações *web*, podem ser definidos como:

“Um pouco mais que um conjunto de arquivos de hipertextos interconectados, apresentando informações por meio de texto e informações gráficas limitadas. Entretanto, [...] elas têm evoluído e se transformando em sofisticados ambientes computacionais que não apenas fornecem recursos especializados, funções computacionais e conteúdo para o usuário final, como também integrada a banco de dados corporativos e aplicações comerciais”.

Devido aos vários benefícios que as utilizações de aplicações *web* apresentam e ainda vão apresentar, se tornou uma opção cada vez mais aderida pelas empresas para a criação de seus sistemas. Uma das linguagens de desenvolvimento de *softwares* para plataforma *web* é o PHP, na qual tem como principais características a eficiência, ser multiplataforma e ter suporte a um grande número de banco de dados além de possuir seu código fonte aberto. Juntamente com o PHP, usa-se o HTML e o CSS visando à exibição de informações com grande riqueza de elementos gráficos e de interação (SOARES, 2007).

Quanto ao HTML trata-se de todo conteúdo inserido em um documento para a *web* e tem como principal característica a possibilidade de interliga-los (SILVA, 2008). Também foram utilizados CSS, JavaScript e JQuery para auxiliar na formatação e em algumas funcionalidades do sistema.

Utilizando destas ferramentas para *web* e objetivando armazenamento de informações, apresenta-se o SGBD Mysql provido da ferramenta PHPMyAdmin, permitindo-se a criação de tabelas e manipulação dos dados na linguagem SQL. Através da programação *web* a empresa Google disponibiliza várias API's para diversas funcionalidades. Neste trabalho será utilizada a API *Google Chart Tools* para a criação de gráficos. A *Chart* API possui como grande vantagem sua simplicidade de implementação e possibilita a criação de diversos tipos de gráficos, como por exemplo, pizza e barras que são os utilizados neste trabalho.

Apresenta-se o código utilizado no sistema para geração do gráfico de pizza, sendo destacadas as variáveis principais para sua implementação.

```
echo"<img  
src='http://chart.apis.google.com/chart?cht=p&chd=t:$falta,$valor&chs=500x300&chl=$falta|$valor&chdl=Total  
de Alunos que não Realizaram a Prova|Total de Alunos que Realizaram a  
Prova&chco=c60000|1da3f8&chma=20,20,00,30|100,20'/>";
```

Para utilizar a *Chart* API junto com o PHP basta chamar sua URL através da TAG 'img' e alterar os parâmetros de customização do gráfico de acordo com a necessidade. Os parâmetros que podem ser alterados são: CHT, o qual permite definir o tipo de gráfico que se deseja utilizar, a sintaxe de cada tipo de gráfico já vem previamente definida, sendo no caso do código mostrado acima utilizado o comando "p" que determina que o tipo do gráfico é pizza. CHD são os dados que serão apresentados, ou seja, as variáveis '\$falta' e '\$valor' são obtidas dos cálculos efetuados no sistema e terão seus valores enviados para serem inseridos no gráfico, o "t" define que o tipo de envio é no formato de texto. CHS determina o tamanho do gráfico ao ser apresentado na tela. CHL permite apresentar de forma visível ao usuário o valor de cada parte do gráfico. CHDL inclui as legendas na imagem. CHCO são inseridos o código das cores

utilizadas no gráfico, sendo que o “|” é utilizado para separar o valor de cada parte, ou seja, no código do sistema apresentado, o gráfico é dividido em dois valores que serão diferenciados por duas cores. E por fim, CHMA que define as margens do gráfico, os valores são passados em pixels sendo separados por vírgulas e seguem necessariamente a ordem: esquerda, direita, superior, inferior | largura da legenda e altura da legenda.

2.2. Lógica Fuzzy

A lógica *fuzzy* se tornou conhecida em 1965 quando o professor Lofti Zadeh publicou o artigo *Fuzzy Sets* no *Journal Information and Control*, porém por volta de 1920 o filósofo e lógico polonês Jan Luasiewicz apresentou noções da lógica que permitia um conjunto de valores imprecisos.

Na lógica clássica ou *crisp*, as respostas são sempre extremas como: verdadeiro ou falso / pertence ou não pertence; já na lógica *fuzzy* a proximidade com o mundo real permite que seja inserido um meio termo, ela utiliza graus de aproximação da solução exata para assim inferir algo que seja necessário, como podem ser observados graficamente através da figura 1.

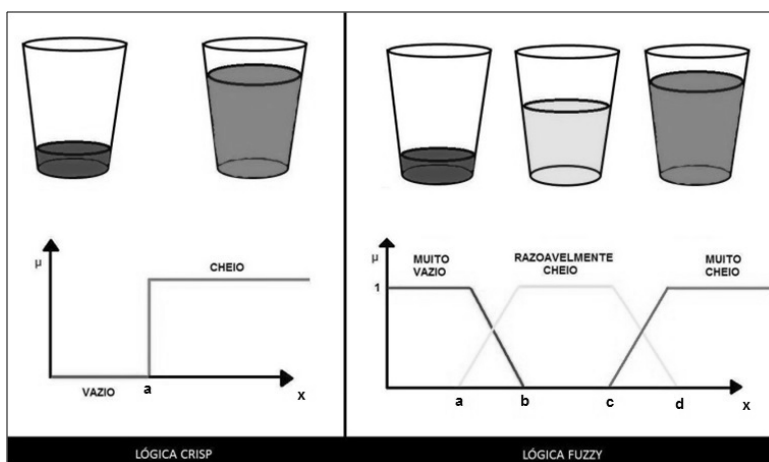


Figura 1. Lógica Crisp x Lógica Fuzzy (Desenvolvida pela Autora)

Observando a figura da esquerda, que representa a lógica *crisp*, considera-se um conjunto universo “X” estando “A” contido neste universo. A característica desse modelo se dá pela função: $\mu_A : X \rightarrow \{0,1\}$, apresentando a ideia de que qualquer elemento pertencente ao conjunto “A” recebe o valor 1 e qualquer elemento que não pertence ao conjunto “A” recebe o valor 0. Aplicando a função ao exemplo, pode-se dizer que se “A” receber o valor 1 o copo é considerado cheio, caso contrário está vazio.

Já na figura da direita, que representa a lógica *fuzzy*, a função: $\mu_A : X \rightarrow [0,1]$ indica os valores iniciados aos elementos do conjunto universo “X” o quanto pertencem ao intervalo de 0 a 1, apresentando o grau de pertinência dos elementos em relação ao conjunto. Quanto mais perto “X” estiver de 0, o resultado é falso ou o quanto mais perto de 1 torna-se mais verdadeiro a pertinência ao conjunto. Aplicando-se ao exemplo, “A” representa o valor inicial do conjunto “Razoavelmente Cheio” e “B” representa o valor final do conjunto “Muito Vazio” quanto mais próximo o elemento estiver de cada valor, mais definido ele será no seu conjunto.

A lógica *fuzzy* trabalha com um sistema de três operações, sendo elas: fuzzificação, inferência e defuzzificação (SHAW; SIMÕES, 2007). Estes elementos são representados através da figura 2.

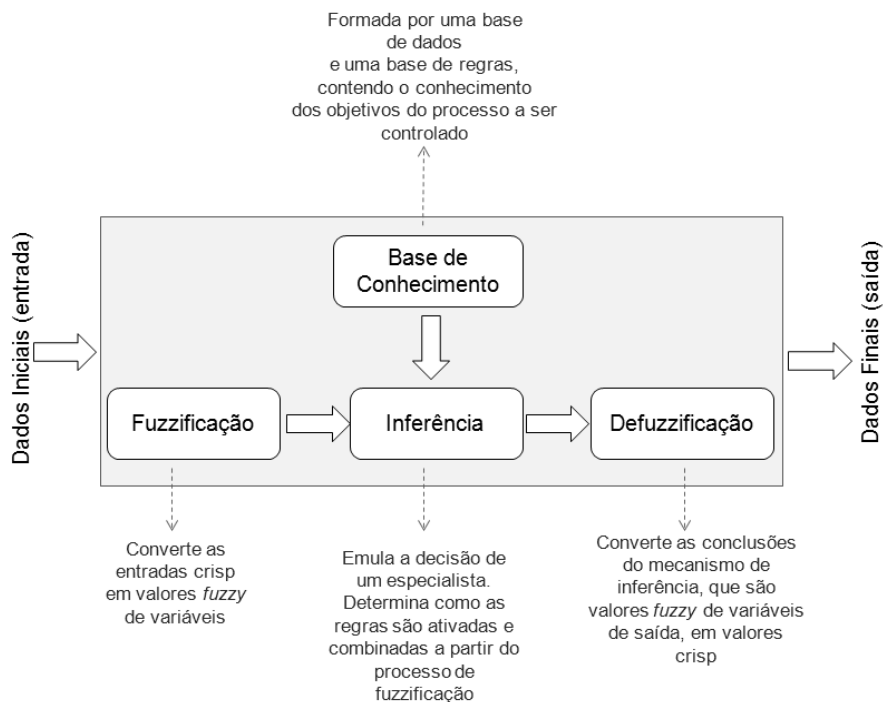


Figura 2. Etapas do sistema *fuzzy* (adaptada de SHAW; SIMÕES, 2007)

Neste trabalho será implementado apenas a fuzzificação, porém são descritas todas as etapas do processo da lógica *fuzzy*:

a) Fuzzificação: são analisados os dados iniciais transformando-os em variáveis linguísticas para poder se atribuir as funções de pertinência. As variáveis linguísticas são entidades criadas para representar os problemas de modo impreciso, exemplo: O copo está muito vazio, sendo “muito vazio” um conjunto *fuzzy* definido para o copo. É possível se usar modificadores para intensificar os valores *fuzzy*, sendo eles aumentadores (aumentam a área de pertinência) ou diminuidores (diminuem a área de pertinência). As funções de pertinência são valores matemáticos atribuídos para as variáveis linguísticas. Há vários tipos de funções de pertinência diferenciando-se por suas características quanto ao formato, obtenção e normalização, além da sua aplicação quanto as variáveis e valores que estão sendo trabalhados. Elas podem adquirir diversas formas: triangular, trapezoidal, gaussiana, senoidal, entre outras. Não existem regras definitivas para a escolha das funções de pertinência, é necessário o conhecimento de um especialista no assunto ou informações extraídas de um banco de dados. Neste trabalho será aplicada a forma trapezoidal devido o intervalo de valores estarem mais associados ao contexto escolar quanto à geração da situação final do aluno, porém diante do especialista do assunto, poderia ser utilizada outra forma de pertinência. O especialista do assunto, no caso o professor, define os conjuntos através das variáveis linguísticas e os respectivos intervalos entre estas variáveis, considerando as notas

válidas de 0 a 10. Através das variáveis de entrada e da execução da fórmula matemática referente à função de pertinência, identifica-se através do resultado:

- 1) O grau 1 significa que o valor é uma representação completa do conjunto;
- 2) O grau 0 indica que o valor não pertence ao conjunto;
- 3) Os valores intermediários indicam o grau que pertencem ao conjunto. Desta forma, o estado da variável de entrada perde gradualmente valor em um estado enquanto ganha valor no próximo estado.

A função trapezoidal se dá pela equação:

$$A(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x < a \\ \frac{x-a}{m-a}, & \text{se } x \in [a,m] \\ 1, & \text{se } x \in [m,n] \\ \frac{b-x}{b-n}, & \text{se } x \in [n,b] \\ 0, & \text{se } x > b \end{cases}$$

b) Inferência: significa concluir a partir de evidências, deduzir ou ter uma consequência lógica. Os dados já foram transformados em variáveis linguísticas e agora são criadas regras condicionais ou não condicionas para associa-las. Esta fase trabalha com agregação, sendo que esta define a validade de uma regra, e composição que define o resultado obtido. Aplicando-se o processo de inferência obtém a base de regras. Há vários métodos de inferência, mas o que geralmente é mais utilizado é o método Mamdani baseado em proposições linguísticas Se (premissa) – Então (conclusão). Caso o sistema tenha mais de uma regra para gerar a conclusão, associam-se as premissas através de conjuntivos (E – operador min) ou disjuntivos (OU – operador max), dependendo da proposta do especialista (ROSS, 1995, apud, BARBOSA, 2005). Para conclusão da regra se atribui um valor para cada variável de saída. O conjunto nebuloso de saída se dará pela agrupação dos conjuntos, ou seja, aplicando-se o operador max.

c) Defuzzificação: através de técnicas os valores *fuzzy* são convertidos em números reais. Há várias técnicas para o processo de defuzzificação, tais como a média ponderada dos máximos, média dos máximos e critério máximo. A técnica mais conhecida é o chamado centroide onde a saída precisa a ser considerada é o centro de gravidade do conjunto *fuzzy*. Neste trabalho não houve a aplicação da defuzzificação, já que a proposta era gerar, a partir de um valor numérico, um resultado qualitativo através das variáveis linguísticas.

2.3. Avaliações

Apesar do termo ‘avaliação’ ser apresentado em vários contextos, no meio acadêmico se tornou de vital importância para a análise do crescimento na aprendizagem dos alunos. Quanto às metodologias a serem utilizadas neste processo, conforme apresenta Hoffman (2010), não devem ser restritas a um método, porém diversificadas no decorrer do processo de ensino e aprendizagem.

A avaliação deve ser um instrumento que identifique e analise a evolução, o rendimento e as modificações do aluno no decorrer do conteúdo que está sendo trabalhado.

Quanto ao processo avaliativo, em geral, os autores apresentam três tipos de avaliações, sendo a avaliação diagnóstica, a avaliação somativa e a avaliação formativa. Para conceituar cada tipo de avaliação serão citados os autores Russell e Airasian (2014):

a) Avaliação Diagnóstica: busca a presença ou ausência de habilidades e pré-requisitos, bem como a identificação das causas de repetidas dificuldades na aprendizagem. A avaliação ocorre no início do processo de aprendizagem, sendo possível verificar o quanto o aluno aprendeu e como irá lidar com as novas propostas de ensino, levando assim o professor a adaptar seu plano didático de acordo com as informações obtidas dos alunos, corrigindo assim dificuldades e alcançando os objetivos que são desejados. “Dar ao professor uma rápida ideia e conhecimento prático das características dos seus alunos”.

b) Avaliação Somativa: tem como função definir se o aluno está aprovado ou não, determinando um grau de aprendizagem através de medidas que devem ser alcançadas. “São usadas para avaliar os resultados da instrução e assumem o formato de trabalhos, projetos, redações e provas finais. [...] atribuir nota e nível; promover o aluno”.

c) Avaliação Formativa: ela não ocorre apenas no final, mas durante todo o processo de aprendizagem, permitindo que o professor e o aluno obtenham conhecimento no período de desenvolvimento das atividades. Utilizando a avaliação formativa o professor consegue identificar se seus métodos de ensino estão conseguindo transmitir todo o conhecimento desejado, caso não, os mesmos podem reformular seus métodos para que possam atingir os objetivos esperados; aos alunos é possível que consigam identificar suas dificuldades corrigindo assim seus erros. “São usadas para alterar ou aprimorar as instruções enquanto ainda estão em andamento. [...] Avaliações formativas dão aos professores informações específicas sobre o nível atual dos alunos, e frequentemente permitem que os alunos forneçam *feedback* para ajudar a refinar seu raciocínio ou as suas habilidades.”

Segundo Hoffman (2010), rever a concepção de avaliação e os aspectos a ela subjacentes é rever certamente as concepções de ensino e aprendizagem, de educação e de escola, apoiadas em princípios e valores comprometidos com a instituição e com a formação do aluno cidadão.

Após processos avaliativos é muito importante passar *feedback* aos alunos, contudo há muitas formas de dar este retorno. Conforme apresentam os autores Russell e Airasian (2014), *feedbacks* mais formais costumam ter a forma de notas, escores e comentários escritos que o professor dá em resposta a trabalhos dos alunos. Quanto à atribuição de notas “é um processo em que se julga a qualidade do desempenho de um aluno comparando-o a algum padrão de bom desempenho”.

3. Metodologia

O método aplicado para desenvolvimento deste trabalho deu-se a partir de um estudo de caso, sendo ele a ideia do *feedback* ao aluno, e de uma pesquisa bibliográfica, com base exploratória.

A fim de atingir o objetivo proposto e para haver embasamento teórico e científico, foi fundamental a leitura e a referência de autores que abordam os conceitos sobre avaliação de aprendizagem e aplicação da lógica *fuzzy*.

A partir o levantamento bibliográfico, a metodologia de desenvolvimento seguiu um ciclo de vida clássico:

- a) Análise e documentação dos requisitos funcionais do sistema;
- b) Modelagem do banco de dados para definição da estrutura das tabelas;
- c) Implementação.

4. Desenvolvimento

Após o levantamento das funcionalidades do sistema definiu-se os requisitos funcionais, estando estes representados na figura 3 através dos atores ‘professor’ e ‘aluno’ e os principais cenários do sistema.

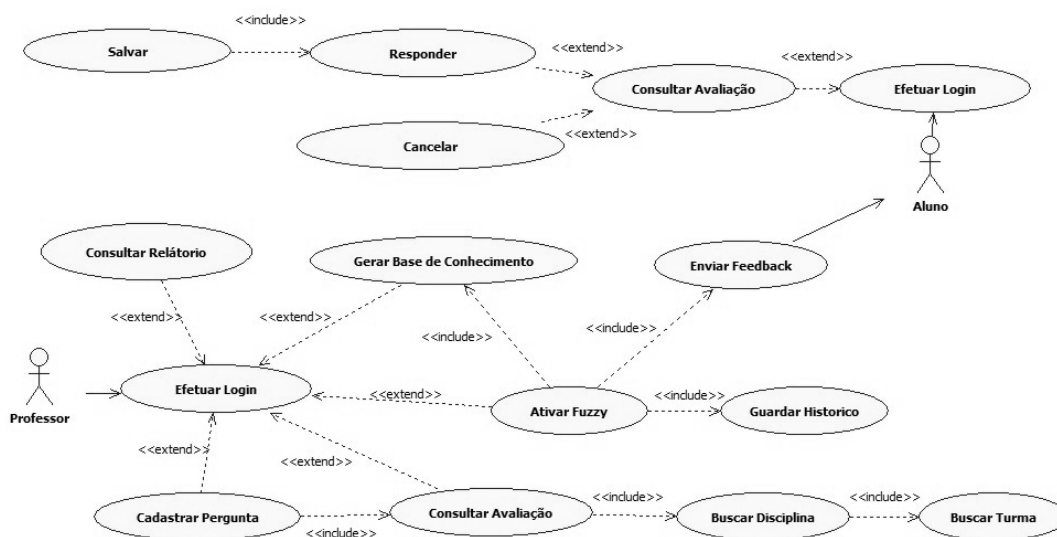


Figura 3. Diagrama de Caso de Uso (Desenvolvida pela Autora)

Concluindo-se a parte de modelagem, deu-se início ao desenvolvimento da aplicação, sendo apresentadas as principais funcionalidades implementadas. A partir do login cada perfil é encaminhado para um menu com opções específicas. Estes acessos são atribuições do perfil administrador, na qual não serão abordados neste artigo, já que este tipo de usuário objetiva o processo de cadastros, tais como usuários e disciplinas.

Acessando o sistema com o perfil professor, será encaminhado para sua tela inicial que contém um menu com as opções de cadastro e consulta das provas. Enfatiza-se que o campo ‘conceitos’ será fundamental para gerar o *feedback* ao aluno (figura 4), principalmente se o resultado final for insatisfatório no processo avaliativo. O professor poderá inserir até quatro conceitos que serão abordados em determinada prova. Considera-se que o modelo da prova será no formato *quiz*, na qual facilita para esta

proposta à correção da mesma que é realizada pelo sistema de computador. No cadastro da prova, além das questões e conceitos abordados, o professor também definirá a resposta correta a partir das alternativas inseridas. Este campo será fundamental para que o sistema possa comparar com a resposta do aluno e gerar o resultado de acertos e erros. O campo “pontuação” também é muito importante, pois, nele será definido o valor de cada pergunta cadastrada na prova, o que possibilitará gerar uma média para o aluno.

CADASTRAR PROVA

Figura 4. Cadastro de provas através do perfil professor (Desenvolvida pela Autora)

Além da prova, o professor definirá as variáveis linguísticas que serão importantes para gerar o valor qualitativo a partir da nota. Neste trabalho há possibilidade de se criar até quatro variáveis linguísticas e seus respectivos intervalos de valores. Desta etapa executa-se o processo de fuzzificação, com a função de pertinência trapezoidal.

Para que as variáveis linguísticas sejam preenchidas corretamente, o sistema realiza uma validação dos valores inseridos pelo professor no momento do cadastro. A listagem do código apresenta este processo de validação.

```
// VALIDANDO VARIÁVEL INSATISFATORIO
if ($va11 > $va41 || $va11 > $va21) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
alert ("O PRIMEIRO INTERVALO NÃO PODE SER MAIOR QUE O SEGUNDO E O QUARTO INTERVALO
NA VARIÁVEL INSATISFATORIO!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
else if ($va21 > $va31 || $va21 > $va41) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
alert ("O SEGUNDO INTERVALO DEVE FICAR ENTRE OS VALORES DO PRIMEIRO E TERCEIRO
INTERVALO NA VARIÁVEL INSATISFATORIO!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
else if ($va31 > $va41) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
```

```
alert ("O TERCEIRO INTERVALO DEVE FICAR ENTRE OS VALORES DO SEGUNDO E QUARTO
INTERVALO NA VARIÁVEL INSATISFATORIO!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
else if ($va41 < $va12) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
alert ("O QUARTO INTERVALO DA VARIÁVEL INSATISFATORIO DEVE SER MAIOR QUE O PRIMEIRO
INTERVALO DA VARIÁVEL REGULAR!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
// VALIDANDO VARIÁVEL REGULAR
else if ($va12 > $va42 || $va12 > $va22) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
alert ("O PRIMEIRO INTERVALO NÃO PODE SER MAIOR QUE O SEGUNDO E O QUARTO INTERVALO
NA VARIÁVEL REGULAR!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
else if ($va22 > $va32 || $va22 > $va42) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
alert ("O SEGUNDO INTERVALO DEVE FICAR ENTRE OS VALORES DO PRIMEIRO E TERCEIRO
INTERVALO NA VARIÁVEL REGULAR!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
else if ($va32 > $va42) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
alert ("O TERCEIRO INTERVALO DEVE FICAR ENTRE OS VALORES DO SEGUNDO E QUARTO
INTERVALO NA VARIÁVEL REGULAR!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
else if ($va42 < $va13) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
alert ("O QUARTO INTERVALO DA VARIÁVEL REGULAR DEVE SER MAIOR QUE O PRIMEIRO
INTERVALO DA VARIÁVEL SATISFATORIO!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
// VALIDANDO VARIÁVEL SATISFATORIO
else if ($va13 > $va43 || $va13 > $va23) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
alert ("O PRIMEIRO INTERVALO NÃO PODE SER MAIOR QUE O SEGUNDO E O QUARTO INTERVALO
NA VARIÁVEL SATISFATORIO!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
else if ($va23 > $va33 || $va23 > $va43) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
alert ("O SEGUNDO INTERVALO DEVE FICAR ENTRE OS VALORES DO PRIMEIRO E TERCEIRO
INTERVALO NA VARIÁVEL SATISFATORIO!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
else if ($va33 > $va43) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
alert ("O TERCEIRO INTERVALO DEVE FICAR ENTRE OS VALORES DO SEGUNDO E QUARTO
INTERVALO NA VARIÁVEL SATISFATORIO!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
}
```

```

else if ($va43 < $va14) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
alert ("O QUARTO INTERVALO DA VARIÁVEL REGULAR DEVE SER MAIOR QUE O PRIMEIRO
INTERVALO DA VARIÁVEL MUITO SATISFATORIA!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
// VALIDANDO VARIÁVEL MUITO SATISFATORIA
else if ($va14 > $va44 || $va14 > $va24) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
alert ("O PRIMEIRO INTERVALO NÃO PODE SER MAIOR QUE O SEGUNDO E O QUARTO INTERVALO
NA VARIÁVEL MUITO SATISFATORIA!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
else if ($va24 > $va34 || $va24 > $va44) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
alert ("O SEGUNDO INTERVALO DEVE FICAR ENTRE OS VALORES DO PRIMEIRO E TERCEIRO
INTERVALO NA VARIÁVEL MUITO SATISFATORIA!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
else if ($va34 > $va44) { ?>
<script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
alert ("O TERCEIRO INTERVALO DEVE FICAR ENTRE OS VALORES DO SEGUNDO E QUARTO
INTERVALO NA VARIÁVEL MUITO SATISFATORIA!");
window.location.href = './base.php';
</script> <?php
}
}

```

A figura 5 apresenta a tela em que o professor cadastrará os valores às respectivas variáveis linguísticas.

VARIAVEIS LINGUISTICAS

CLIQUE AQUI: Para Auxilio no Preenchimento das Variaveis

*Provas:

Seleciona

INSATISFATORIO:	REGULAR:	SATISFATORIO:	MUITO SATISFATORIA:
*Primeiro Intervalo: <input type="text"/>	*Primeiro Intervalo: <input type="text"/>	*Primeiro Intervalo: <input type="text"/>	*Primeiro Intervalo: <input type="text"/>
*Segundo Intervalo: <input type="text"/>	*Segundo Intervalo: <input type="text"/>	*Segundo Intervalo: <input type="text"/>	*Segundo Intervalo: <input type="text"/>
*Terceiro Intervalo: <input type="text"/>	*Terceiro Intervalo: <input type="text"/>	*Terceiro Intervalo: <input type="text"/>	*Terceiro Intervalo: <input type="text"/>
*Quarto Intervalo: <input type="text"/>	*Quarto Intervalo: <input type="text"/>	*Quarto Intervalo: <input type="text"/>	*Quarto Intervalo: <input type="text"/>

CADASTRAR

LIMPAR

ATENÇÃO!!!

Para o devido funcionamento do sistema, é de extrema importância o cadastro das variáveis linguísticas para a prova que foi gerada. As variáveis linguísticas são o principal controlador do processo que será iniciado para geração das notas dos alunos.

Figura 5. Definição dos valores às variáveis linguísticas (Desenvolvida pela Autora)

A partir da base de dados, a figura 6 apresenta as variáveis cadastradas pelo professor através do sistema. Como esta proposta está sendo trabalhada com a função de pertinência trapezoidal, observa-se que para cada variável linguística há quatro valores.

codigo	variavel1	val11	val21	val31	val41	variavel2	val12	val22	val32	val42	variavel3	val13	val23	val33	val43	variavel4	val14	val24	val34	val44	cod_prova
12	Insatisfatorio	0	2	4	6	Regular	4	6	6.5	7	Satisfatorio	7	7.5	8	9	Muito Satisfatoria	8.5	9	9	10	7
14	Insatisfatorio	0	1	1.5	2	Regular	3	3.5	4	5	Satisfatorio	6	7	7.5	8	Muito Satisfatona	8.5	9	9.5	10	11

Figura 6. Variável linguística na base de dados (Desenvolvida pela Autora)

Representando o perfil aluno, após o cadastro da prova a mesma será liberada para desenvolvimento. A figura 7 apresenta um modelo de prova gerada pelo professor, na qual o aluno após o desenvolvimento deverá salvá-la e, conseqüentemente, esta será bloqueada para uma possível alteração das questões.

Código da Prova:

Qual das alternativas é um tipo de topologia?

1. cosmos
2. estrela
3. lunar
4. via lactea

Preencha a Resposta Correta:

1 2 3 4

Qual é a definição da topologia Árvore?

1. Os computadores são ligados a uma barra que é compartilhada a todos os processadores.
2. Utiliza ligações ponto a ponto que operam em um único sentido de transmissão.
3. Uma série de barras utilizadas, equivalente a várias redes estrelas interligadas.
4. É utilizada em grandes redes por ser uma mistura de topologias que possuem ligações de ponto a ponto.

Preencha a Resposta Correta:

1 2 3 4

Qual é a topologia mais usada?

1. Barramento
2. Anel
3. Estrela
4. Arvore

Preencha a Resposta Correta:

1 2 3 4

O que são roteadores?

1. é um equipamento usado para fazer a comutação de protocolos, a comunicação entre diferentes redes.
2. é um dispositivo utilizado em redes de computadores para reencaminhar módulos entre os diversos nos.
3. é um equipamento utilizado para interligação de redes idênticas.
4. é um dispositivo que tem a função de interligar os computadores de uma rede local.

Preencha a Resposta Correta:

1 2 3 4

Figura 7. Prova gerada pelo professor e apresentada através do perfil aluno (Desenvolvida pela Autora)

Após o desenvolvimento da prova pelo aluno, o professor através do acesso do seu perfil no sistema, terá a opção em verificar a quantidade de alunos que fizeram/não fizeram a prova de determinada disciplina. Esta informação é disponibilizada em formato gráfico, na qual o professor tem acesso também ao total de erros e acertos da turma. Parte da implementação para geração dos gráficos está sendo apresentada, na qual as linhas destacadas representa o uso da API para geração dos gráficos.

```
[...] $codigo = $_GET['cod'];
$Turma = mysql_query("select nome from turma where disciplina='".$val.'");
$dados = mysql_fetch_row($Turma);
$total = mysql_query("select count(login) from usuario where perfil='3' and turma='".$dados[0].'");
$resul = mysql_fetch_row($total);
```

```

$realiza = mysql_query("select count(login) from resposta where cod_prova='".$codigo.'" group by login");
$valor = mysql_num_rows($realiza); $falta = $resul[0] - $valor;
$num = mysql_query("select correcao from resposta where cod_prova='".$codigo.'"");
$acerto = 0; $erro = 0;
while($dados = mysql_fetch_row($num)){
    if ($dados[0] == 1) { $acerto = $acerto + 1;
    else $erro = $erro + 1;
}
}
echo "<img src = 'http://chart.apis.google.com/chart?cht=p&chd=t:$falta,$valor&chs=500x300&chl=$falta|$valor&chdl=Total de Alunos que não Realizaram a Prova|Total de Alunos que Realizaram a Prova&chco=04B404|DF01D7&chma=20,20,00,30|100,20' />";
echo "<p align='left'><b> APRESENTAÇÃO DO ANDAMENTO DA TURMA EM RELAÇÃO A REALIZAÇÃO DA PROVA </b></p>";
echo "<p align='right'><b> APRESENTAÇÃO DA QUANTIDADE TOTAL DE ACERTOS E ERROS DA TURMA NA PROVA </b></p>";
echo "<img
src='http://chart.apis.google.com/chart?cht=bvs&chxt=x,y&chd=t:$acerto,$erro&chco=76A4FB|fa432a&chs=500x300&chl=0:$acerto|$erro&chxr=1,0,20&chds=0,20&chdl=Total de Perguntas Acertadas na Prova|Total de Perguntas Erradas na Prova' />"; [...]

```

Após o desenvolvimento da atividade avaliativa pelo aluno, o professor deverá solicitar a correção da prova, na qual o sistema fará a associação da resposta armazenada pelo professor com a resposta do aluno. Há um campo na base de dados em que através dos valores 0 e 1, determina se a prova foi (1) / não foi corrigida (0). Enfatiza-se que esta opção resultará na variável de entrada. A próxima listagem equivale à fórmula que gerará a nota da prova assim que houver a solicitação do professor.

```

[...] $media = 0;
    $resul = mysql_query("select correcao, cod_perg from resposta where cod_prova='".$codigo.'" and login='".$usuario.'"");
    while($resp = mysql_fetch_row($resul)) {
        if ($resp[0] == 1) {
            $dado = mysql_query("select ponto from pergunta where cod_prova='".$codigo.'" and cod_pergunta='".$resp[1].'"");
            $ponto = mysql_fetch_row($dado);
            $media = $media + $ponto[0];
        }
    }
    $insere = mysql_query("INSERT INTO resultaluno (login, cod_prova, media) VALUES ('$usuario', '$codigo', '$media')");
    if ($insere) { ?>
        <script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
            alert ("MEDIA GERADA COM SUCESSO!");
            window.location.href = 'conProva.php';
        </script> <?php
    }
    else { ?>
        <script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
            alert ("FALHA AO GERAR MEDIA!");
        </script> <?php
    } ?> [...]

```

Para que haja o processo de fuzzificação, após a geração da média, o professor poderá solicitar pelo sistema o *feedback* do aluno. Este processo consiste em duas etapas simultâneas sendo a fuzzificação e o resultado final que poderá enviar um e-mail ao aluno apresentando quais foram os conceitos que, de acordo com a avaliação, houve um resultado regular ou insatisfatório. A próxima listagem descreve a implementação da função de pertinência trapezoidal que, de acordo com a nota gerada, o quanto esta equivale a cada conjunto associado às variáveis linguísticas.

```

[...] $codigo = $_GET['cod'];
$usuario = $_GET['login'];
$resul = mysql_query("select media from resultaluno where login='".$usuario.'" and cod_prova='".$codigo.'");
$media = mysql_fetch_array($resul);
$dados = mysql_query("SELECT * FROM base WHERE cod_prova='".$codigo.'");
$val = mysql_fetch_row($dados);
if(($media[0] >= $val[17]) and ($media <= $val[20])){
    $a = $val[17]; $b = $val[18]; $c = $val[19]; $d = $val[20];
    $mediana = ($a + $d) / 2;
    if ($media[0] <= $a) $notaIN = 0;
    else if (($media[0] >= $a) and ($media[0] <= $b)) $notaIN = ($media[0] - $a) / ($mediana - $a);
    else if (($media[0] >= $b) and ($media[0] <= $c)) $notaIN = 1;
    else if (($media[0] >= $c) and ($media[0] <= $d)) $notaIN = ($b - $media[0]) / ($b - $mediana);
    else $notaIN = 0;
}
if(($media[0] >= $val[12]) and ($media[0] <= $val[15])){
    $a = $val[12]; $b = $val[13]; $c = $val[14]; $d = $val[15];
    $mediana = ($a + $d) / 2;
    if ($media[0] <= $a) $notaRE = 0;
    else if (($media[0] >= $a) and ($media[0] <= $b)) $notaRE = ($media[0] - $a) / ($mediana - $a);
    else if (($media[0] >= $b) and ($media[0] <= $c)) $notaRE = 1;
    else if (($media[0] >= $c) and ($media[0] <= $d)) $notaRE = ($b - $media[0]) / ($b - $mediana);
    else $notaRE = 0;
}
if(($media[0] >= $val[07]) and ($media[0] <= $val[10])){
    $a = $val[07]; $b = $val[08]; $c = $val[09]; $d = $val[10];
    $mediana = ($a + $d) / 2;
    if ($media[0] <= $a) $notaSA = 0;
    else if (($media[0] >= $a) and ($media[0] <= $b)) $notaSA = ($media[0] - $a) / ($mediana - $a);
    else if (($media[0] >= $b) and ($media[0] <= $c)) $notaSA = 1;
    else if (($media[0] >= $c) and ($media[0] <= $d)) $notaSA = ($b - $media[0]) / ($b - $mediana);
    else $notaSA = 0;
    if(($media[0] >= $val[02]) and ($media[0] <= $val[05])){
        $a = $val[02]; $b = $val[03]; $c = $val[04]; $d = $val[05];
        $mediana = ($a + $d) / 2;
        echo "$mediana";
        if ($media[0] <= $a) $notaMS = 0;
        else if (($media[0] >= $a) and ($media[0] <= $b)) $notaMS = ($media[0] - $a) / ($mediana - $a);
        else if (($media[0] >= $b) and ($media[0] <= $c)) $notaMS = 1;
        else if (($media[0] >= $c) and ($media[0] <= $d)) $notaMS = ($b - $media[0]) / ($b - $mediana);
        else $notaMS = 0;
    }
}
//Obteve o menor valor de pertinência da variável nota associando ao conjunto fuzzy
if (($notaIN < $notaRE) and ($notaIN < $notaSA) and ($notaIN < $notaMS))
    $nota = $notaIN;
else if (($notaRE < $notaIN) and ($notaRE < $notaSA) and ($notaRE < $notaMS))
    $nota = $notaRE;
else if (($notaSA < $notaIN) and ($notaSA < $notaRE) and ($notaSA < $notaMS))
    $nota = $notaSA;
else
    $nota = $notaMS;
$sup = mysql_query("UPDATE resultaluno SET nota='$nota' WHERE cod_prova='".$codigo.'" and
login='".$usuario.'");
if ($sup) { ?>
    <script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
    alert ("NOTA DE PERTINENCIA GERADA COM SUCESSO!");
    window.location.href = 'conProva.php';
    </script> <?php
}
else { ?>
    <script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
    alert ("FALHA AO GERAR NOTA!");
    </script> [...]

```

Para exemplificar a aplicação da função de pertinência através da nota da prova gerada pela correção da mesma, como também dos valores definidos pelos professores para cada variável linguística, observa-se a figura 8. Na tabela, pode-se interpretar o conjunto {a, m, n, b} como as coordenadas dos quatro vértices do trapézio formado pela função de pertinência, sendo “ $a \leq m, n \leq b$ e $m < n$ ”. Considerando que o aluno obteve na avaliação a nota 5.35 e, aplicando-se a função de pertinência trapezoidal, o aluno atingiu através dos conjuntos de entrada 0.33 como ‘insatisfatório’ e 0.68 como ‘regular’. Sendo assim, pelo método Mamdani, considera-se o maior valor de pertinência através dos conjuntos, obtendo-se o resultado de aprendizagem ‘regular’ na atividade avaliativa.

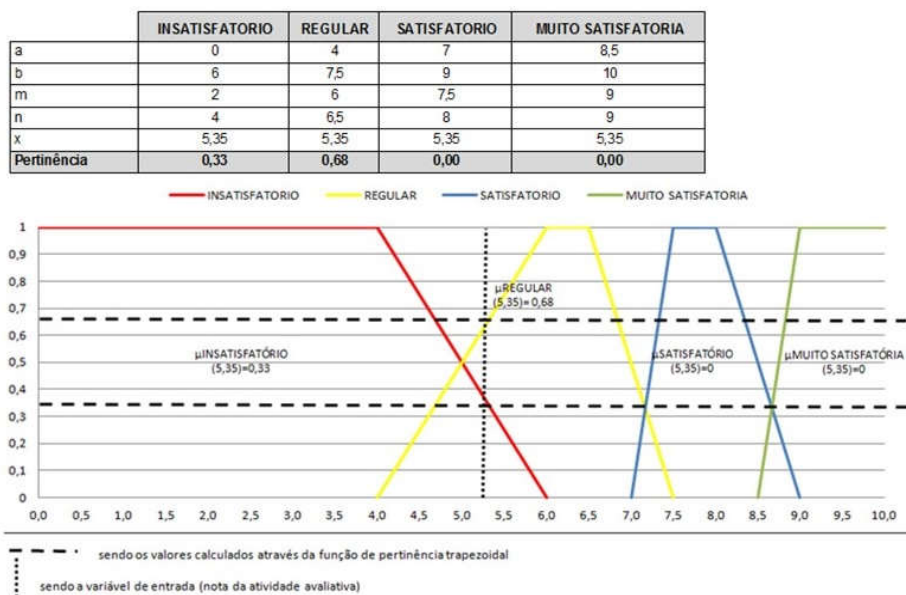


Figura 8. Representação gráfica do processo de fuzziificação através da função de pertinência trapezoidal (Desenvolvida pela Autora)

Representando graficamente os valores da tabela, considera-se o eixo y, os valores da pertinência podendo chegar até 1 e o eixo x representa o valor das notas que podem ser alcançadas pelo aluno através da avaliação. Cada conjunto está representado por uma cor de linha identificando seus valores. Considerando-se os dois valores gerados através da pertinência trapezoidal, as linhas horizontais estão os representando (0.33 e 0.68). Apenas para efeito ilustrativo, no gráfico a linha vertical partindo do valor 5.35 do eixo x, representa a nota do aluno. Sendo assim, observa-se o quanto vale esta nota nos conjuntos apresentados no gráfico e, conclui-se que este está mais associado ao conjunto ‘regular’.

De acordo com a proposta deste trabalho, ativando-se o conjunto insatisfatório ou regular, o próximo processo será o envio do *feedback* ao e-mail do aluno, na qual será apresentada a sua nota e os conceitos da prova em que não houve um resultado satisfatório. A próxima listagem descreve a implementação do envio de email que será direcionado ao aluno.

```
/*ENVIANDO EMAIL PARA O ALUNO */
$P = mysql_query("select * from prova where codProva='".$Scodigo.'");
```

```

$prova = mysql_fetch_array($p);

$n = mysql_query("select nome from usuario where login='".$susuario.'");
$nome = mysql_fetch_array($n);

require 'phpmailer/class.phpmailer.php';
require 'phpmailer/class.smtp.php';

$mail = new PHPMailer();
$mail->setLanguage('pt');

$from = 'uliana_souza@hotmail.com';
$fromname = 'SAF';

$host = 'smtp.live.com';
$username = 'uliana_souza@hotmail.com';
$password = '*****';
$port = 587;
$secure = 'tls';

$mail->isSMTP();
$mail->Host = $host;
$mail->SMTPAuth = true;
$mail->Username = $username;
$mail->Password = $password;
$mail->Port = $port;
$mail->SMTPSecure = $secure;

$mail->From = $from;
$mail->FromName = $fromname;
$mail->addReplyTo($from, $fromname);

$mail->addAddress('santos.uliana@yahoo.com.br', 'Uliana Santos');

$mail->isHTML(true);
$mail->Charset = 'utf-8';
$mail->WordWrap = 70;

$mail->Subject = 'Feedback gerado pelo SAF';
$mail->Body = 'Prezado (a) aluno (a): '.$nome[0].'  

<br /> Voce desenvolveu pelo ambiente Sistema Avaliacao Formativa a prova '.$prova[0].', '.$prova[1].',  

porem seu resultado foi '.$svar.' atraves dos conceitos '.$prova[2].', '.$prova[3].', '.$prova[4].',  

'.$prova[5].'  

<br /> Orientamos que procure o professor para buscar novas fontes de estudo e, posteriormente, refazer a  

prova.  

<br /> E-mail encaminhado automaticamente pelo sistema SAF  

<br /> Favor nao responde-lo';

$send = $mail->Send();

if ($send) { ?>
    <script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
        alert ("NOTA DO ALUNO = INSATISFATORIO OU REGULAR, FEEDBACK ENCAMINHADO  

COM SUCESSO!");
        window.location.href = 'conProva.php';
    </script> <?php
}
else { ?>
    <script LANGUAGE="JavaScript" TYPE="text/javascript">
        alert ("ERRO AO ENCAMINHAR EMAIL!");
    </script> <?php
[...]
```


A figura 9 apresenta o corpo do e-mail encaminhado ao aluno com o resultado da prova. Observa-se que o resultado apresentado para o aluno não foi através de um escore numérico, mas sim através de um parecer qualitativo que, neste exemplo demonstrado, foi regular.

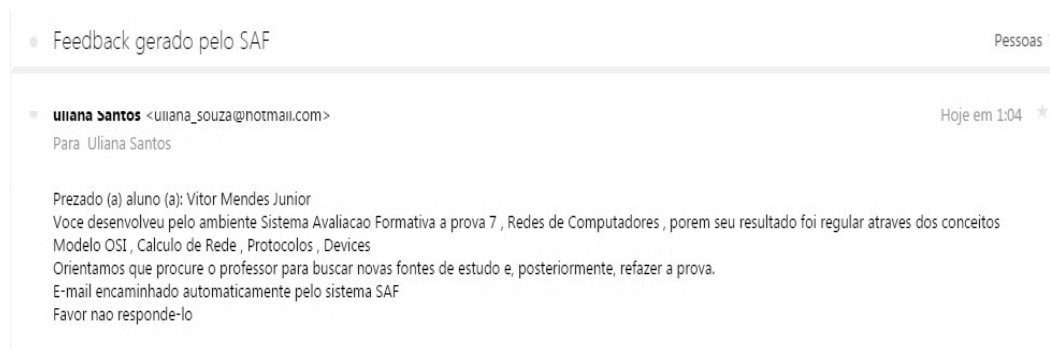


Figura 9. E-mail encaminhado ao aluno com o resultado (Desenvolvida pela Autora)

5. Conclusão

A proposta apresentada teve um resultado satisfatório associando o embasamento teórico e a implementação do processo avaliativo, observando o grau de desempenho do aluno através da lógica *fuzzy*, considerando um *feedback* após a sua participação na atividade avaliativa. Apresentou-se uma ferramenta para gerar avaliações formativas no formato *quiz*, com geração de resultados ao professor e ao aluno.

6. Futura Proposta

Analisar o resultado do aluno através de várias provas da mesma disciplina, observando-se através dos mesmos conceitos em que houve a avaliação o grau de aprendizagem. Observando-se a etapa de defuzzificação, gerar uma tabela observando o resultado no contexto *crisp* e *fuzzy*.

Considera-se a aplicação da ferramenta para verificar a usabilidade e a qualidade da interface do *software* no decorrer das atividades propostas nos perfis aluno e professor e, conseqüentemente, concluir uma avaliação do sistema para que futuramente a aplicação possa ser liberada para uso após os testes e correções necessárias apresentadas.

Referências

- AIRASIAN, P. W.; RUSSELL, M. K. **Avaliação Em Sala de Aula: Conceitos e Aplicações.** 7. ed. Porto Alegre: Amgh Editora, 2014.
- BARBOSA, P. R. **Controle difuso em transportadores pneumáticos de sólidos: Redução do consumo de potência.** 113f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2005.
- BARRANTES, A. C. **Sistema de Inferência Fuzzy Aplicado na Avaliação Discente.** 2011. 27 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Matemática, Instituto

- Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.cefetsp.br/edu/matematica/TCCs/TCC2011_Andreza.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2016.
- BIANCHINI, S. L. **Avaliação de métodos de desenvolvimento de aplicações web**. 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências de Computação e Matemática Computacional, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, São Carlos, 2008.
- FREITAS, M. C. B. **Agente de Aprendizagem com Inferência Fuzzy**. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba. 2012.
- GARRIDO, S. M. L. **Planejamento**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2010.
- HOFFMAN, J. **Avaliação mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade**. Porto Alegre: Educação & Realidade, 1993.
- MILETTO, E. M.; BERTAGNOLLI, S. C. **Desenvolvimento de Software II: Introdução ao Desenvolvimento Web com HTML, CSS, JavaScript e PHP**. Rio Grande do Sul: Bookman, 2014. 276 p.
- NIEDERAUER, J. **Desenvolvendo Websites com PHP: Aprenda a criar Websites dinâmicos e interativos com PHP e banco de dados**. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2011.
- PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software: Uma abordagem Profissional**. 7. ed. Tradução de Ariovaldo Griesi, Mario Moro Fecchio. Porto Alegre: AMGH, 2011. 780 p.
- RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. 3. ed. Tradução de Regina Célia Simille. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 1016 p.
- SILVA, M. S. **Criando Sites com HTML: Sites de Alta Qualidade com HTML e CSS**. São Paulo: Novatec Editora, 2008.
- SHAW, I. S.; SIMÕES, M. G. **Controle e Modelagem Fuzzy**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2007.
- SOARES, B. A. L. **Aprendendo a linguagem PHP**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007.
- SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 9. ed. Tradução de Ivan Bosnic e Kalinka G. de O. Gonçalves. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. 529 p.
- ZADEH, L. A. **Fuzzy sets. Information and control**, San Diego, v. 8, p. 338-353, 1965.