

Sistema de Avaliação suportado pelo WWW

Carlos R. G. Carvalhal, Nelson P. Rocha

Resumo - Neste artigo apresenta-se um sistema, desenvolvido sobre o World Wide Web, que possibilita a realização de acções de avaliação, quer formativa ou diagnóstica, quer sumativa, para disciplinas com um grande número de alunos. Os testes realizados através deste sistema são compostos por questões de escolha múltipla, de correcção automática e com tempo de resposta limitado. Este sistema tem uma capacidade auto-reguladora do grau de dificuldade das questões em função das respostas acertadas ou erradas propostas pelo avaliando e disponibiliza, ao avaliador, ferramentas que permitem analisar o desempenho dos avaliandos.

Abstract - This article presents a system, developed upon the World Wide Web, that allows formative/diagnostic and cumulative evaluation tasks for courses with a large number of students. Tests developed on this system are composed by multiple choice questions, with automatic correction and limited answering time. This system has the capability of self regulating the difficulty level of the questions, depending on the student's answers, and presents several tools to analyse the student's performance.

I. INTRODUÇÃO

A crescente popularização do Ensino Superior aliado ao grande insucesso que se verifica em algumas disciplinas base, comuns a vários cursos (nomeadamente as disciplinas de Cálculo e Física, bases dos cursos de ciência e tecnologia), levam as Universidades a depararem-se com disciplinas com um número elevado de alunos, para os quais não dispõem de meios humanos e materiais para uma formação de qualidade.

De facto, devido ao grande número de alunos por docente torna-se difícil divulgar e manter actualizados os apontamentos das aulas assim como qualquer outra informação essencial ao bom funcionamento de uma disciplina. Por outro lado, é extremamente difícil realizar acções de avaliação diagnóstico-formativa que orientem o aluno para o estudo das matérias que não foram devidamente apreendidas e que alertem o professor levando-o a repensar as estratégias de ensino, caso os seus objectivos não tenham sido atingidos. A acrescentar a estes problemas é preciso ainda considerar a fraca interacção aluno/professor. As consequências de todos estes factores é a desmotivação do corpo discente e o insucesso que se verifica nas épocas de avaliação.

No entanto, o estado actual da tecnologia da informação, materializada no Sistema de Informação Hipermedia da

Internet, o World Wide Web (WWW), possibilita a construção de sistemas que podem contribuir para a solução destes problemas [1, 2, 3, 4, 5]. De facto, o WWW, possibilita a elaboração e consulta de bases de dados de apontamentos Hipermedia interactivos ricamente estruturados (contendo texto formatado, tabelas, imagens, áudio, vídeo e apontadores para aplicações, documentos e servidores de informação), a troca de mensagens, públicas e privadas, entre o professor e os alunos e entre estes, e a criação de mecanismos que permitem a realização de provas de auto-avaliação e de avaliação formativa. Sendo tudo isso possível graças às capacidades de interactividade da Hypertext Markup Language (HTML), eventualmente expandidas através das linguagens Java, ActiveX e Virtual Reality Markup Language (VRML), assim como também às capacidades de comunicação do Hypertext Transfer Protocol (HTTP) e de expansão dos Servidores WWW.

Neste contexto, o presente artigo apresenta um sistema desenvolvido sobre o WWW e designado Sistema Distribuído de Avaliação, que possibilita a realização de acções de avaliação, quer formativa ou diagnóstica, quer sumativa, para disciplinas com um grande número de alunos.

Os testes realizados através deste sistema são constituídos por questões de escolha múltipla, de correcção automática e com tempo de resposta limitado. As questões que compõem os testes são apresentadas ao avaliando numa sequência pseudo-aleatória adaptada ao grau de conhecimentos por ele demonstrado durante o decorrer da prova, o que é conseguido devido à capacidade auto-reguladora do grau de dificuldade das questões que o sistema apresenta. Esta característica garante também a não repetitividade dos testes para alunos diferentes ou para um mesmo aluno em processos de avaliação distintos. Este sistema disponibiliza ao avaliador, ferramentas que lhe permitem fazer uma análise global dos resultados obtidos por todos os avaliandos numa disciplina assim como estudar, pormenorizadamente, o desempenho de um dado aluno.

II. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO IMPLEMENTADA

Antes de iniciar a descrição do ambiente de avaliação desenvolvido torna-se necessário perceber a metodologia de avaliação implementada pelo sistema. Tal será feito através da apresentação e descrição do método de

organização e algoritmo regulador do grau de dificuldade das questões.

A. Organização das Questões

As questões que compõem um teste de avaliação estão organizadas em árvore, designada *Árvore de Questões*, que pode assumir o aspecto da Figura 1. Sobre as Árvores de Questões pode-se afirmar o seguinte:

- A cada *Nodo*, com excepção do *Nodo Raiz* (o qual representa a própria *Árvore de Questões*), está associado uma questão que avalia um ou mais conhecimentos (definições, interpretações, aplicações, técnicas, mecanismos, etc.).
- As camadas resultantes das bifurcações dos *Nodos*, a partir do *Nodo Raiz*, são designadas *Níveis* e numerados por ordem crescente a partir do *Nodo Raiz*, como mostra a Figura 1.
- *Nodos* diferentes podem ter associadas questões comuns (como é o caso dos *Nodos* <Nodo1.1, Questão4> e <Nodo2.1, Questão4> da Figura 1), o que permite que uma questão seja apresentada tantas vezes quantas aquelas em que o domínio dos conhecimentos que avalia esteja em causa. Este comportamento do sistema contribui para atenuar o efeito das respostas dadas “à sorte”.
- Uma ligação entre dois *Nodos* representa uma *Relação de Dependência* no sentido da ligação. Ao *Nodo* do qual parte a ligação designa-se *Nodo Parente* e ao *Nodo* destino designa-se *Nodo Descendente*.

Dependendo do fim a que se destina a *Árvore de Questões*, as *Relações de Dependência* entre *Nodos* podem ser, de dois tipos:

- *Relações de Dependência de Conhecimentos*: Quando o *Nodo Parente* avalia conhecimentos dependentes dos conhecimentos avaliados pelos seus *Nodos Descendentes*. Este tipo de relações são utilizadas quando a *Árvore de Questões* se destina à avaliação sumativa ou diagnóstica. Considerando a *Árvore de Questões* da Figura 1, se o avaliando falha a resposta ao <Nodo2, Questão2> o sistema permite investigar se esta falha é devido à não assimilação dos

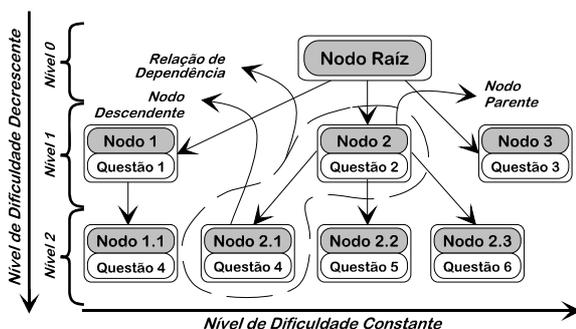


Figura 1: Exemplo de uma *Árvore de Questões*. As ligações entre os *Nodos* representam *Relações de Dependência de Conhecimentos* no sentido da ligação.

conhecimentos associados à *Questão2* ou se, pelo contrário, é devido à falta de bases, as quais são avaliadas pelos *Nodos* <Nodo2.1, Questão4>, <Nodo2.2, Questão5> e <Nodo2.3, Questão6>. Nesta situação, pode-se dizer que o sistema explora a *Árvore de Questões* até descobrir quais os conhecimentos bases que não estão convenientemente assimilados e fornece esta informação ao docente ou ao próprio avaliando, no caso de auto-avaliação.

- *Relações de Dependência Casuais*: Quando as relações existentes entre o *Nodo Parente* e os *Nodos Descendentes* não são do tipo anterior. Este tipo de relações é o mais indicado para testes de avaliação sumativa. Neste caso o sistema permite aumentar a diversidade de testes, pois, alunos distintos ou um mesmo aluno em avaliações distintas percorrerá a *Árvore de Questões* duma forma diferente.

B. Algoritmo Regulador do Grau de Dificuldade das Questões

A Figura 2 descreve o algoritmo segundo o qual são percorridas as *Árvores de Questões*. Este percurso é feito a partir do topo e duma forma pseudo-aleatória que permite, no entanto, controlar o grau de dificuldade das questões quando existe uma *Relação de Dependência de Conhecimentos* entre os *Nodos*, razão pela qual é designado “*Algoritmo Regulador do Grau de Dificuldade das Questões*”. Sobre este algoritmo podem-se fazer as seguintes considerações:

- Um aluno que não erre nenhuma das questões que lhe forem propostas percorrerá somente os *Nodos* do *Nível1*.

```

NOME: Regulador_do_Grau_de_Dificuldade_das_Questões;
ARMAZÉMENS:
História, {Armazém onde é registada a Identificação dos Nodos Visitados;}
Resultados, {Armazém onde são registados os dados referentes às Questões
apresentadas ao Avaliando (Identificação da Questão, Resposta
Correcta e Resposta Proposta pelo Avaliando).}
Árvore, {Armazém que contém a Árvore de Questões;}
Questões: {Armazém que contém toda a informação referente às Questões
(Enunciado da Pergunta, Respostas, indicação de qual a Resposta
Correcta, Tempo de Resposta, etc..)}

BEGIN
Inicializar(História);
Inicializar(Resultados);
NodoParente:=NodoRaiz;
WHILE NodoParente<>Nenhum DO
BEGIN
IF Há_Nodos_Descendentes_Não_Visitados(NodoParente, Árvore, História)
{Verifica se o NodoParente tem algum Nodo Descendente que ainda não
tenha sido visitado.}
THEN BEGIN
NodoActual:=Escolher_NodoDescendente_Não_Visitado(NodoParente, Árvore,
História);
{Escolhe um Nodo, que ainda não tenha sido visitado, de entre os
Nodos Descendentes do NodoParente (escolha aleatória).}
Resposta:=Apresenta_Questão(NodoActual, Questões);
{Apresenta ao Avaliado a Questão associada ao NodoActual e
retorna a Resposta dada por este.}
Registrar_Visita(NodoActual, História);
{Regista o NodoActual no Armazém História;}
Processar_Resposta(NodoActual, Resposta, Resultados);
{Regista, no Armazém Resultados, os Dados referentes à Questão
associada ao NodoActual (Identificação da Questão, Resposta
Correcta e Resposta Proposta pelo Avaliado).}
IF NOT Resposta_Correcta(NodoActual, Resposta, Questões)
{Verifica se "Resposta" é a Resposta Correcta para a Questão
associada ao NodoActual.}
AND Há_Nodos_Descendentes(NodoActual, Árvore)
{Verifica se o NodoActual tem Nodos Descendentes}
THEN NodoParente:=NodoActual
END
ELSE NodoParente:=Obter_NodoParente(NodoParente, Árvore);
{Retorna o Nodo Parente do NodoActual caso exista, caso contrário
retorna "Nenhum".}
END
END.

```

Figura 2: Algoritmo Regulador do Grau de Dificuldade das Questões.

- Se um aluno errar uma determinada questão terá de responder a todas as questões associadas aos seus **Nodos Descendentes** antes de retornar às restantes questões deste **Nível**, sendo este procedimento recursivo.
- Um aluno que responda incorrectamente a todas as questões que lhe forem postas percorrerá todos os **Nodos** da **Árvore de Questões**.
- Quando aplicado à **Árvore de Questões** da Figura 1, este algoritmo permite gerar doze testes diferentes, dos quais quatro têm conteúdos distintos (questões distintas) e os restantes têm conteúdos iguais (questões iguais apresentadas em seqüências diferentes).

III. ARQUITECTURA DO SISTEMA DISTRIBUÍDO DE AVALIAÇÃO

O Sistema Distribuído de Avaliação baseia-se no Modelo Cliente-Servidor como mostra a Figura 3 que apresenta a sua arquitectura. Este sistema é constituído por um conjunto de servidores (**Servidor de Avaliação**, **Servidor de Resultados** e **Servidor de HTTP**), por um conjunto de processos de suporte aos servidores (**Gestor de Pautas**, **Gestor de Perguntas** e **Arquivador de Resultados**), por um conjunto de bases de dados (**Base de Dados de Alunos, Cursos e Disciplinas** (**BDAICurDisc**), **Base de Dados de Árvores de Questões** (**BDArvQuest**), **Base de Dados de Nodos Pergunta/Respostas** (**BDNPergResp**) e **Base de**

Dados de Resultados (**BDRes**)), geridas pelos processos de suporte, e finalmente por um conjunto de processos de interacção com os utilizadores (**Avaliador** e **Visualizador de Resultados**). Estes processos e bases de dados agrupam-se por sua vez em 2 subsistemas, o **Sistema de Avaliação** e o **Sistema de Análise de Resultados**.

Um aspecto particularmente importante e que é bastante visível da análise da Figura 3 é o carácter distribuído do sistema, pois, a arquitectura apresentada não é somente uma arquitectura funcional, mas também é uma arquitectura de implementação. Com isso pretende-se dizer que as aplicações estão divididas em processos do ponto de vista de implementação, cada um dos quais desempenha uma função bem definida e comunica com a sua envolvente através de um protocolo de comunicação próprio. Este carácter distribuído do sistema manifesta-se de duas formas:

- **Múltiplos Processos numa Máquina:** O processo **Servidor de Avaliação** lança os processos **Gestor de Pautas**, **Gestor de Perguntas** e **Arquivador de Resultados** quando os seus serviços são requeridos e comunica com eles através de Pipes usando, respectivamente, os **Protocolos Gestor de Pautas (PGPaut)**, **Gestor de Perguntas (PGPerg)** e **Arquivador de Resultados (PARes)**.
- **Múltiplos Processos em Múltiplas Máquinas:** Os processos **Avaliador** e **Visualizador de Resultados** acedem aos servidores de informação remotos,

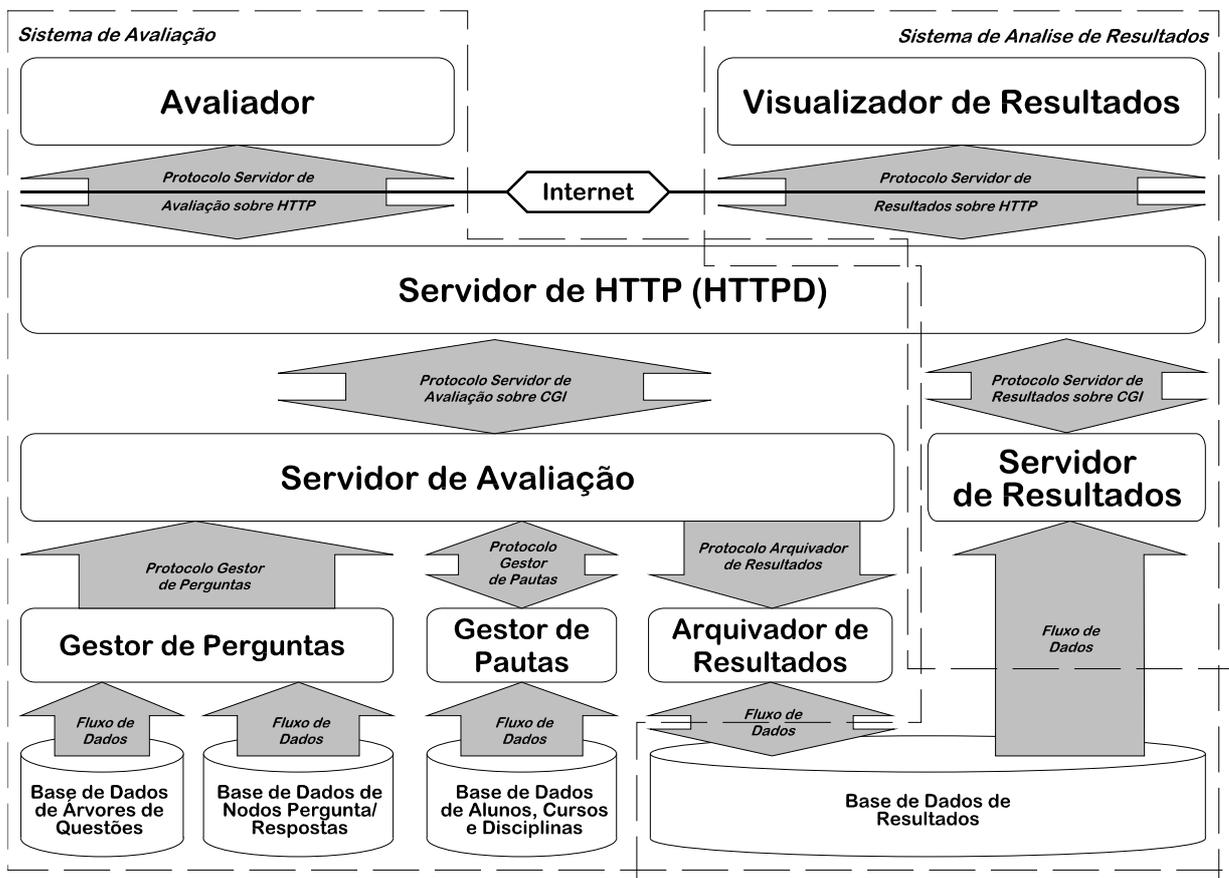


Figura 3: Arquitectura do Sistema Distribuído de Avaliação

Servidor de Avaliação e Servidor de Resultados, respectivamente, via Internet usando os Protocolos Servidor de Avaliação (PSAval) e Servidor de Resultados (PSRes).

Qualquer um dos cinco protocolos utilizados na comunicação entre os processos integrantes do Sistema Distribuído de Avaliação é um protocolo orientado para a Mensagem, pois a unidade de informação significativa é a Mensagem, uma cadeia de caracteres ASCII com um formato específico. Por sua vez, cada Mensagem é caracterizada por um conjunto específico de atributos que através dos seus valores transmitem o seu conteúdo informativo. Estes protocolos destinam-se a ser implementados em Arquitecturas Cliente-Servidor, pois a comunicação inicia-se sempre pela emissão de uma Mensagem pela aplicação Cliente, designada Mensagem Pedido, à qual a aplicação Servidor tem de responder com a Mensagem apropriada, designada Mensagem Resposta. Cada protocolo tem um conjunto específico de Mensagens, as quais agrupam-se em pares do tipo {*Mensagem Pedido*, *Mensagem Resposta*}. Estes protocolos são descritos numa forma detalhada em [6].

IV. SISTEMA DE AVALIAÇÃO

A. Processo Gestor de Pautas

O Gestor de Pautas é o processo de suporte ao Servidor de Avaliação que implementa a interface com a base de dados BDAICurDisc, desempenhando, desta forma, as funções de SGBD desta base de dados. Na Arquitectura Cliente-Servidor, representada pelos processos Servidor de Avaliação e Gestor de Pautas (ver Figura 3), este último desempenha o papel de processo Servidor, processando-se a comunicação através de Mensagens PGPaut. Os seus objectivos são os seguintes:

- Fornecer a lista de cursos disponíveis nas acções de avaliação implementadas pelo sistema.
- Fornecer a lista de disciplinas abrangidas pelo sistema.
- Validar os dados de identificação do aluno, pois só são aceites, nos processos de avaliação, os alunos que constarem da base de dados BDAICurDisc.

B. Processo Gestor de Perguntas

O processo Gestor de Perguntas é a componente do Sistema Distribuído de Avaliação responsável pela geração (entenda-se aqui geração como a emissão de toda a informação associada a uma questão e não a geração da pergunta e suas respostas, o qual é responsabilidade de quem constrói os Nodos Pergunta/Respostas), sequenciamento (decidir qual a questão que vem a seguir) e correcção das questões, para o que desempenha o papel de SGBD das bases de dados BDArvQuest (contém a descrição de cada uma das Árvores de Questões que constituem os testes) e BDNPergResp (contém toda a

informação relacionada com cada um dos Nodos Pergunta/Respostas). Os seus objectivos são os seguintes:

- Gerir o sequenciamento das questões (usando o Algoritmo Regulador do Grau de Dificuldade das Questões descrito na Figura 2), e fornecer todos os dados relacionados com cada uma das questões.
- Corrigir a resposta submetida pelo avaliando relativamente a uma dada questão.

Na Arquitectura Cliente-Servidor, representada pelos processos Servidor de Avaliação e Gestor de Perguntas (ver Figura 3), este último desempenha o papel de processo Servidor, processando-se a comunicação através de Mensagens PGPerq.

B.1. Base de Dados de Árvores de Questões

Um teste de avaliação é representado por uma Árvore de Questões, a qual, por sua vez, é constituída por Nodos Árvore de Questões, cada um dos quais tem a si associado uma Questão de Escolha Múltipla. A Figura 4 apresenta a estrutura de um Nodo Árvore de Questões. Nesta figura é possível distinguir a sua identificação, a referência ao Nodo Pergunta/Respostas que contém a questão que lhe está associada (através da sua identificação e do seu título) e as ligações ao nodo parente e aos nodos descendentes (através das suas identificações).

A identificação de um Nodo Árvore de Questões é obtida da forma seguinte: <Identificação do Nodo na Árvore de Questões>.<Abrev. da Disciplina>. Onde o 1º campo é uma sequência de números inteiros separados por um "." que indica a posição hierárquica do Nodo na Árvore de Questões.

A identificação de um Nodo Pergunta/Respostas é obtida a partir da <Identificação do Nodo Pergunta/Respostas na Base de Dados da Disciplina> (trata-se de um número que identifica unicamente o Nodo de entre os Nodos Pergunta/Respostas da Disciplina) e da <Abrev. da Disciplina> da forma seguinte: <Identificação do Nodo Pergunta/Respostas na Base de Dados da Disciplina>.<Abrev. da Disciplina>.

Toda a informação associada a cada um dos Nodos constituintes de uma Árvore de Questões está contida num ficheiro com o formato indicado na Figura 5 designado FichArvQuest, existindo um por cada Árvore de Questões e cujo nome obedece ao seguinte formato: ArvQuestões.<Abrev. da Disciplina>, sendo esta também a identificação da Árvore de Questões.

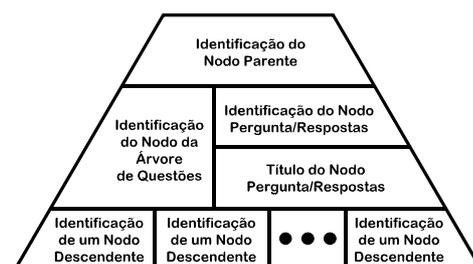


Figura 4: Estrutura de um Nodo Árvore de Questões.

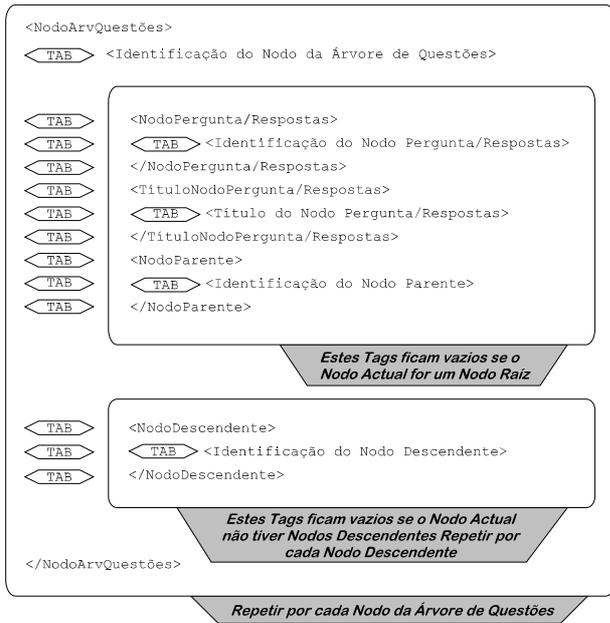


Figura 5: Formato de um Ficheiro Árvore de Questões (FichArvQuest).

Os FichArvQuest são carregados em memória, numa estrutura de dados que implementa a Árvore de Questões, pelo processo Gestor de Perguntas utilizando na sua interpretação analisadores léxicos e gramaticais que foram desenvolvidos utilizando o Lex (A Lexical Analyzer Generator) e o Yacc (Yet Another Compiler-Compiler) respectivamente. Cada FichArvQuest é guardado dentro de um directório com o nome da disciplina (<Abrev. da Disciplina>).

B.2. Base de Dados de Nodos Pergunta/Respostas

Um Nodo Pergunta/Respostas contém toda a informação relacionada com uma questão. A Figura 6 apresenta a sua estrutura, onde é possível distinguir a sua identificação, o título da questão, a identificação e o enunciado da pergunta e de cada uma das respostas possíveis, a identificação da resposta correcta e da resposta por omissão e finalmente a indicação sobre qual é o tempo disponível para responder à questão.

A identificação dum pergunta obedece ao seguinte formato: <Identificação do Nodo Pergunta/Respostas>#Pergunta. A identificação dum resposta é obtida

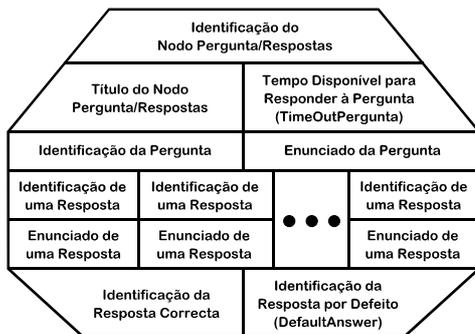


Figura 6: Estrutura de um Nodo Pergunta/Respostas.

da forma seguinte: <Identificação do Nodo Pergunta/Respostas>#<Identificação da Resposta no Nodo Pergunta/Respostas>. Onde a 2ª componente identifica, numa forma única, a resposta de entre as respostas da Questão de Escolha Múltipla, utilizando para tal um dos identificadores seguintes: {Resposta1, Resposta2, ..., RespostaN, Resposta-Default}, sendo N o número de respostas possíveis e RespostaDefault o identificador da resposta por omissão para a pergunta (aquela que é escolhida no caso do avaliando não responder no tempo disponível).

Existe um ficheiro por cada Nodo Pergunta/Respostas designado FichNPergResp e cujo nome obedece ao

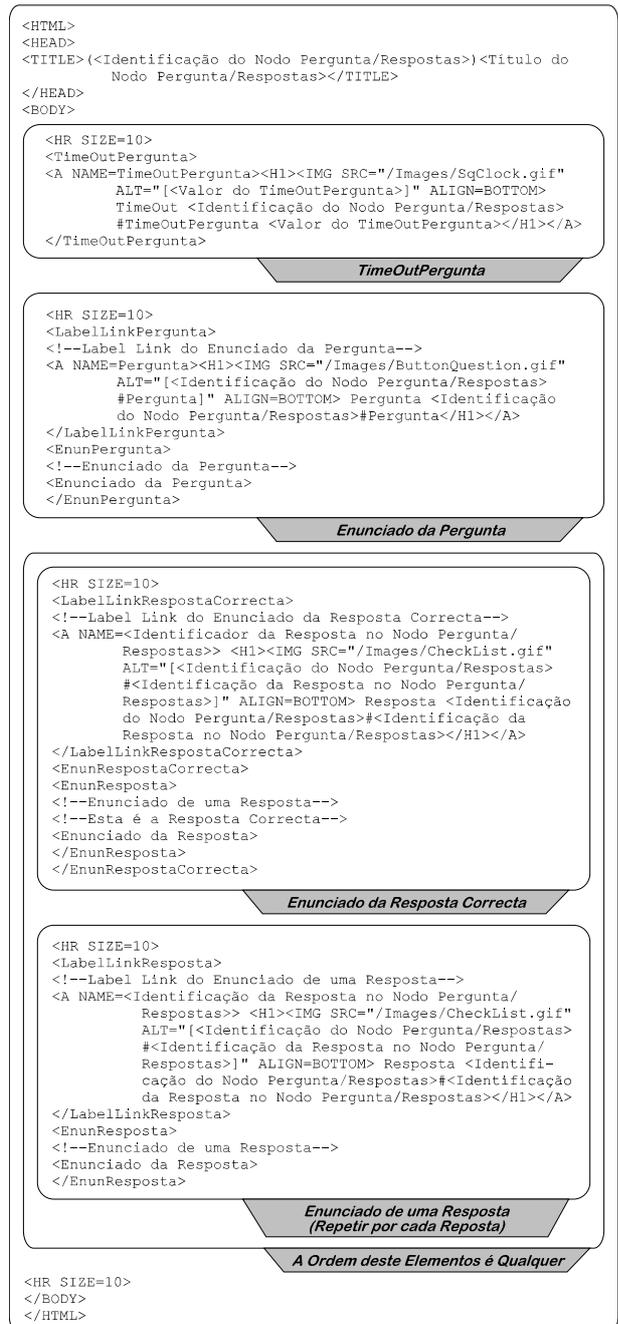


Figura 7: Formato de um Ficheiro Nodo Pergunta/Respostas (FichNPergResp).

seguinte formato: <Identificação do Nodo Pergunta/Respostas>.html. Dessa forma, os `FichNPergResp` são documentos HTML o que, além de permitir que a pergunta e as suas respostas sejam documentos Multimédia, possibilita a consulta da base de dados `BDNPergResp` usando um Cliente WWW e sem recorrer às aplicações do Sistema Distribuído de Avaliação.

Apesar de serem documentos HTML os `FichNPergResp` contêm um conjunto de etiquetas que só são interpretadas pelo processo Gestor de Perguntas como pode ver-se na Figura 7 que descreve o seu formato.

A interpretação dos `FichNPergResp` e extracção das suas componentes é feito pelo processo Gestor de Perguntas através de analisadores léxicos e gramaticais que foram desenvolvidos utilizando o `Lex` e o `Yacc` respectivamente.

Existe um grande número de aplicações que facilitam a criação de documentos HTML (editores, nomeadamente o `Amaya`, conversores, nomeadamente o `LaTeX2HTML` e o `RTF` que, respectivamente, convertem documentos do formato `LaTeX` e `RTF` para o formato `HTML`), sendo possível utilizar qualquer destas aplicações na criação dos `FichNPergResp`.

C. Processo Arquivador de Resultados

O Arquivador de Resultados é o processo de suporte ao Servidor de Avaliação que implementa a interface com a base de dados `BDRes`, desempenhando, desta forma, as funções de `SGBD` desta base de dados. Na Arquitectura Cliente-Servidor, representada pelos processos Servidor de Avaliação e Arquivador de Resultados (ver Figura 3), este último desempenha o papel de processo Servidor, processando-se a comunicação através de Mensagens `PARes`. Os seus objectivos são os seguintes:

- Arquivar na `BDRes` o resultado obtido pelo avaliando numa dada questão dum processo de avaliação.
- Remover da base de dados `BDRes` os resultados de um avaliando: quando o avaliando inicia um processo de avaliação numa disciplina, a informação associada ao processo de avaliação anterior deve ser removida da base de dados.

D. Processo Servidor de Avaliação

O Servidor de Avaliação é o processo central do Sistema de Avaliação. É com ele que o processo Avaliador dialoga e a quem compete efectuar todas as acções necessárias (emitir todas as Mensagens Pedido necessárias para os processos Gestor de Pautas, Gestor de Perguntas e Arquivador de Resultados e processar as respectivas Mensagens Reposta) de modo a construir a Mensagem-Documento que satisfaz o pedido emitido pelo processo Avaliador. Os seus objectivos são os seguintes:

- Fornecer o Documento Página Inicial, o qual apresenta o Sistema de Avaliação e dá início ao processo de avaliação.

- Fornecer o Documento Formulário de Identificação para recolha dos dados de identificação do avaliando e da disciplina avaliada.
- Verificar e autenticar a identidade submetida pelo avaliando.
- Apresentar o Documento Formulário Questão correspondente a cada Questão de Escolha Múltipla sinalizando o tempo disponível para responder a esta questão.
- Processar a resposta submetida pelo avaliando para uma dada questão e avançar com a questão seguinte, se ainda houverem questões.
- Emitir o Documento Página Final (que sinaliza o fim do processo de avaliação) quando não houverem mais questões.

Na arquitectura Cliente-Servidor, representada pelos processos Avaliador e Servidor de Avaliação (ver Figura 3), este último desempenha o papel de processo Servidor, processando-se a comunicação através de um Servidor de `HTTP` e usando Mensagens `PSAval`. Por outro lado, sempre que, para dar cumprimento ao pedido do processo Avaliador, for necessário, o processo Servidor de Avaliação lança um ou vários dos seus processos de suporte (processos Gestor de Pautas, Gestor de Perguntas e Arquivador de Resultados) e dialoga com eles (utilizando o protocolo de comunicação apropriado e através de Pipes) por forma a aceder à informação necessária para construir a Mensagem-Documento Resposta ou eventualmente validar alguma informação submetida pelo avaliando (o que acontece por exemplo, quando o avaliando submete a sua identificação).

A Figura 8 apresenta o Diagrama de Fluxo de Mensagens e Documentos que tem lugar durante uma Sessão de Avaliação.

E. Processo Avaliador

O processo Avaliador implementa a interface do Sistema de Avaliação com o avaliando. Dessa forma, dialoga por um lado com o avaliando e, pelo outro lado, com o processo Servidor de Avaliação via Servidor de `HTTP`. É da competência deste processo iniciar uma Sessão de Avaliação, identificar o avaliando, obter do processo Servidor de Avaliação os documentos contendo as questões, apresentar estes documentos ao avaliando, submeter as respostas seleccionadas por este e, finalmente, terminar a Sessão de Avaliação. Os seus objectivos são os seguintes:

- Fornecer ao avaliando uma interface gráfica apropriada à apresentação de documentos em formato `HTML`.
- Comunicar com o processo Servidor de Avaliação (usando o protocolo `PSAval`) via Servidor de `HTTP`.
- Iniciar as Sessões de Avaliação emitindo uma Mensagem Pedido da Página Inicial e terminar essa sessão quando for recebida a Mensagem-Documento Página Final.

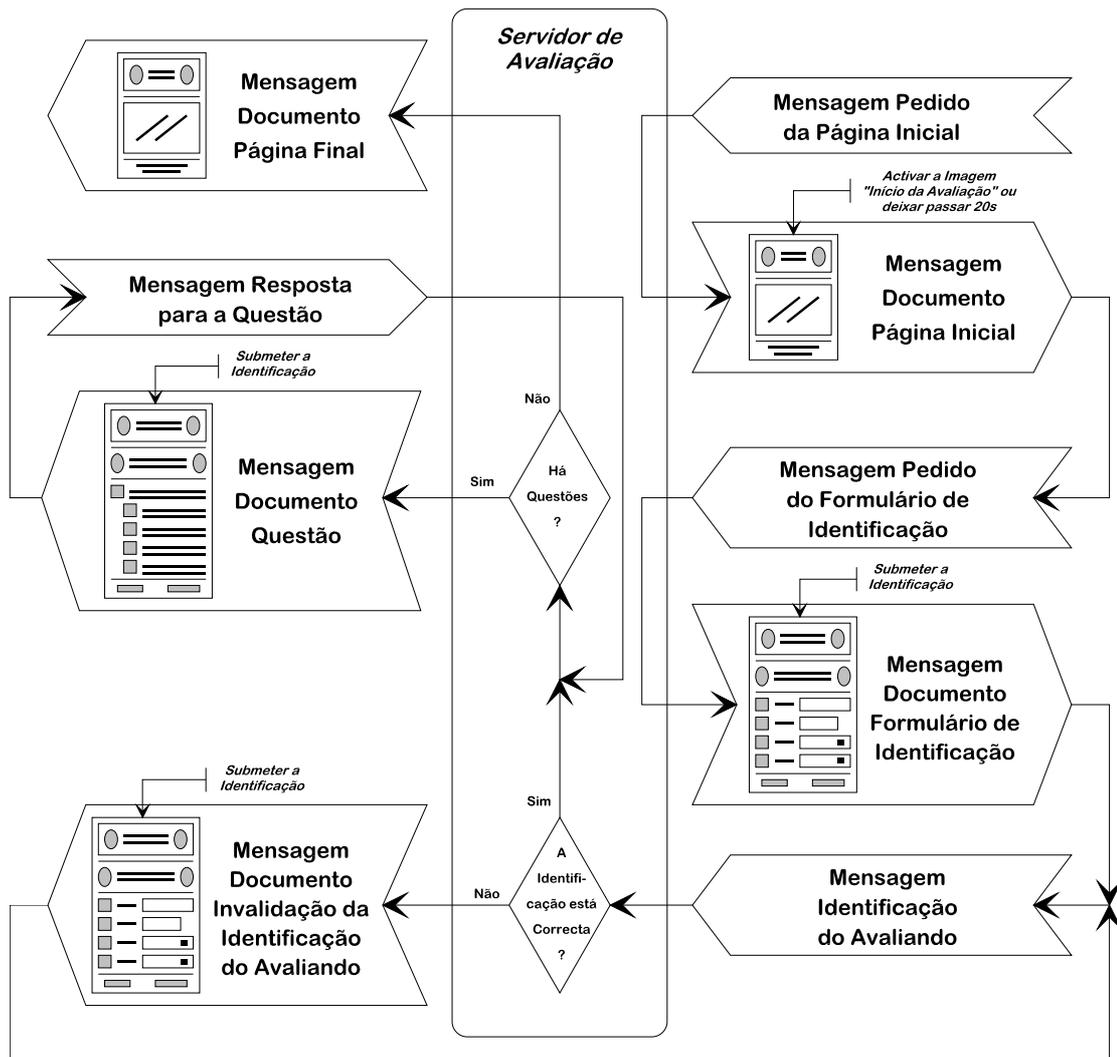


Figura 8: Fluxo de Mensagens com o processo Servidor de Avaliação.

- Disponibilizar ao avaliando uma interface gráfica tipo quiosque que oriente as acções deste no sentido das questões e não permita a "dispersão da atenção noutras direcções".
- Activar temporizadores, sempre que houver indicação para isso nas Mensagens Resposta PSAval (o que ocorre nas Mensagens-Documentos Página Inicial e Questão), e gerar as Mensagens Pedido PSAval associadas a estes temporizadores como indicado no esquema da Figura 8.

É fácil verificar que para satisfazer os objectivos do processo Avaliador é necessário um Cliente WWW que suporte imagens e Formulários HTML, capaz de funcionar um modo quiosque e que implemente instruções de Auto-Refresh utilizando a META etiqueta HTML `HTTP_EQUIV="Refresh"`.

V. SISTEMA DE ANÁLISE DE RESULTADOS

A. Processo Servidor de Resultados

O Servidor de Resultados, como o seu nome indica, é a componente do Sistema de Análise de Resultados responsável pela elaboração e fornecimento dos relatórios de resultados dos processos de avaliação requeridos pelo avaliador através do processo Visualizador de Resultados. Estes relatórios podem ser globais, onde são apresentados o número de respostas correctas e erradas de cada um dos avaliandos no processo de avaliação da disciplina, ou individuais, onde além dos dados presentes no relatório global sobre o indivíduo é apresentada a lista de questões que formaram parte do processo de avaliação, a resposta proposta por este para cada uma das questões e a correcção desta resposta. Os seus objectivos são os seguintes:

- Fornecer o Documento Selector de Resultados que contém um Formulário HTML que possibilita ao

avaliador seleccionar e configurar os resultados que pretende consultar.

- Fornecer o Documento Resultados de todos os Avaliandos que apresenta os resultados globais referentes ao curso que foi indicado no Documento Selector de Resultados, agrupados e ordenados como indicado naquele documento. Por cada avaliando é indicada a sua Identificação, Curso, Nº de Respostas Correctas e Nº de Respostas Erradas.
- Fornecer o Documento Resultado de um Avaliando que contem a lista de questões que foram apresentadas ao longo do processo de avaliação. Por cada questão é indicada a identificação da pergunta, da resposta proposta pelo avaliando e da resposta correcta para a

pergunta, assim como também a correcção da resposta proposta.

Na arquitectura Cliente-Servidor, representada pelos processos Visualizador de Resultados e Servidor de Resultados (ver Figura 3), este último desempenha o papel de processo Servidor, processando-se a comunicação através de um Servidor de HTTP e usando Mensagens PSRes.

A Figura 9 apresenta o Diagrama de Fluxo de Mensagens e Documentos que tem lugar durante uma Sessão de Visualização de Resultados.

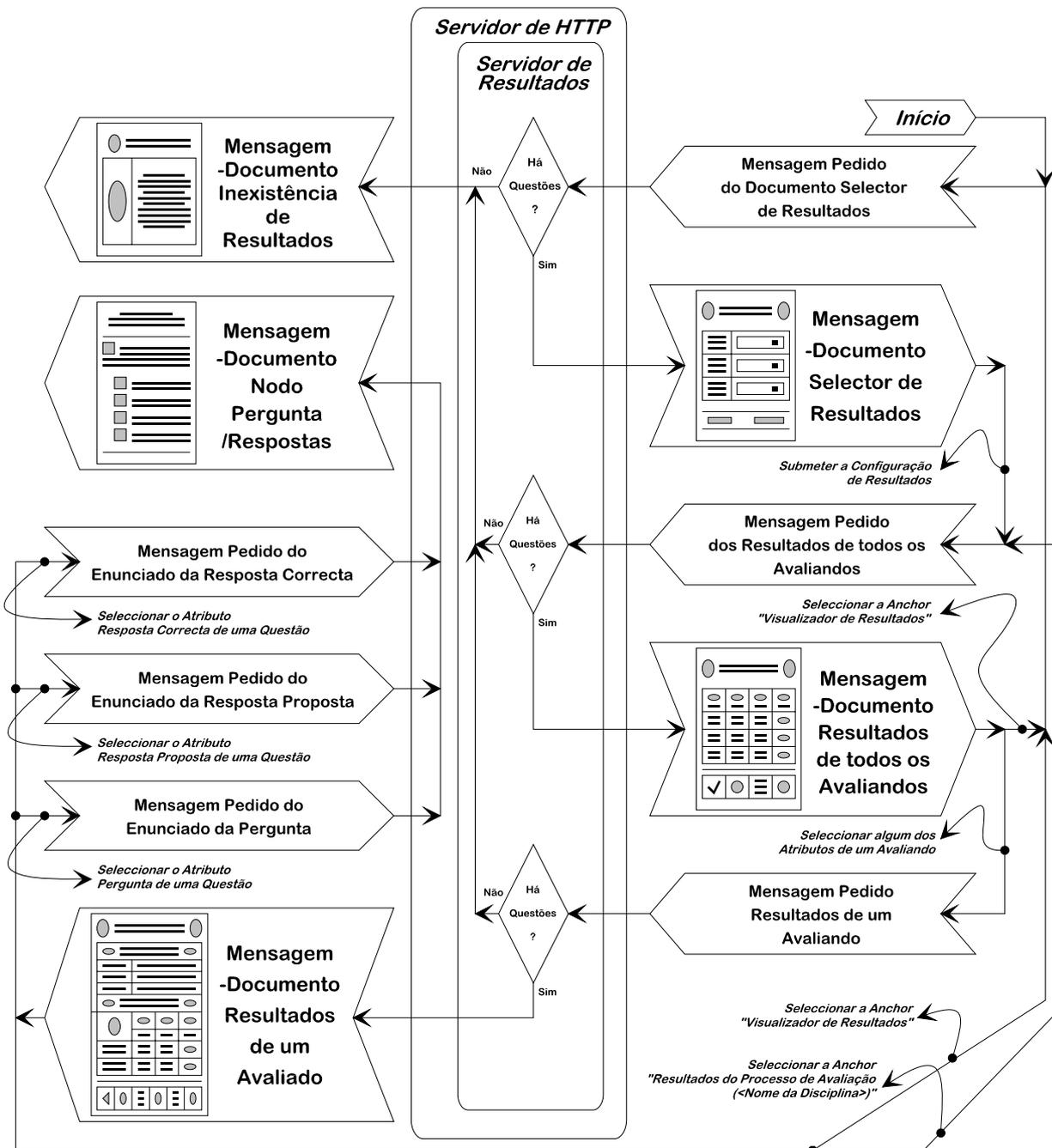


Figura 9: Fluxo de Mensagens com o processo Servidor de Resultados.

B. Processo Visualizador de Resultados

O Visualizador de Resultados é o processo que implementa a interface do Sistema de Análise de Resultados com o avaliador. Dessa forma dialoga por um lado com o avaliador e, pelo outro lado com o processo Servidor de Resultados via Servidor de HTTP. É da competência deste processo iniciar uma Sessão de Consulta de Resultados, obter do processo Servidor de Resultados os resultados dos processos de avaliação indicados pelo avaliador e apresentar-lhe estes documentos. Os seus objectivos são os seguintes:

- Fornecer ao avaliador uma interface gráfica apropriada à apresentação de documentos em formato HTML.
- Comunicar com o Servidor de Resultados (usando o protocolo PSRes) via Servidor de HTTP.
- Iniciar as Secções de Consulta de Resultados emitindo uma Mensagem Pedido do Documento Selector de Resultados (o que não é mais do que fazer o GET do URL: <URL do Servidor de Resultados>[?Wanted-Item=Interr_SelectResults]).

Verifica-se facilmente que um Cliente WWW que suporte imagens, tabelas e Formulários HTML satisfaz os objectivos previstos para o processo Visualizador de Resultados.

VI. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

O sistema de avaliação descrito neste artigo permite preparar, realizar e corrigir automaticamente testes de avaliação, assim como também consultar os resultados obtidos pelos avaliandos. Este sistema possui uma base de dados de questões de escolha múltipla, organizadas por referência em árvore, constituindo assim os testes de avaliação, e das quais serão extraídas, pelo sistema, utilizando um algoritmo regulador do grau de dificuldade, as questões que serão apresentadas a cada um dos avaliandos nos processos de avaliação. Dessa forma uma questão pode participar simultaneamente em vários testes de avaliação ou ainda aparecer repetida várias vezes num mesmo teste de avaliação. O sistema suporta simultaneamente bases de dados de questões e testes de avaliação de várias disciplinas, podendo participar nas respectivas acções de avaliação somente os alunos nelas inscritos, para o que existe um mecanismo básico de autenticação. O historial dos processos de avaliação de cada um dos avaliandos (contendo os dados de identificação do avaliando, a identificação de cada uma das questões, das respectivas respostas correcta e proposta pelo avaliando, assim como o status de cada uma das respostas) pode ser consultado pelo avaliador numa forma global ou individual. Quando consultados numa forma global é apresentado somente o número de respostas correctas e erradas de cada um dos avaliandos.

O sistema de avaliação aqui descrito não é um produto acabado, pois ainda não tem a robustez necessária nem a flexibilidade indispensável à sua utilização pelos docentes

na elaboração dos testes de avaliação das disciplinas que leccionam. O trabalho desenvolvido e aqui descrito pretendeu somente construir um protótipo que mostrasse as potencialidades dum sistema de avaliação deste tipo. Dessa forma há muitas melhorias que poderiam ser feitas:

- *Construção de uma aplicação de gestão de Nós Pergunta/Respostas:* Esta aplicação permitiria aos docentes consultarem, editarem e construírem novos Nós Pergunta/Respostas, definindo além das suas características o seu conteúdo. Esta aplicação poderia ser desenvolvida em Java ou ActiveX, permitindo assim a sua utilização remota através de um Cliente WWW.
- *Construção de uma aplicação de gestão de Árvores de Questões:* Esta aplicação permitiria aos docentes consultarem, alterarem e construírem novas Árvores de Questões. Devido às características destes elementos seria conveniente que a sua manipulação fosse feita numa forma gráfica. Tal como acontecia com a aplicação anterior, seria aconselhável que esta aplicação fosse desenvolvida em Java ou ActiveX.
- *Controlo de acessos:* Tendo em vista a utilização deste sistema na auto-avaliação, torna-se necessário construir um mecanismo de controlo de acessos mais robusto e flexível que permita ao docente indicar em cada momento quais os alunos que podem aceder aos testes de avaliação.

Para além destas melhorias técnicas é fundamental a divulgação do sistema no meio académico. Após o sistema ter atingido a robustez e flexibilidade necessária à sua utilização prática torna-se necessário passar à fase de promoção do produto com vista à sua utilização pelo corpo docente nas acções de avaliação e pelo corpo discente na auto-avaliação. Por outro lado, pode-se promover a integração deste sistema nos projectos de ensino à distância em curso na Universidade de Aveiro.

REFERÊNCIAS

- [1] Bernd Müller, "Using WWW as an Information System to Reduce the Average Period of Study by better Information Providing and to Relieve Administration", *Second International World Wide Web Conference Proceedings*, Chicago, Illinois, USA, 17-19 October 1994.
- [2] Dan Dwyer, Kathy Barbiere, Helen M. Doerr, "Creating a Virtual Classroom for Interactive Education on the Web", *Third International World Wide Web Conference Proceedings*, Darmstadt, Germany, 10-14 April 1995.
- [3] Bertrand Ibrahim, Stephen D. Franklin, "Advanced Educational Uses of the World Wide Web", *Third International World Wide Web Conference Proceedings*, Darmstadt, Germany, 10-14 April 1995.
- [4] Ming-Chih Lai, Bih-Horng Chen, Shyan-Ming Yuan, "Toward a New Educational Environment", *Fourth International World Wide Web Conference Proceedings*, Boston, Massachusetts, USA, 11-14 December 1995.

- [5] Alfred W. Hubler, Andrew M. Assad, "CyberProf: An Intelligent Human-Computer Interface for Asynchronous Wide Area Training and Teaching", *Fourth International World Wide Web Conference Proceedings*, Boston, Massachusetts, USA, 11-14 December 1995.
- [6] Carlos Rui Gouveia Carvalhal, Projecto e Implementação de um Sistema de Avaliação suportado pelo WWW, Universidade de Aveiro, 1997.