Davi Trindade dos Santos

Estudo de Aplicativos de TVDi para Educação a Distância

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.
Área de concentração: Telecomunicações e Telemática.

Orientador: Luís Geraldo Pedroso Meloni

Campinas, SP
2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

Santos, Davi Trindade dos
Sa59e Estudo de aplicativos de TVDi para educação a distância / Davi Trindade dos Santos. --Campinas, SP: [s.n.], 2007.

Orientador: Luís Geraldo Pedroso Meloni
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.

1. Televisão digital. 2. Ensino a distancia. I. Meloni, Luís Geraldo Pedroso. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. III. Título.

Título em Inglês: Study of iDTV applications for distance learning
Palavras-chave em Inglês: Brazilian digital television system, Distance learning, Interactive digital applications, MHP Middleware, Digital television systems, Use of the return channel in digital TV
Área de concentração: Telecomunicações e Telemática
Titulação: Mestre em Engenharia Elétrica
Banca examinadora: Heloísa Vieira da Rocha, Leonardo de Souza Mendes e Léo Pini Magalhães
Data da defesa: 15/06/2007
Programa de Pós-Graduação: Engenharia Elétrica

Davi Trindade dos Santos

Estudo de Aplicativos de TVDi para Educação a Distância

Tese de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica. Área de concentração: Telecomunicações e Telemática.
Aprovação em 15/06/2007

Banca Examinadora:
Profa. Dra. Heloísa Vieira da Rocha - IC-UNICAMP
Prof. Dr. Leonardo de Souza Mendes - FEEC-UNICAMP
Prof. Dr. Léo Pini Magalhães - FEEC-UNICAMP
Prof. Dr. Luís Geraldo Pedroso Meloni - FEEC-UNICAMP

Campinas, SP
2007

Resumo

O Brasil prepara-se para a migração de seu sistema de difusão de sinais de televisão da tecnologia analógica para a tecnologia digital, também chamada de TV Digital (TVD). Dentre os vários objetivos a serem alcançados com esta migração está a inclusão digital de milhões de brasileiros, visto que a televisão encontra-se presente em mais de 90% dos domicílios do país. A implantação de programas de EAD via TVD apresenta-se como uma ferramenta poderosa que pode possibilitar o acesso à educação a grande parte da população. Este trabalho apresenta pesquisas realizadas dentro do projeto Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD) visando o desenvolvimento de aplicativos de TV Digital interativa (TVDi) para utilização em cursos de EAD. São apresentados dois tipos de aplicativos de TVDi que foram concebidos, além de um ambiente para criação de conteúdo e um sistema para coleta e exibição de estatísticas acerca da utilização destes aplicativos.

Palavras-chave: TV Digital Interativa, Educação a Distância, Aplicativos de TV Digital.

Abstract

Brazil has been conducing the migration of your television broadcasting system from the analogical to the digital system, also called Digital TV (DTV). Among the goals to be achieved with this migration is the digital inclusion of millions of brazilians that are reached by this media, which is present in more than 90% of the houses. The development of Distance Learning (DL) prograns through DTV may be seen as a tool that, using the powerfull DTV media, may help the brazilian population to engage in Distance Learning programs. This work presents researches conducted during the studies for the Brazilian System of Digital TV (SBTVD) aiming the development of interactive DTV (iDTV) applications that may be used in DL courses. Two types of applications are presented, besides a tool for content authoring and a system to collect and create usage reports from the teachers using these applications.

Keywords: Interactive Digital TV, Distance Learning, Applications for Digital TV.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Luís Geraldo Pedroso Meloni, pelo suporte, confiança, amizade e orientação.

Aos colegas do RT-DSP pela companhia, idéias e amizades.

Ao Douglas, pela amizade e trabalho conjunto.

À Mariana, pela amizade, incentivo e por todo o trabalho desenvolvido em conjunto.

À Cláudia, pela amizade e outras coisas mais.

Ao Rodolfo, pela amizade e orientação.

À todos os meus professores, desde sempre, por me fazerem enxergar que somos apenas um pálido ponto azul.

À minha mãe e minha irmã, por tudo.

À FINEP, pelo apoio financeiro.

Now that you're here, tell-me you're a non-believer.

Sumário

Lista de Figuras **xi**

Glossário **xiii**

1 Introdução **1**
1.1 Aspectos da TVD 1
1.2 TVD e EAD 2
1.3 Objetivo 2
1.4 Organização do Texto 3

2 A TV Digital **5**
2.1 Visão Geral 5
2.1.1 A Emissora 5
2.1.2 O *Middleware* 6
2.1.3 O Canal de Retorno 7
2.2 Padrões de TV Digital 9
2.2.1 ATSC 10
2.2.2 DVB 10
2.2.3 ISDB 13
2.3 Histórico do SBTVD 13
2.4 ISDTV 15
2.4.1 H.264 - MPEG-4 15
2.4.2 AAC 16
2.4.3 Ginga 17
2.4.4 WiMAX 21
2.5 Conclusão 21

3 Educação a Distância e TV Digital **23**
3.1 O Ensino 23
3.1.1 EAD no Brasil 24
3.2 Padrões para EAD 25

3.3 Potenciais e Limitações . . . 26
3.3.1 A Convergência de Mídias . . . 27
3.3.2 De Telespectadores a Agentes . . . 28
3.3.3 Os Aspectos Tecnológicos . . . 28
3.4 Usabilidade . . . 29
3.4.1 A Usabilidade da TVD . . . 31
3.5 Trabalhos Relacionados . . . 37
3.5.1 Projetos Brasil . . . 37
3.6 Conclusão . . . 38

4 Aplicativos de TVDi para EAD 39
4.1 Emuladores de TVD . . . 39
4.1.1 O *XletView* . . . 39
4.1.2 IRT MHP *Middleware* . . . 41
4.2 Aplicativos Desenvolvidos . . . 41
4.2.1 O Formato de Entrada . . . 41
4.2.2 O Vídeo . . . 43
4.2.3 Recursos utilizados . . . 46
4.2.4 O Início . . . 47
4.2.5 As Cores . . . 47
4.2.6 Os Menus . . . 48
4.2.7 A Interatividade . . . 49
4.2.8 Exibição de Material de Apoio . . . 50
4.2.9 Exibição de Questões . . . 52
4.3 Conclusão . . . 55

5 Softwares de Apoio 59
5.1 Relatórios de Utilização . . . 59
5.2 O Ambiente de Autoria . . . 61
5.2.1 Cenários de Utilização . . . 61
5.2.2 A Concepção do Software . . . 62
5.2.3 Resultados Obtidos . . . 63
5.2.4 Requisitos para o Uso . . . 65
5.2.5 Organização do Conteúdo Elaborado . . . 65
5.2.6 A pré-visualização . . . 67
5.3 Cenários de Uso . . . 67
5.3.1 Instituição de Ensino . . . 67
5.3.2 Apoio ao Estudante . . . 69
5.3.3 Cursos a Distância . . . 69
5.4 Conclusão . . . 70

6 Considerações Finais e Trabalhos Futuros **71**
6.1 Trabalhos Futuros 73

Referências bibliográficas **74**

A Estudo dos Aplicativos de TVDi **79**
A.1 Conceito do Software 79
A.2 Diagramas 79
A.2.1 Diagramas de Caso de Uso 80
A.2.2 Diagramas de Classe 81
A.2.3 Diagrama de Atividade 82

B Estudo dos Ambiente de Autoria **89**
B.1 Conceito do Software 89
B.2 Diagramas 89
B.2.1 Diagramas de Caso de Uso 90
B.2.2 Diagramas de Classe 90
B.2.3 Diagrama de Atividade 93

Lista de Figuras

2.1 Visão Geral de um Sistema de TV Digital 8
2.2 Arquitetura do *middleware* MHP 12
2.3 Divisão da Tela em 3 Camadas no MHP: Camada de Fundo, Camada de Vídeo e Camada de Gráficos 12
2.4 Arquitetura do *middleware* Ginga 17
2.5 O *middleware* Ginga com as APIs reunidas em cores diferentes de acordo com a compatibilidade com o padrão GEM 19

4.1 Exemplo de aplicativo executado no XletView 40
4.2 Tela principal do emulador de *middleware* IRT 42
4.3 DTD utilizada para validação do arquivo 'imsmanifest.xml' 44
4.4 Exibição de um aplicativo para leitura de e-mails exibido sobre o vídeo 45
4.5 Exibição de um vídeo com o ícone de interatividade sobreposto ao vídeo 48
4.6 Um controle remoto padrão de *Set-top-box* 49
4.7 Exibição de um Menu Principal nos aplicativos de EAD 50
4.8 Aplicativo de exibição de Material de Apoio 51
4.9 Exibição de Questão de Múltipla Escolha na TV Digital 53
4.10 Exibição de Questão do tipo Verdadeiro ou Falso na TV Digital 55
4.11 Exibição de Questão do tipo Associativa na TV Digital 56
4.12 Exibição de Questão do tipo Preenchimento de Lacunas na TV Digital 57

5.1 Relatório de uso dos aplicativos de TVDi 60
5.2 Tela de edição de um Material de Apoio 63
5.3 Tela de edição de uma Questão de Múltipla Escolha 64
5.4 Tela de edição de uma Questão Associativa 65
5.5 Tela de edição de uma Questão de Preenchimento de Lacunas 66
5.6 Tela da simulação de execução do conteúdo no CAiTV criado. 68

A.1 Diagrama de Caso de Uso da inicialização do aplicativo 80
A.2 Diagrama de Caso de Uso da visualização de uma informação 81
A.3 Diagrama de Caso de Uso da visualização de um teste 81

A.4 Diagrama de Classes principal dos aplicativos de EAD para TVDi 83
A.5 Diagrama de Classes do Menu de Informações 84
A.6 Diagrama de Classes do Menu de Testes 85
A.7 Diagrama de Classes da Conexão com o Canal de Retorno 86
A.8 Diagrama de Classes do parser de XML NanoXML 87
A.9 Diagrama de Atividades do Aplicativo de TVDi 88

B.1 Diagrama de Caso de Uso da elaboração de uma informação 90
B.2 Diagrama de Caso de Uso da elaboração de testes 91
B.3 Diagrama de Caso de Uso da visualização do conteúdo elaborado 91
B.4 Diagrama de Classes principal do CAiTV 92
B.5 Diagrama de Classes do Painel de Edição de Testes 93
B.6 Diagrama de Classes da exibição de uma informação 94
B.7 Diagrama de Classes da exibição de testes 95
B.8 Diagrama de Classes do parser NanoXML 96
B.9 Diagrama de Atividade da elaboração de uma informação 97
B.10 Diagrama de Atividades da elaboração de testes de conhecimento 98
B.11 Diagrama de Atividades da visualização de conteúdo no CAiTV 98

Trabalhos Publicados Pelo Autor

1. Santos, D. T.; Araújo, R.C.; Barros, R. M.; Meloni, L. G. P. "Desenvolvimento do *Middleware* de Referência e Extensões para Ensino a Distância para o SBTVD". *XXII Simpósio Brasileiro de Telecomunicações* (SBrT'05), Campinas, São Paulo, Brasil. Poster, Setembro 2005.

2. Santos, D. T.; Araújo, R.C.; Barros, R. M.; Meloni, L. G. P. "Desenvolvimento de Aplicativos para Ensino a Distância através da TV Digital". *Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens* (SIBGRAPI'05) – *Workshop de TV Digital e Interativa* (WTVDI'05), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, vol CD-ROM, pp. 1–6, Outubro 2005.

3. Santos, D. T.; Silva, M. R. C.; Meloni, L. G. P. "Uma Interface para Aplicativos de EAD através da TV Digital Interativa". *XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (SBIE'05) – *Workshop de Interfaces e Interação em Ambientes Educacionais*, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, pp. 1-2, Novembro 2005.

4. Santos, D. T.; Silva, M. R. C.; Meloni, L. G. P."Ferramentas de Apoio ao Ensino a Distância via TV Digital Interativa". *X Taller Internacional de Software Educativo* (TISE'05), Santiago, Chile, pp. 145-152, Dezembro 2005.

5. Santos, D. T.; Vale, D. T.; Meloni, L. G. P. ."Digital TV and Distance Learning: Potentials and Limitations". *IEEE Frontiers in Education Conference* (FIE'06), San Diego, California, EUA, pp. 1–6, Outubro 2006.

Capítulo 1

Introdução

A televisão atinge hoje mais de 90% dos lares brasileiros, estando presente em aproximadamente 54 milhões de domicílios [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004] e, assim como todas as mídias eletrônicas, tende a seguir um processo de migração para a tecnologia digital. O sistema de TV Digital (TVD), utilizando a mesma faixa de freqüência do sistema analógico, permite a transmissão de quatro canais de TV em SD (*Standard Definition*: Definição Padrão) ou um canal em HD (*High Definition*: Alta Definição), bem como os canais de áudio associados, além da transmissão de um fluxo de dados. Neste fluxo de dados são enviados aplicativos de TVD que podem ser executados nos terminais de televisão.

No caso do Brasil, uma das principais metas do Decreto Presidencial No. 4.901, de 26 de Novembro de 2003, que institui o Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD), é a inclusão digital. Por meio deste novo meio de comunicação pode-se realizar no país uma democratização do acesso à tecnologia da informação, por meio da interatividade presente nos aplicativos de TVDi. Este caráter social é reforçado pelo fato de que a implantação da TVD não requer a troca de todos os aparelhos de televisão que se encontram em uso atualmente: para passar a receber a TVD, os usuários necessitam de uma caixa decodificadora, chamada de *set-top-box* (STB).

Este aparelho receberá os sinais digitais, processando os canais de áudio e vídeo, que podem ser convertidos para um formato compatível com os aparelhos de TV analógicos, além do fluxo de dados que será processado, pelo qual podem ser transmitidos aplicativos de TV Digital interativa (TVDi). Entretanto, para que este sistema seja utilizado em larga escala, o custo do aparelho deve ser reduzido, devido ao baixo poder aquisitivo do público alvo: a população brasileira em geral.

1.1 Aspectos da TVD

Segundo [Jorge Fernandes, Guido Lemos, Gledson Elias, 2004], existem três ondas de impacto quando da migração de um sistema de televisão da tecnologia analógica para a digital. A primeira é a substituição dos equipamentos de captura, edição e transmissão interna de áudio e vídeo, visando a melhoria da imagem e som. A segunda é a necessidade de definição e a adoção de um padrão

uniforme para codificação, transmissão, modulação, difusão e recepção digital de programas. Por fim, a terceira onda de impacto diz respeito aos modelos de negócios que deverão ser gerados para o uso da TVD. Estes modelos deverão estimular a população a investir em novos equipamentos de televisão e tornar os investimentos das redes de televisão rentáveis financeiramente.

Os usuários de TVD, além de receberem informações pelos aplicativos interativos carregados em seus STBs, poderão ter acesso ao canal de retorno. Este poderá permitir o envio de informações pelo usuário a um servidor de rede, usualmente chamada de provedor, que irá receber estas informações, fazendo com que o usuário possa interagir em tempo real com o programa de televisão transmitido, recebendo e enviando informações por meio da televisão.

1.2 TVD e EAD

O Ensino a Distância (EAD) é uma necessidade do mundo atual, que necessita de conteúdos educacionais de alta qualidade, produzidos a um baixo custo, desenvolvidos segundo padrões de qualidade e reutilização, tais como SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) [Advanced Distributed Learning, 2006] e IMS(*Instructional Management Systems*) [IMS Global Learning Consortium, 2005]. Além disto é preciso que este conteúdo possa estar disponível ao aluno a qualquer hora, criando uma flexibilidade nos horários de alunos e professores. Existem atualmente programas de sucesso para EAD utilizando a televisão no Brasil, tais como o TV Escola [Ministério da Educação: Secretaria de Educação a Distância, 2006], utilizado como ferramenta de capacitação dos professores da rede pública de Ensino Fundamental e Médio, e o Telecurso 2000 [Fundação Roberto Marinho, 2006], que fornece oportunidade de estudos Fundamental e Médio profissionalizante por meio da televisão.

No cenário da TVDi, a área de EAD ganha destaque, possibilitando a criação de novas formas de interação entre professor e aluno, por meio do uso de aplicativos que fornecem conteúdo adicional ao que foi transmitido pelo vídeo, utilizando a televisão como meio de estudo, chegando ao chamado *t-learning* (aprendizado via televisão). Exemplos de aplicativos que podem aprimorar o EAD por meio da televisão são: testes de conhecimento sobre o conteúdo exposto, *chats* entre alunos e professores, avaliações, pesquisas de opinião, resumos de aulas apresentadas, entre outros. Os resumos de aula, por exemplo, podem ser apresentados como informações adicionais sobre temas tratados em aula, possibilitando que o aluno se aprofunde em assuntos que não foram tratados em detalhes na aula exibida no vídeo.

1.3 Objetivo

O objetivo deste trabalho é apresentar as potencialidades e limitações da realização de EAD por meio da TVDi. Para isso são ilustrados aplicativos desenvolvidos para auxiliar no aprendizado via TVDi, que visam explorar duas utilizações principais da TVD para a área de EAD: testes de conhecimento e apresentação de conteúdo adicional. Estes aplicativos foram testados

em uma plataforma de TVD, com uso de um controle remoto, um STB e uma televisão analógica convencional. Além destes aplicativos foi desenvolvido um software de autoria para computador, chamado CAiTV (*Content Authoring Tool for interactive Television*), que visa facilitar a elaboração de conteúdo a ser exibido por meio dos aplicativos.

1.4 Organização do Texto

Este texto está organizado da seguinte forma. No Capítulo 2, são apresentadas características gerais de um sistema de TVD e os padrões de TVD utilizados atualmente. A Educação a Distância e as possibilidades de utilização desta em conjunto com a TVD são apresentadas no Capítulo 3. Os aplicativos de TVDi desenvolvidos são apresentados no Capítulo 4. Um ambiente de autoria para os aplicativos desenvolvidos é apresentado no Capítulo 5. Finalmente, as conclusões e propostas para trabalhos futuros estão reunidas no Capítulo 6.

Nos Apêndices A e B, são apresentados os estudos conduzidos utilizando a linguagem UML (*Unified Modeling Language* - Linguagem de Modelagem Unificada) para desenvolvimento dos aplicativos de TVDi e do ambiente de autoria. São apresentados o objetivo principal dos softwares, os Diagramas de Caso de Uso, de Classes e de Atividades.

Capítulo 2

A TV Digital

A TV Digital representa uma nova geração de tecnologias de radiodifusão, na qual os sinais são enviados e recebidos no formato digital. Um fator que tem chamado a atenção para a TVD é o seu potencial uso em áreas sociais, pelo fato de apresentar um menor custo para o usuário e possuir um modelo de interação simples, quando comparado ao uso de computadores.

Tal simplificação decorre da abstração que os aplicativos de TVDi apresentam ao usuário: em contrapartida a um software de computador, um aplicativo de TVDi é apresentado ao telespectador sem a necessidade de interação com rotinas do sistema operacional do STB, ou seja, a utilização do aplicativo independe da plataforma na qual este é executado. Há também a presença de apenas um método de entrada que, geralmente, é o controle remoto do STB, o qual é semelhante ao da televisão, apresentando um modelo de interação mais familiar ao usuário que um teclado ou mouse.

O restante deste Capítulo apresenta uma visão geral do funcionamento de um sistema de TVD e introduz os três padrões de TVD mais difundidos atualmente: o americano, o europeu e o japonês.

2.1 Visão Geral

Um sistema de TV digital compreende basicamente três componentes: uma emissora de sinais de TVD, uma caixa decodificadora, ou STB, e um aparelho de televisão. Tais itens são detalhados a seguir.

2.1.1 A Emissora

Em uma emissora de TV digital deverão estar presentes: um servidor de vídeos de TVDi e um servidor de aplicativos de TVDi. Tais vídeos, que podem ser apresentados em alta definição (HD) ou em definição padrão (SD), são enviados para um servidor central antes de serem enviados para a modulação. O servidor de aplicativos para TVDi irá armazenar os aplicativos a serem associados aos vídeos e enviados à residência dos telespectadores.

Este servidor irá então associar vídeo, áudio e dados, gerando um TS (*Transport Stream*), o qual irá conter as informações para execução dos aplicativos e exibição dos dados, e enviá-los a um modulador que irá transformar estes dados em um sinal de RF (Radiofreqüência). Por fim este sinal será enviado a uma antena e transmitido em *broadcast* as residências dos telespectadores.

Tal emissora se diferencia das emissoras atuais pelas diferenças técnicas dos sinais analógicos e digitais, pela qualidade de imagens e som, e pela construção e envio de um fluxo de dados, por meio dos quais são enviados aplicativos de TVDi.

O telespectador do sistema de TVD pode migrar para este novo sistema de duas formas. A primeira seria adquirir um aparelho decodificador de sinais de TVD, chamado de *set-top-box* (STB) (este nome se deve a posição que este geralmente ocupa, sendo colocado acima do aparelho de televisão), ou por meio da compra de uma televisão que possua suporte a exibição de imagens digitais. Este receptor, que será um aparelho a parte no caso do STB, ou estará embutido no aparelho (no segundo caso), poderá receber os sinais de RF, gerados na emissora de TVD, demodular este sinal e extrair o fluxo de dados advindo da emissora, ou TS. Deste fluxo de dados podem então ser extraídos os fluxos de áudio, vídeo e dados.

Após o processamento, estes sinais podem então ser convertidos para um formato de saída compatível com televisões analógicas, simplificando e barateando para o telespectador o processo de migração do sistema analógico para o digital. É o que é realizado geralmente pelo STB. Isto facilita a rápida expansão da tecnologia e viabiliza o chamado uso social da TVD: possibilitar a inclusão digital de grande parcela da população.

A execução dos aplicativos será realizada por um micro processador existente no STB. Para interagir com estes aplicativos o usuário poderá utilizar o controle remoto ou algum outro dispositivo de entrada, como um teclado sem fio por exemplo. Para interagir com o usuário os aplicativos serão exibidos juntamente com o vídeo e, caso seja necessário, podem ser incluído também sinais sonoros nos aplicativos.

2.1.2 O *Middleware*

A fim de facilitar o desenvolvimento de aplicativos para TVD existe uma camada de software presente nos STBs, chamada de *middleware*. Esta realiza a interface entre os aplicativos digitais interativos e o hardware dos STBs, nos quais as aplicações são executadas.

A abstração da interface de hardware do STB se dá por meio da padronização de APIs (*Application Programming Interfaces*). Existem vários padrões de *middleware*, cada um voltado a um perfil diferente de TV digital, privilegiando certos aspectos em detrimento de outros.

Os aplicativos de um *middleware* de TVD podem ser classificados em geral em dois formatos: modelo declarativo e modelo procedural. O modelo declarativo é definido por meio do uso do padrão XHTML, definido pelo W3C (*World Wide Web Consortium*). Os conteúdos e o estilo de apresentação são definidos pela linguagem de marcação que é modelada visando suprir requisitos específicos do *broadcast* de dados. Os conteúdos de um documento HTML são estáticos e, tendo em vista a dinamicidade implícita aos aplicativos de TVDi, códigos para utilização de *scripts* são embutidos ou ligados ao XHTML. As linguagens utilizadas nestes scripts variam conforme

o padrão de *middleware*. Como exemplos podem ser citados o uso de JavaScript no MHP e de ECMAScript na BML.

Já o modelo procedural se baseia em uma máquina virtual (*Virtual Machine* - VM) sob a qual são executados os aplicativos. O uso de uma máquina virtual demanda uma maior capacidade de processamento do STB mas, em contrapartida, os aplicativos procedurais costumam apresentar tamanho reduzido e podem ser executados em várias plataformas (multiplataforma), além de serem executados no ambiente seguro da VM.

O *middleware* MHP utiliza a *Java Virtual Machine* (JVM) como máquina virtual para execução de seus aplicativos procedurais. O DASE faz uso de ambientes de execução independentes chamados *Procedural Application Environment* (PAE) e *Declarative Application Environment* (DAE). Já no padrão japonês aplicações que utilizam BML e ECMAScript são definidas como uma aplicações declarativas em XHTML e também procedurais.

O aparelho de televisão a ser utilizado dependerá da saída que será gerada pelo STB: analógica ou digital. Os aparelhos de televisão analógicos podem ser utilizados caso a saída do STB seja em formato analógico e definição padrão (SD). Já para a visualização de imagens de alta definição (HD) é necessária a aquisição, por parte do usuário, de um aparelho que suporte exibição de imagens neste formato.

2.1.3 O Canal de Retorno

A Figura 2.1 apresenta uma visualização de um sistema de TVD convencional. Nesta figura pode ser observada a presença de um Provedor de Serviços para TVDi.

Os sistemas de televisão, tanto o analógico quando o digital, trabalham sobre a forma de *broadcast*, ou seja, o mesmo conteúdo é enviado por uma central, neste caso a antena de transmissão, a todos os receptores, representados neste cenário pelos telespectadores. Todavia, este sistema de transmissão prevê o envio de dados apenas na direção do produtor (emissora) para o consumidor (telespectador).

Este modelo de comunicação dificulta a transmissão de informações individualizadas aos usuários pois os dados não podem ser enviados separadamente e usualmente o *broadcast* é realizado para muitos aparelhos ao mesmo tempo. Outro exemplo seria o uso de Internet pelos usuários de TVD: o envio dos dados da Internet aos usuários por meio do *broadcast* é inviável.

Para romper com este formato de operação, a TVD prevê a existência de um canal de transmissão por meio do qual o usuário poderá enviar e receber dados personalizados do Provedor de Serviços de TVDi, chamado canal de retorno. Este Provedor será conectado tanto ao estúdio de TV Digital quanto ao telespectador e poderá receber dados do usuário e responder a estas requisições.

De acordo com o tipo de canal de retorno utilizado pelo telespectador pode-se classificar a interatividade da TVD em três formas distintas: interatividade local, interatividade parcial e interatividade plena. A interatividade local ocorre quando o STB não possui acesso ao canal de retorno e, desta forma, o telespectador pode interagir localmente (apenas no STB) com os aplicativos recebidos pelo *broadcast*.

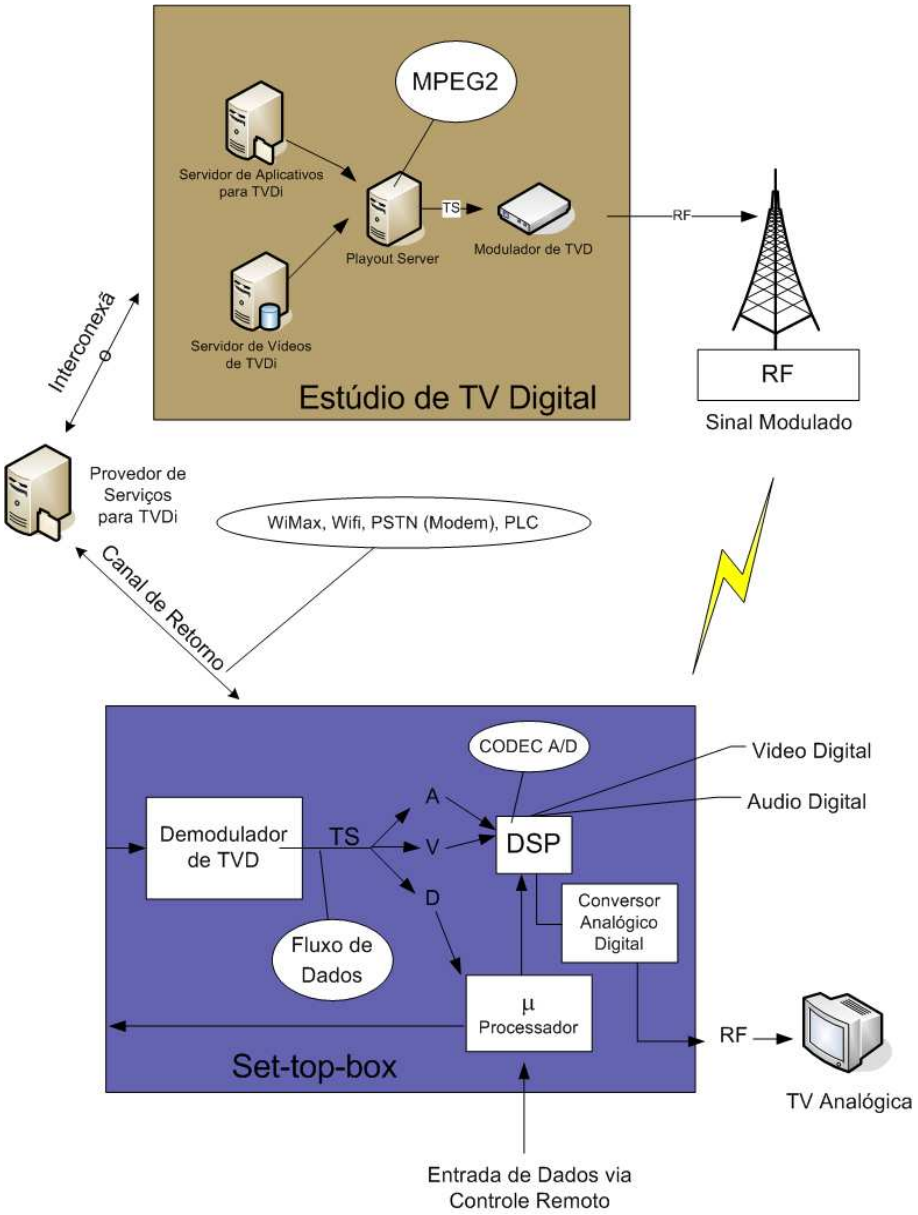

Figura 2.1: Visão Geral de um Sistema de TV Digital

Interatividade parcial ocorre quando o telespectador tem acesso ao canal de retorno mas este não está presente durante todo o tempo. Um exemplo de canal de retorno intermitente é uma conexão utilizando linha telefônica, na qual o usuário é tarifado por ligação efetuada e, desta forma, a conexão é realizada apenas quando a transmissão de dados é necessária.

Por fim a interatividade plena ocorre quando o telespectador possui acesso a um canal de retorno durante todo o tempo. Como exemplo de tecnologias que disponibilizam um canal de retorno

desta forma pode-se citar o ADSL, Wimax e a via cabo da televisão.

Baseado nas informações recebidas o provedor de serviços pode gerar várias respostas diferenciadas ao telespectador. Dentre estas pode-se destacar:

- Envio de dados ao usuário: pelas requisições provindas do usuário o provedor de serviços pode enviar para este dados personalizados como extratos de conta bancária, visualização de notícias, cotação de ações, entre outros;

- Envio de dados pelo *broadcast*: caso note-se que determinado dado está sendo solicitado por vários usuários pode-se solicitar a transmissão deste à emissora, que envia o mesmo pelo *broadcast* a todos os usuários;

- Interatividade em programas ao vivo: em programas de auditório podem ser exibidas perguntas aos telespectadores. As respostas a estas perguntas sao enviadas via canal de retorno ao provedor de serviços que repassa as estatísticas das respostas ao estúdio de TVD, possibilitando ao apresentador dar prosseguimento ao programa baseado nas respostas obtidas.

Logo, o canal de retorno deve ser visto como um elemento chave na TVD, que provê uma ampla gama de aplicativos e funcionalidades acrescentadas ao ambiente por meio do envio e recebimento de dados individualizados. O uso da TVDi como um canal para realização de compras, por exemplo, não é possível sem, ao menos, a presença de um canal de retorno intermitente, visto que a informação sobre a compra deve ser enviada pelo telespectador, algo não possibilitado na comunicação *broadcast* da televisão.

A conexão do canal de retorno deverá ser realizada com um Provedor, chamado aqui de Provedor de Conteúdo. Devido a importância destes provedores no cenário da TVD, deve-se assegurar que estes estejam disponíveis para o uso à maioria dos usuários de TVD. Há de se observar o que ocorre, por exemplo, com os provedores de acesso à Internet atualmente no Brasil: as cidades com número de habitantes reduzido e, portanto, baixa demanda de acesso à Rede, muitas vezes carecem de planos de acesso em banda larga e até mesmo discado.

Pode-se adotar, por exemplo, um modelo semelhante ao da privatização das companhias telefônicas brasileiras, no qual as empresas que administram as teles, quando adquirem a concessão para explorar os grandes mercados consumidores devem, em contrapartida, atingir metas de expansão da rede telefônica, levando este recurso também as regiões onde o retorno financeiro obtido não é tão vantajoso quanto nos grandes centros.

2.2 Padrões de TV Digital

As características apresentadas sobre a TVD constituem apenas um aspecto geral de funcionamento dos diferentes sistemas existentes. Dentre os vários padrões de TVD existentes atualmente três se destacam por sua utilização e desenvolvimento tecnológico. Esta seção descreve estes

padrões, apresentando suas características principais, como o *middleware* e a modulação utilizados, entre outras.

Estes três sistemas possuem semelhanças como o formato adotado para a codificação digital dos dados que serão transmitidos: o padrão ISO MPEG-2 (*International Standards Organization – Moving Picture Experts Group*). Este padrão define um conjunto de normas e dividi-se em MPEG-Sistema, MPEG-Vídeo e MPEG-Áudio. O MPEG-Sistema define protocolos e formatos para a criação de pacotes a ser transmitidos em fluxos elementares multiplexados. O MPEG-Vídeo define os métodos para compressão e codificação do vídeo e o MPEG-Áudio define os padrões para codificação do áudio.

2.2.1 ATSC

O padrão ATSC (*Advanced Television Systems Committee*)[1], é gerenciado por um comitê, estabelecido em 1982, que desenvolveu o sistema de TVD que é utilizado nos EUA, tendo sido adotado também no Canadá, Taiwan, México e Coréia do Sul.

Tal padrão foi criado para substituir o padrão analógico NTSC (*National Television System Committee*) e possui como característica principal a transmissão de imagens em alta definição através de uma largura de banda de 6MHz. As imagens produzidas podem apresentadas no formato 16:9 e com uma definição de até 1920x1080 pixels, o que resulta numa definição 6 vezes superior à do padrão analógico anteriormente utilizado, o NTSC. O padrão também privilegia a qualidade de áudio com o uso do formato Dolby AC-3, resultando em um som de 5.1 canais e qualidade surround.

A modulação utilizada é a 8-VSB na transmissão terrestre e 16-VSB ou 256-QAM na transmissão por meio de cabo. Para transmissão via satélite é utilizado o padrão europeu DVB-S (*Digital Video Broadcasting Satellite*). O padrão utiliza dois *middlewares* diferentes: o ACAP (*Advanced Common Application Platform*) e o OCAP (*OpenCable Applications Platform*), sendo o segundo mais popular e utilizado por diversas operadoras de televisão a cabo.

Devido ao fato da recepção de televisão nos EUA se realizar principalmente pela transmissão via cabo o padrão privilegia a transmissão de imagem e som de alta qualidade. Um aspecto não muito explorado por este padrão é a interatividade e os aplicativos de TVDi.

2.2.2 DVB

O padrão (DVB)[2] *Digital Video Broadcasting* é conhecido como o padrão europeu de TVD, sendo gerenciado por um consórcio de 270 membros de mais de 35 países. É utilizado no Reino Unido e em outros quatro países da união européia, além de vários outros países pelo mundo, atingindo mais de 270 milhões de STBs. Uma característica importante é o fato de ser um padrão

[1] `http://www.atsc.org/`
[2] `http://www.dvb.org/`

aberto, podendo a especificação ser obtida no site do consórcio DVB. Porém, apesar de ser um padrão aberto, quando utilizado o padrão DVB também exige o pagamento de *royalties*.

O DVB possui uma variedade de modulações superior a do ATSC, entre elas PSK e QAM. Há um sistema de acesso condicional para controlar o acesso a material proprietário e, na camada de transporte, uma tabela chamada de DVB-SI (*Service Information*) que conecta os vários fluxos elementares em programas e fornece descritores para a construção de guias eletrônicos de programação.

Existem quatro diferentes formas de transmissão: DVB-T (*Terrestrial*), DVB-S (*Satellite*), DVB-C (*Cable*) e DVB-H (*Handheld*). Todos os quatro estão em estágio avançado de desenvolvimento e são utilizados em larga escala.

O *middleware* do sistema europeu é o MHP (*Multimedia Home Platform*), sendo um padrão também aberto e baseado em uma plataforma chamada DVB-J, que inclui uma máquina virtual definida conforme a especificação da Java Virtual Machine, pertencente a Sun Microsystems[3], possuindo conjuntos de pacotes para funcionalidades variadas. Um aspecto positivo do MHP é a existência de emuladores desenvolvidos em código aberto, como o XletView e OpenMHP, além de proprietários, como o IRT. Há também vários softwares para desenvolvimento de aplicações, como o Cardinal Studio, AltiComposer e MediaHighway. Os aplicativos para o MHP podem ser desenvolvidos utilizando-se a linguagem Java ou HTML, sendo que a segunda opção não possui ainda nenhuma implementação comercial.

A arquitetura do MHP é dividida em três camadas principais: recursos, softwares do sistema e aplicações. A primeira camada inclui os recursos do hardware do STB, que devem ser gerenciados pelo *middleware*. Exemplos típicos são dispositivos de E/S, CPU, memória e sistema gráfico. O sistema operacional gerencia os recursos disponíveis para prover uma visão abstrata da plataforma aos aplicativos. Incluindo também um gerente de aplicações para controlar o MHP e as aplicações que são executadas, além de uma máquina virtual Java. Os aplicativos, na última camada, são programas para TV digital que são executados na plataforma para fornecer interatividade ao usuário. Exemplos típicos são guias eletrônicos de programação, testes de conhecimento, pesquisas de opinião, aplicativos de *e-commerce*, entre outros [European Broadcasting Union, 2003].

A Figura 2.2 ilustra a arquitetura do *middleware* MHP. Pode ser observada a utilização do Personal Java, um subconjunto da linguagem Java para execução em dispositivos de pequeno porte, como a base de várias APIs disponibilizadas pelo MHP, como o HAVi, a Java AWT, métodos para acesso do canal de retorno e gerenciamento de eventos de entrada e saída da interface com o usuário. Tais APIs serão descritas no Capítulo 4. Já a especificação MPEG é utilizada para execução da *Java Media Framework* (JMF), disponibilização do carrossel de dados DSM-CC, controle de acesso condicional e a seleção de canais.

O MHP divide a tela da televisão em três camadas: camada de fundo (*Background Layer*), camada de vídeo (*Video Layer*) e camada de gráficos (*Graphics Layer*), onde são exibidos os aplicativos. Tal arquitetura é ilustrada na Figura 2.3 [Jorge Fernandes, Guido Lemos, Gledson Elias, 2004]. Quando algum aplicativo interativo é executado, é possível realizar a exibição em

[3] `http://java.sun.com`

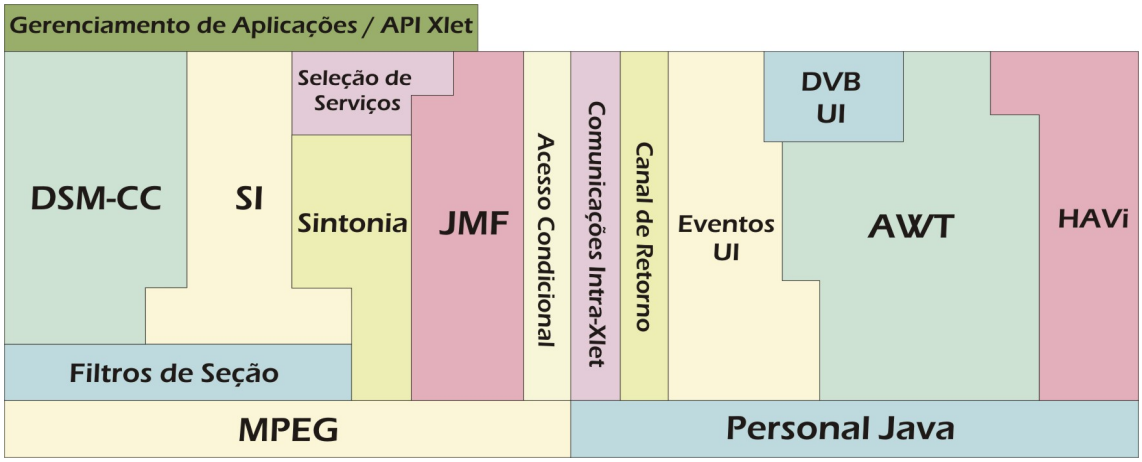

Figura 2.2: Arquitetura do *middleware* MHP

dois formatos principais:

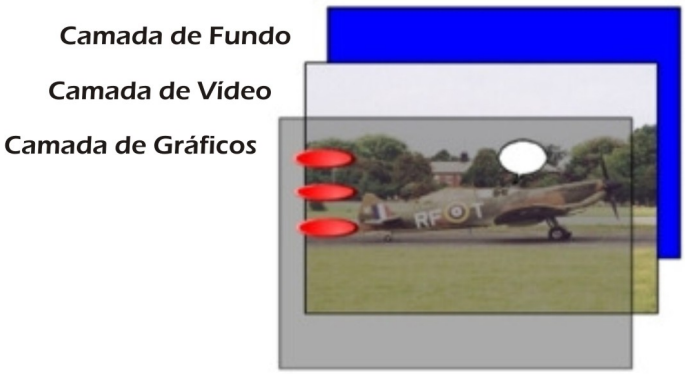

Figura 2.3: Divisão da Tela em 3 Camadas no MHP: Camada de Fundo, Camada de Vídeo e Camada de Gráficos

- Disponibilizar as informações sobrepostas ao vídeo que está sendo exibido, utilizando a camada de gráficos. Para não privar totalmente o usuário da visualização de partes da imagem, utiliza-se transparência nos elementos que fazem parte dos aplicativos;
- Redimensionar o vídeo que está sendo exibido, alocando-o em um espaço reduzido da tela da televisão, utilizando o restante para visualização dos resultados do aplicativo executado.

Pelo fato do MHP possuir algumas implementações em software livre ele foi considerado um forte candidato a integrar o projeto do SBTVD.

Entretanto, com a decisão do governo brasileiro de se basear no padrão japonês de TVD para o SBTVD, acredita-se que o *middleware* brasileiro deva se aproximar mais do *middleware* japonês,

com a possibilidade da adoção do MHP para implementação de aplicações procedurais e da linguagem BML (*Broadcast Markup Language*), pertencente ao padrão japonês, para implementação de aplicações declarativas.

2.2.3 ISDB

O padrão ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*) é gerenciado pelo grupo DiBEG[4] (*Digital Broadcasting Experts Group*), tendo sido criado em 1997 e especificado em 1999. Tal grupo é composto por empresas e operadoras de televisão, tendo como objetivo promover e especificar o sistema de televisão digital japonês.

O ISDB reúne um amplo conjunto de facilidades: suporte a vídeos de alta definição (HD), transmissão de dados e recepção móvel e portátil [Jorge Fernandes, Guido Lemos, Gledson Elias, 2004], tendo sido adotado como o padrão de transmissão de TVD no Japão e, recentemente, anunciado pelo governo brasileiro como a base para o Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVD) [CPqD, 2006].

O *middleware* utilizado no ISDB é o ARIB (*Association of Radio Industries and Businesses*). Neste sistema, áudio, vídeo e todos os serviços de dados são multiplexados e transmitidos via *broadcasting* de rádio, em um TS. Três tipos de sistemas de transmissão de dados são suportados pelo ARIB: transmissão de dados utilizando o armazenamento dos pacotes como um fluxo de pacotes no PES (*Packetized Elementary Stream*); transmissão de dados utilizando as seções, disponível para serviços de armazenagem de informação (*data storage services*) e o sistema onde os dados são armazenados diretamente no '*payload*' do pacote TS.

O padrão japonês para transmissão terrestre (ISDB-T) é o mais robusto dos padrões de transmissão terrestre, quando se trata de questões de transmissão para locais onde a recepção do sinal é prejudicada pela presença de irregularidades do relevo. Levando em consideração este e outros aspectos o governo brasileiro definiu, em Outubro de 2006, como base para o SBTVD a modulação do ISBD-T, sendo que o restante do padrão brasileiro esta em fase de especificação e possuirá alguns itens específicos, como a utilização do *middleware* procedural GINGA ([5]) e da linguagem de especificação de documentos hipermídia NCL[6] (*Nested Context Language*), ambas tecnologias nacionais.

2.3 Histórico do SBTVD

O Brasil iniciou as discussões sobre a migração do sistema analógico de televisão para o sistema digital em meados da década de 90. Em 1998 foi firmado um convênio entre a Universidade Presbiteriana Mackenzie, a Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão e a Sociedade

[4] http://www.dibeg.org/
[5] http://www.ginga.org.br/
[6] http://www.ncl.org.br/

de Engenharia de Televisão, com o apoio do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Padre Roberto Landell de Moura (CPqD), para realizar testes com os padrões de TVD existentes.

Em 1999 a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) estabeleceu um termo de cooperação com o CPqD e deu início ao processo de avaliação técnica e econômica para definição do padrão de TVD a ser utilizado no Brasil. O CPqD então, juntamente com as operadoras de televisão brasileiras, realizou testes e apresentou à ANATEL o Relatório de Análise dos Testes de Laboratório e de Campo de Sistemas de TV Digital Realizados no Brasil [Marcelo Sampaio de Alencar, 2005].

Concomitantemente às pesquisas da ANATEL o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) publicou um edital em 2001 solicitando projetos na área de TVD. Vários grupos submeteram propostas mas o edital foi suspenso.

Em 26 de novembro de 2003, foi publicado o decreto nº. 4.901, instituindo oficialmente o Sistema Brasileiro de Televisão Digital, composto por um Comitê de desenvolvimento, um Comitê Consultivo (CC) e um Grupo Gestor (GG). O CPqD e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) foram designados como entidades de apoio técnico e administrativo, cada um com funções bem definidas, subsidiando os trabalhos do Grupo Gestor.

O Grupo Gestor do SBTVD em parceria com o Ministério das Comunicações, responsável pela implementação do Funttel, criado pela Lei nº 10.052, de 28 de novembro de 2000 e regulamentado pelo Decreto nº 3.737, de 30 de janeiro de 2001 e, ainda, com o Ministério da Ciência e Tecnologia, por intermédio da Finep conforme definido no Art. 8º do Decreto nº 4.901, acolheu as propostas para habilitação de instituições a receber apoio financeiro para execução de projetos em atendimento às Requisições Formais de Propostas (RFP).

A Chamada Pública MC/MCT/FINEP/FUNTTEL - 01/2004, publicada em 17 de maio de 2004 teve por objetivo qualificar instituições capacitadas para apresentar projetos nas áreas e temas definidos como prioritários no âmbito do Sistema Brasileiro de Televisão Digital, em concordância com seu conjunto de premissas.

Em 15 de julho de 2004, foi publicada a lista das 80 instituições credenciadas, que responderam ao edital lançado em maio pela Finep. Esta, então, encaminhou às instituições escolhidas as chamadas Requisições Formais de Propostas (RFP). Em seguida, foram lançados os editais de projetos (RFPs), que propiciaram a formação de 22 consórcios de instituições de pesquisa e desenvolvimento, universidades e empresas. Os projetos começaram a ser desenvolvidos a partir de sua aprovação.

O projeto SBTVD se desenvolveu durante o ano de 2005, com 105 instituições envolvidas, entre universidades, centros de pesquisa, indústrias e emissoras, agrupadas em 22 consórcios, com os trabalhos técnicos coordenados pelo CPqD. Foram centenas de pesquisadores envolvidos, coordenando vários grupos de pesquisa e formando especialistas para trabalhar no futuro sistema de televisão digital.

O decreto presidencial no. 5.820/2006 dispõe sobre a implantação do SBTVD, estabelecendo diretrizes para a transição do sistema de transmissão analógica para o sistema de transmissão digital do serviço de radiodifusão de sons e imagens e do serviço de retransmissão de televisão. Tal decreto acabou por definir a modulação do SBTVD como sendo o sistema de modulação do sistema

japonês terrestre, o ISDB-T, e apresentando o SBTVD sob um novo nome: ISDTV (*International System for Digital TV* - Sistema Internacional para TV Digital).

2.4 ISDTV

O Fórum de TV Digital, formado pelos radiodifusores, indústria e comunidade acadêmica, divulgou em Janeiro de 2007 o primeiro conjunto de especificações do ISDTV. Estas definem o padrão H.264 para a compressão de vídeo, a codificação de áudio AAC (*Advanced Audio Coding*), a linguagem de sincronismo de mídias NCL, o *middleware* Ginga, nos subsistemas procedural (Ginga-J) e declarativo (Ginga-NCL), e, dentre as tecnologias a serem utilizadas para o canal de retorno, está o WiMAX.

2.4.1 H.264 - MPEG-4

O padrão de compressão de vídeo digital H.264, MPEG-4 Parte 10 ou AVC (*Advanced Video Coding*) foi escrito pelo *Video Coding Experts Group* (VCEG) em conjunto com o ISO/IEC *Moving Picture Experts Group*, tendo sido finalizado em Março de 2003.

O intuito deste projeto foi criar um padrão capaz de prover uma boa qualidade de vídeo com baixa taxas de bits, quando comparado ao padrão anterior (H.263), sem resultar em algoritmos e design complexos, o que acarretaria um alto custo de implementação. Desta forma o padrão poderia ser adotado como solução em uma ampla gama de redes e sistemas, como em transmissões *broadcast* e em DVDs.

Foram definidos seis conjuntos de funcionalidades, chamadas de *profiles*, no padrão H.264, visando classes de aplicações específicas:

- *Baseline Profile*: este perfil foi desenvolvido para uso em aplicações de baixo custo e com recursos computacionais reduzidos, como celulares e PDAs;
- *Main Profile*: originalmente direcionado ao consumidor comum para uso transmissão e armazenamento de aplicações, a importância deste perfil foi reduzida quando o *High Profile* foi desenvolvido para estas aplicações;
- *Extended Profile*: desenvolvido para ser o principal perfil de distribuição de vídeo, este perfil apresenta uma taxa de compressão relativamente alta e algumas outras funcionalidades de robustez quanto a perda de dados e troca de servidores de vídeo;
- *High Profile*: perfil principal para a transmissão de vídeo e armazenamento de dados em disco, particularmente para aplicações que utilizam vídeo de alta definição;
- *High 10 Profile*: este perfil é superior ao *High Profile*, incluindo até 10 bits a mais por amostra para definição de imagem;

- *High 4:2:2 Profile*: este perfil foi desenvolvido para utilização de aplicações que requerem qualidade de vídeo profissional, possuindo uma definição de imagem superior ao *High 10 Profile*;

O padrão H.264, quando comparado ao seu antecessor, o H.263, apresenta uma melhor qualidade de imagem e uma maior taxa de compressão de vídeo, com arquivos que vão de um terço até metade do tamanho dos arquivos que apresentavam o mesmo vídeo no padrão anterior. Os padrões para armazenamento de vídeo em alta definição HD-DVD e Blue-Ray também utilizam o padrão de codificação de vídeo H.264.

2.4.2 AAC

O padrão AAC (*Advanced Audio Coding*) é um formato de compressão de áudio que faz uso da perda de dados para realizar esta compactação. Também chamado de MPEG-2 Part 7 ou MPEG-4 part 3, o AAC foi desenvolvido visando substituir o padrão MP3, sendo promovido como seu sucessor para codificação de áudio em taxas de bits médias a altas.

O padrão AAC faz uso de duas estratégias principais para reduzir drasticamente a quantidade necessária de dados para representar conteúdos em áudio digital de alta qualidade:

- Componentes do sinal de áudio que são perceptualmente irrelevantes são descartados no arquivo comprimido;
- Redundâncias no sinal de áudio codificado são eliminadas;

O AAC apresenta também quatro perfis para codificação de sinal de acordo com a qualidade de áudio comprimido a ser obtida: *Low Complexity, Main Profile, Sample-Rate Scalable* e *Long Term Prediction*.

Quando comparado ao padrão MP3, o AAC apresenta:

- uma maior amplitude de freqüências suportadas (8 a 96 kHz frente a 16 a 48 do padrão MP3);
- maior número de canais (48 frente a 2 do MP3 definido no MPEG-1 e 5.1 no MP3 especificado no MPEG-2);
- Maior taxa de compressão. Como exemplo da superioridade apresentada pelo AAC frente ao padrão MP3, de acordo com o perfil AAC e o codificador de MP3 utilizado, um arquivo codificado a 96 kbits/s pelo utilizando o padrão AAC pode fornecer qualidade igual ou superior à do mesmo arquivo codificado sob o padrão MP3 com taxa de 128 kbits/s.[7]

Estas características demonstram o padrão AAC como sendo o estado da arte na codificação de áudio digital.

[7] `http://www.apple.com/pr/library/2006/jul/19results.html`

2.4.3 Ginga

O *middleware* Ginga [*Middleware* Ginga, 2007], desenvolvido no Brasil pela PUC-Rio e UFPB, provê suporte à execução de aplicativos de TVDi nos paradigmas de programação declarativo e procedural.

O paradigma de desenvolvimento de software utilizado no Ginga é chamado de orientado a componentes [R. Pereira, 2000], no qual o processo de produção de um sistema é feito através da construção de seus módulos (componentes) separadamente, sendo estes interligados posteriormente por meio de seus pontos de conexão.

A fim de ilustrar os benefícios que este modelo de desenvolvimento traz ao *middleware*, [L. Leite, C. Batista, G. Filho, R. Kulesza, L. Alves, G. Bressan, R. Rodrigues, L. Soares, 2006] cita o caso de uma aplicação de comércio eletrônico, que é executada no STB de um telespectador com deficiência visual. Pode-se personalizar este STB para, ao invés de utilizar os componentes de exibição de elementos gráficos, fazer uso de componentes capazes de traduzir o aplicativo para o formato de mensagens sonoras, tornando possível o uso da TVD por usuários portadores de deficiência, sem modificar a aplicação de comércio eletrônico.

O Ginga foi desenvolvido com base em uma arquitetura apresentada na Figura 2.4, com seus elementos sendo agrupados, de acordo com suas funcionalidades, em sete componentes principais:

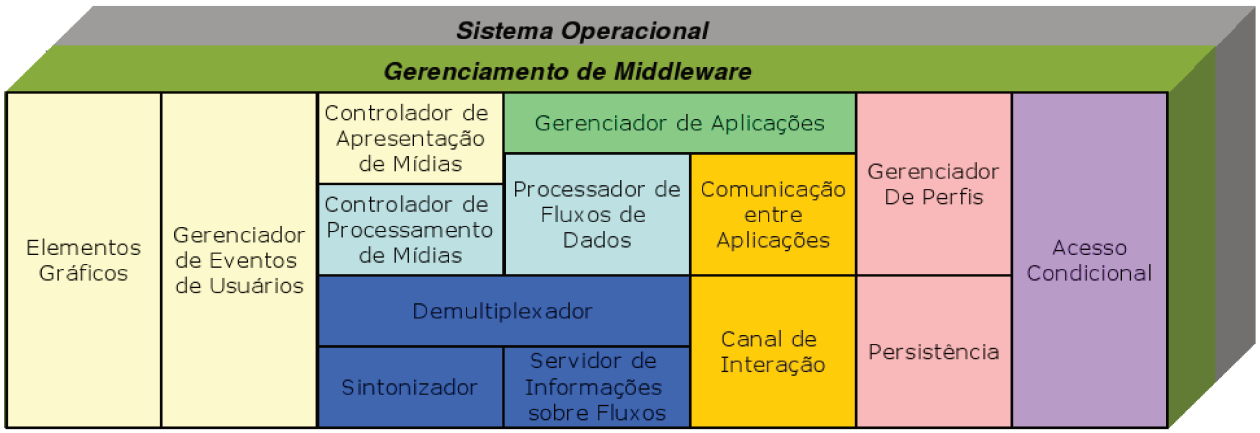

Figura 2.4: Arquitetura do *middleware* Ginga

- Acesso a fluxos de baixo nível: realiza o acesso aos fluxos de transporte, processa-os e realiza a demultiplexação para os vários fluxos elementares constituintes;
- Processamento de fluxos elementares: decodifica e disponibiliza os fluxos elementares para as camadas superiores;
- Interface com usuários: disponibiliza a interação com o usuário por meio de elementos audiovisuais, tratando também da coleta de eventos de usuário;

- Comunicação: realiza a comunicação entre aplicações que são executadas no *middleware*, bem como a comunicação com aplicações externas;
- Gerenciamento: promove a gerência do *middleware* e das aplicações executadas no mesmo;
- Persistência: armazena os dados de forma persistente no STB;
- Acesso Condicional: provê o controle de acesso a conteúdos restritos veiculados pelos canais de TVD.

O *middleware* Ginga é formado por dois módulos principais: o Ginga-J, que apresenta o suporte a execução de aplicativos procedurais, e o Ginga-ncl, no qual é fornecido suporte a execução de aplicativos declarativos.

Ginga-J

O Ginga-J possui uma estrutura para execução de aplicações desenvolvidas em linguagem Java, com funcionalidades específicas para o ambiente da TV Digital. Esta estrutura adere ao padrão GEM (*Globally Executable MHP*) [ETSI, 2004], definido pelo consórcio DVB como um conjunto de funcionalidades básicas do MHP, as quais garantem interoperabilidade na execução de aplicativos entre diferentes *middlewares*, entre eles os padrões ARIB, MHP, OCAP e ACAP.

O GEM pode ser definido como um padrão ao qual implementações de *middleware* devem se adaptar para garantir a execução global de aplicações. São definidas APIs, garantias de semântica e formatos de conteúdo com os quais os aplicativos de TVDi podem contar para a implementação de serviços interativos, executáveis em qualquer plataforma que obedeça ao padrão GEM.

O desenvolvimento do Ginga-J foi elaborado a partir de uma configuração inicial GEM e prevê que esta seja progressivamente ajustada, utilizando a substituição de componentes, visando tornar este *middleware* cada vez mais adequado às necessidades brasileiras.

As APIs do *middleware* Ginga podem ser divididas em três grupos diferentes, de acordo com a aderência ao padrão GEM, as quais são representadas pelas cores verde, amarela e vermelha. O grupo verde reúne as APIs que apresentam maior semelhança com o padrão GEM e, desta forma possibilitam uma maior interoperabilidade com outros padrões de *middleware* de TV Digital. Os aplicativos desenvolvidos utilizando estas APIs podem ser executados em outros *middlewares* que também obedeçam às especificações do GEM. Há também a possibilidade de executar aplicativos desenvolvidos para estes outros padrões no por meio do Ginga.

Já as APIs dos grupos amarelo e vermelho diferem basicamente em relação ao grau de compatibilidade com a API verde e, desta forma, com as APIs apresentadas por sistemas que sejam compatíveis com o GEM. As APIs amarelas possibilitam o desenvolvimento de adaptadores para que as aplicações desenvolvidas utilizando este grupo possam ser executadas em outros sistemas de TV Digital. Um exemplo apresentado por [L. Leite, C. Batista, G. Filho, R. Kulesza, L. Alves, G. Bressan, R. Rodrigues, L. Soares, 2006] é a construção de APIs que possibilitem a apresentação de elementos gráficos com complexidade superior às APIs apresentadas no GEM. Para permitir a

apresentação destes aplicativos pode-se desenvolver um adaptador que possibilite sua execução em outros *middlewares*.

Por fim, o grupo de APIs vermelhas não apresenta nenhum grau de compatibilidade com APIs disponibilizadas por outros *middlewares* de TVD, sendo associada geralmente a funcionalidades específicas como reconfiguração dinâmica do *middleware*. A Figura 2.5 ilustra a divisão das APIs do Ginga nos grupos de APIs verde, amarelo e vermelho.

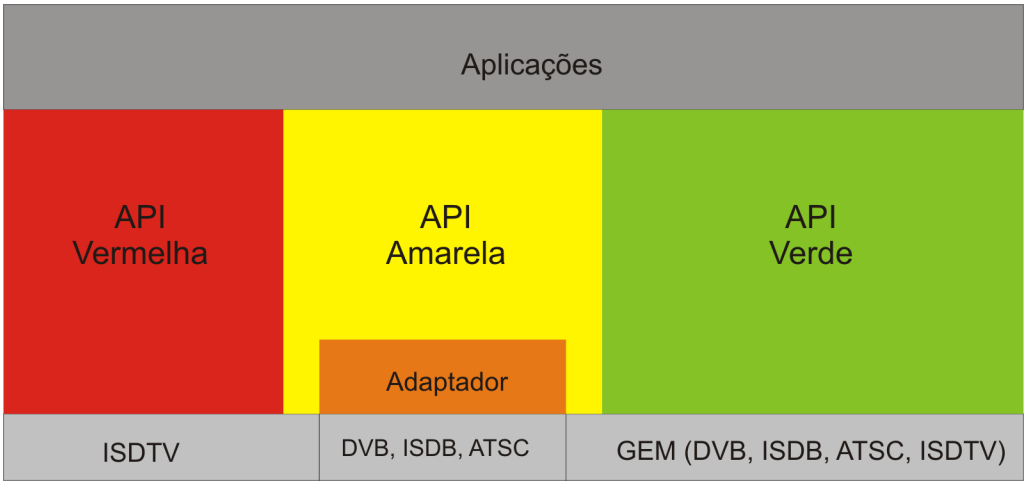

Figura 2.5: O *middleware* Ginga com as APIs reunidas em cores diferentes de acordo com a compatibilidade com o padrão GEM

O Ginga possui também aplicações residentes no STB visando prover funcionalidades básicas aos telespectadores. Dentre estas aplicações pode-se citar o navegador de aplicações, o navegador de canais, um gerenciador de perfis de usuário, um aplicativo de correio eletrônico, um navegador Web e um navegador de aplicativos declarativos, descrito na próxima seção.

Ginga-NCL

O Ginga-NCL provê uma infra-estrutura para apresentação de aplicativos de TV Digital baseados em documentos hipermídia da linguagem NCL, a qual possui funcionalidades específicas para aspectos de interatividade, sincronismo espaço-temporal de objetos de mídia, adaptabilidade e suporte a múltiplos dispositivos.

Há também um agente de usuário baseado na linguagem XHTML, que inclui uma folha de estilos (CSS - *Cascading Style Sheet*), um interpretador ECMAScript e a máquina LUA, responsável pela interpretação de scripts LUA.

Todas as máquinas de apresentação dos três principais padrões de TVD utilizam uma linguagem baseada em XHTML, que é uma linguagem declarativa baseada em mídia. Isto significa que a estrutura definida pelo relacionamento entre objetos XHTML (documentos XHTML

ou objetos encapsulados em documentos XHTML) é nativa ao conteúdo de mídia dos documentos. XHTML pode então ser definida como uma linguagem de marcação: um formalismo que descreve uma classe de documentos que utiliza marcações para delinear a estrutura do documento, sua aparência e outros aspectos.

Relacionamentos referenciais definidos por *links* XHTML são o foco da linguagem declarativa XHTML. Outros tipos de relacionamentos, como relacionamentos de sincronização espaço-temporal e relacionamentos alternativos (adaptabilidade de mídia), são geralmente definidos utilizando linguagens imperativas, como ECMAScript.

A Linguagem NCL

O foco da linguagem declarativa NCL é mais amplo que o da linguagem XHTML. Sincronização espaço-temporal generalizada, definida por *links* NCL; adaptabilidade, definida pelos elementos NCL *switch* e *descriptor switch*; e suporte para múltiplos dispositivos de exibição, definidos pelo NCL *regions*, são o foco da linguagem declarativa NCL. A interação com o usuário é tratada apenas como um caso especial de sincronização temporal.

Como a linguagem NCL apresenta uma separação explícita entre conteúdo e estrutura, esta não define a mídia em si, mas sim a forma como as mídias são agrupadas em apresentações multimídia. Desta forma, um documento NCL apenas define como objetos de mídia são estruturados e relacionados, em termos de tempo e espaço.

Pode-se assim apresentar objetos de imagem (JPEG, PNG, etc.), objetos de vídeo (MPEG, MOV, etc.), objetos de áudio (MP3, WAV, etc.), objetos de texto (TXT, PDF, etc.), etc., como objetos de mídia. Os formatos de mídia suportados dependem dos tocadores de mídia presentes no formatador NCL (NCL *player*). Deste modo, é possível também haver browsers BML, DVB-HTML e ACAP-X incluídos em um tocador de documentos NCL.

O Ginga-NCL, devido ao uso da linguagem NCL, irá apresentar:

- Interoperabilidade;
- Robustez;
- Alinhamento com especificações do W3C;
- Rejeição de conteúdos não-conformantes;
- Compatibilidade com o modelo de segurança do Ginga;
- Minimização da redundância existente com a tecnologia Ginga-J;
- Mecanismos de controle para o conteúdo de layouts precisos;

Note-se que o formatador NCL funcionará como um controlador do *middleware* e, mesmo no caso da execução de aplicativos em Java, estes serão recebidos e analisados primeiramente pelo formatador NCL, para depois serem repassados ao *middleware* procedural Ginga-J.

2.4.4 WiMAX

Dentre as tecnologias a serem utilizadas para transmissão de dados do canal de retorno no ISDTV encontra-se o WiMAX, também chamado de IEEE 802.16 [Institute of Electrical and Electronics Engineering, 2003]. Esta tecnologia permite a transmissão de dados bidirecional, em contraste com as tecnologias de *broadcast*, nas quais o dado é enviado em apenas um sentido: produtor para o consumidor.

Esta transmissão de dados é feita por meio do estabelecimento de uma rede sem fio, apresentando um custo reduzido quando comparada as tecnologias como ADSL ou acesso discado, que necessitam de uma infra-estrutura de cabeamento. Para adequar-se ainda mais o WiMAX às necessidades da TV Digital foi desenvolvido na Unicamp um perfil de freqüências de 400 MHz a 960 MHz. Esta tecnologia foi chamada de WiMAX-700.

Entre algumas das vantagens do uso do WiMAX-700 estão a ampla cobertura e a alta penetração do sinal nas residências. Um cliente da antena base WiMAX-700 poderá situar-se a até 65 km da estação rádio-base, o que representa uma vasta área de cobertura, a taxas que podem atingir até 12 Mbits/s. Deve-se observar também que a as células da rede WiMAX não necessitam possuir linha de visada direta com a estação rádio-base, outro facilitador importante para o uso desta tecnologia. Por fim, o uso de freqüências menores do que as especificadas nos padrões 802.16a, 802.16d e 802.16e, nas quais utilizam-se freqüências acima de 2 GHz, permite o acesso a rede por meio de antenas internas semelhantes às antenas utilizadas atualmente na sintonia de televisão analógica convencional.

Um dos benefícios que pode ser obtido com a implantação de um padrão de TVD no Brasil é a possibilidade da utilização da TVD para a EAD. O próximo Capítulo apresenta considerações sobre projetos com este objetivo, além de questões sobre usabilidade de aplicativos de EAD por meio da TVDi.

2.5 Conclusão

Foram apresentados neste capítulo uma visão geral de um sistema de TVD, suas características e diferenças com relação ao sistemas analógicos de televisão. Os três padrões de TVD mais difundidos atualmente foram ilustrados, sendo eles o ATSC (americano), DVB (europeu) e o ISDB (japonês.

Seguiu-se então a apresentação do projeto brasileiro para o desenvolvimento de um novo padrão, o SBTVD, por meio de um histórico da criação do padrão e as principais caraterísticas técnicas do mesmo, como o uso de tecnologias como vídeo H.264, som AAC e canal de retorno utilizando a tecnologia WiMAX.

No próximo Capítulo são apresentadas considerações sobre a educação a distância e a TVD, seus potenciais e limitações e questões acerca de usabilidade.

Capítulo 3

Educação a Distância e TV Digital

A Educação a Distância (EAD) é uma realidade do mundo atual. Segundo [ABED, 2007] mais de 700 mil pessoas participam de programas de EAD no Brasil, efetuando estudos de ensino básico, profissionalizante, graduação e pós-graduação. Na modalidade de graduação o país possui ao redor de 100.000 alunos, distribuídos em mais de 130 instituições de ensino superior credenciadas pelo Ministério da Educação.

Existem atualmente programas de sucesso para EAD por meio da televisão no Brasil, tais como o TV Escola [Ministério da Educação: Secretaria de Educação a Distância, 2006], utilizado como ferramenta de capacitação de professores da rede pública de Ensino Fundamental e Médio, e o Telecurso 2000 [Fundação Roberto Marinho, 2006], que fornece a possibilidade dos espectadores de realizarem cursos de 1o. e 2o. grau profissionalizante por meio da televisão.

O Relatório Integrador dos Aspectos Técnicos e Mercadológicos da Televisão Digital de 03/2001 mostra uma grande expectativa que a ANATEL deposita nos usos sociais da TVD, disseminando e tornando acessíveis serviços vitais para a população em geral, dentre eles a Educação a Distância. O Decreto 4.901/2003, que institui o SBTVD, especifica como um dos objetivos principais da implantação da TVD no Brasil a criação de uma rede universal de educação a distância no país.

Este capítulo apresenta algumas características da EAD atualmente e o cenário da EAD no Brasil. Primeiramente são apresentados algumas potencialidades e limitações que existem na utilização da TVDi para EAD, abordando a TVD sob um aspecto de convergência de mídias. São ilustrados também os desafios apresentados nesta nova tecnologia, alguns aspectos tecnológicos e questões sobre usabilidade na TVD. Por fim são apresentados trabalhos realizados visando a EAD via TVDi no Brasil e no mundo.

3.1 O Ensino

A comunicação sempre foi essencial para o homem e por meio desta pode-se realizar a transferência de informação . Até o século XV esta transmissão era realizada, exceto a comunicação escrita à mão, de modo essencialmente presencial. Com a invenção da imprensa por Gutenberg,

por volta de 1450, surgiu uma nova oportunidade para realização de transmissão de informação: a criação e distribuição de material educacional impresso para estudantes e professores, distribuídos em lugares diferentes.

Entretanto, a Educação a Distância utilizando a mídia impressa pecava pelo longo tempo demandado no enviar e receber informações entre todos os participantes do processo, o que prejudicava seriamente a interatividade, aspecto essencial no processo de ensino-aprendizagem [Vânia Bem, Wilson Schuelter, Dulce Márcia Cruz, 2003].

Com o surgimento da Internet, durante a Guerra Fria, e sua expansão nos anos 90, ocorreu um aumento na utilização do Ensino a Distância (EAD) por esta possibilitar a interação entre os alunos e professores de um curso de forma praticamente instantânea. Por meio da rede mundial, além de textos, podem ser transmitidos conteúdos na forma de áudio, vídeo, jogos, e várias outras aplicações que auxiliem no processo de educação a distância.

A Internet, por meio da WWW, contribuiu para o surgimento de ambientes de ensino mais dinâmicos e interativos. Estes ambientes disponibilizam ferramentas que permitem à professores e alunos utilizar a Web como um meio de compartilhamento de conhecimento. Os softwares de *e-learning*, ou aprendizado eletrônico, evoluíram dos primeiros *Websites*, que eram estáticos, para sistemas onde o foco se encontra, atualmente, na personalização de conteúdo.

3.1.1 EAD no Brasil

Não há precisão sobre o início do uso de EAD no Brasil mas, segundo [João Roberto Moreira Alves, 1998], pode-se considerar o texto do Jornal do Brasil de 1891, na seção de classificados, onde se oferece um curso de profissionalização por correspondência, como sendo um dos primeiros registros de um curso a distância a ser oferecido. A área permaneceu com pouca movimentação até 1941, quando surgiu o Instituto Universal Brasileiro, oferecendo formação profissional de níveis fundamental e médio. Durante a segunda metade do século XX não ocorreram grandes avanços, destacando-se apenas o uso de vídeos, fitas K-7 e aulas pela televisão. Contudo, estes meios continuavam apresentando os mesmos problemas do meio escrito: falta de interatividade, sendo caracterizados como meios praticamente *broadcast* de divulgação de informação.

O Brasil apresenta um déficit na área de educação que deve ser trabalhado, afim de melhorar a qualidade de vida do povo brasileiro. A população apresenta escolaridade média de 3 anos, e ainda apresenta índices de analfabetismo que chegam a 15% da população em algumas regiões do país [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004].

Quando se discute o acesso às tecnologias da informação os índices brasileiros apresentam resultados ainda mais baixos. No país, apenas 15,3% da população possui acesso à microcomputadores e 11,4% possuem acesso à Internet. Dados da UIT (União Internacional de Telecomunicações) apontam ainda que apenas 6,4% destes acessos à Internet são realizados por banda larga. Deste modo, apesar da rápida expansão nos últimos anos, a penetração da tecnologia ainda encontra-se longe da desejada.

O elevado preço dos *Personal Computers* (PCs) e o reduzido número de residências com acesso à Internet no Brasil [CGI: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2006] são obstáculos para o cresci-

mento do *e-learning* no país. Contudo, na contramão destes dados, está o crescente número de estudantes que utilizam aplicações de EAD - apenas no Brasil há mais de três milhões de estudantes em cursos a distância [Alexandre Nobeschi, 2005] - mostra os potenciais de expansão desta área.

O *e-learning* vem crescendo no Brasil e, durante a última década, começaram a ser desenvolvidos vários projetos no Brasil de softwares para a realização de cursos via Internet, com destaque para:

- TelEduc: ambiente de suporte à EAD, desenvolvido na UNICAMP, que possibilita a contextualização das atividades desenvolvidas pelos integrantes de um curso de EAD, além de ferramentas de comunicação para que os integrantes do curso possam se comunicar, aperfeiçoando o processo de aprendizado [Heloísa Vieira da Rocha, 2002];

- For-Chat: este projeto visa o desenvolvimento de uma ferramenta para facilitar a comunicação entre os agentes que participam de um curso de EAD através da Internet. Constitui-se de uma mistura de sala de bate papo (*chat*), fórum de discussão e mural de recados, permitindo aos alunos comunicar-se de forma síncrona e assíncrona [Glaucio José Couri Machado, Deise Juliana Francisco, 2003];

- AulaNET: projeto desenvolvido pelo Laboratório de Engenharia de Software do Departamento de Informática da PUC-Rio, disponibiliza suporte para criação, administração e manutenção de cursos via Internet para pessoas sem conhecimentos técnicos. Facilita a reutilização de material didático já existente [Pontifícia Universidade Católica – Rio de Janeiro, 2005].

Estes softwares são o resultado de anos de pesquisas realizadas visando desenvolver meios para realização de EAD via Internet. Os pesquisadores de aplicativos de TVDi para EAD devem buscar o aproveitamento destas pesquisas visando aproveitar todo o conhecimento adquirido, além de realizar uma convergência de mídias, analisando os aspectos destes softwares que podem ser transpostos para o ambiente da TV Digital.

3.2 Padrões para EAD

O crescimento no número de usuários de *e-learning* levou a uma ampla gama de conteúdos sendo desenvolvida para ferramentas variadas. Entretanto, foi observado que estas ferramentas não apresentavam compatibilidade entre si para o intercâmbio desses conteúdos.

Desta forma, diversos comitês e organismos de padronização promoveram pesquisas visando a padronização destes conteúdos, como o IMS Global Learning Consortium [IMS Global Learning Consortium, 2005], o IEEE's Learning Technology Standardization Committee (LTSC) [IEEE Learning Technology Standard Committee Working Group 12, 2005] e o US Department of Defense's Advanced Distributed Learning (ADL) initiative [Advanced Distributed Learning, 2006].

Estas organizações procuram padronizar tecnologias para softwares de *e-learning* de forma a possibilitar conformidade e interoperabilidade entre diversas aplicações. Há duas áreas principais nas quais estas instituições se concentram: padronização do conteúdo elaborado e padronização das ferramentas utilizadas para exibir estes conteúdos. Um dos conceitos importantes gerados por estas especificações são os objetos de aprendizado, que são elementos instrucionais baseados no paradigma de orientação à objetos, valorizando a criação de objetos que podem ser reutilizados em contextos variados [D. A. Wiley, 2002].

Os objetos de aprendizado geralmente são blocos independentes de informações que possuem significado e valor instrucional. Os desenvolvedores de conteúdo podem então combinar objetos de aprendizado para formar conteúdos como um curso ou aula. A principal vantagem na utilização de objetos de aprendizado está na adoção de padrões para desenvolvimento de conteúdo, que podem então ser reaproveitados para gerar outros conteúdos instrucionais.

Visando definir um objeto de aprendizado padrão o IEEE e o IMS Global Learning Consortium definiram o padrão *Learning Object Metadata* (LOM) [IEEE Learning Technology Standard Committee Working Group 12, 2005]. Os objetos LOM são definidos utilizando informações como: *General, Rights, LifeCycle, Technical, Educational, Relations, Classification, Annotations, e Metametadata*. Os valores destes atributos permitem que os objetos sejam classificados, facilitando assim a realização de busca por conteúdos instrucionais, possibilitando sua reutilização.

Outro modelo de objetos de aprendizado é o padrão SCORM (*Shareable Content Object Reference Model*), o qual descreve a modelagem do conteúdo e a forma como os ambientes de gestão de aprendizado devem manipular estes conteúdos, de forma a possibilitar o reuso dos objetos [Advanced Distributed Learning, 2006].

A TV Digital deverá fazer uso destes padrões para criação de objetos de aprendizado, possibilitando não só o reaproveitamento do conteúdo existente sob estes formatos, mas também a convergência de mídias entre TV Digital e *e-learning*.

3.3 Potenciais e Limitações

Com o advento da TVD e a expansão de aplicativos de *e-learning*, uma nova área aparece a ser explorada: o aprendizado por meio da TVDi, ou *t-learning*. Damasio [M. J. Damásio, C. Quico, 2004] define o *t-learning* como a convergência entre a TVDi e o *e-learning*. Uma segunda definição para o *t-learning*, proveniente de [M. Lytras, C. Lougos, P. Chozos, A. Pouloudi, 2002], define-o como a convergência de duas tecnologias: a televisão e o computador. Por fim, [P. Aarreniemi-Jokipelto, 2005] define o *t-learning* como a convergência de várias mídias, como TV, tecnologia móvel e o protocolo IP, e o e-learning. Estas mídias são incluídas por possibilitarem a execução de conteúdo distribuído por meio de *broadcast*.

A televisão encontra-se presente na maioria dos lares em quase todos os países e, com a experiência de anos de desenvolvimento e aprimoramento das técnicas de *e-learning*, a principal questão para o sucesso do *t-learning* é fornecer continuidade às atividades de pesquisa no campo de *e-learning*, buscando definir os caminhos para a convergência da Internet com a nova mídia da TV

Digital.

O EAD poderá atingir uma parcela maior da população com o uso da TVD do que os computadores, já que estes estão presentes em apenas 12% dos lares, uma quantidade inferior à da televisão, presente em mais de 90% das residências [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004]. Desta forma, a TVD, como uma tecnologia, pode aumentar de forma significativa o número de pessoas alcançadas pelos programas de EAD, pois apresenta um custo inferior e um modelo de interação simples ao usuário comum quando comparado com os PCs.

3.3.1 A Convergência de Mídias

Quando o *t-learning* é desenvolvido fazendo uso da experiência adquiridas de anos de pesquisas em aplicações de *e-learning*, ocorre o que é chamado de convergência de mídias [M. Lytras, C. Lougos, P. Chozos, A. Pouloudi, 2002, P. Aarreniemi-Jokipelto, 2005]. Esta convergência tende a resultados promissores, pois elimina a necessidade de que usuários de *e-learning* necessitem interagir com conceitos totalmente novos nos aplicativos de *t-learning* e utilizem-se do aprendizado de anos de desenvolvimento de pesquisas de *e-learning*.

Entretanto, a convergência de mídias deve ser caracterizada pela adaptação de estratégias existentes no *e-learning* para o ambiente da TVD que apresenta algumas características diferenciadas como o vídeo de alta qualidade, baixa disponibilidade de recursos, interação por meio do controle remoto e diversos cenários de disponibilidade do canal de retorno.

Esta convergência pode ocorrer, por exemplo, com a combinação de navegadores Web para TVD e programas de *e-learning* já em uso, como o TelEduc [Heloísa Vieira da Rocha, 2002]. A principal dificuldade a ser encontrada em ações como esta é que várias funcionalidades presentes nos PCs não estarão disponíveis nos navegadores Web para TVD, como os recursos de entrada e saída (teclado e mouse), o tamanho e a resolução da tela onde os dados serão visualizados, entre outros.

Um equipamento importante no uso de aplicativos de *t-learning* são os PVRs (*Personal Video Recorders*: Gravadores de Vídeo Personalizados). Com o uso de um PVR pode-se gravar o conteúdo transmitido via TVD, compreendendo o vídeo, áudio e as aplicações, possibilitando ao professor reproduzir o que foi armazenado em um momento apropriado da aula. É possível também interagir com um vídeo educativo na sala de aula, por exemplo, realizando pausas na exibição do vídeo e permitindo aos estudantes interagir com o professor que está presente na sala de aula, discutindo temas relacionados ao conteúdo exposto.

Um exemplo prático do uso de PVRs é o armazenamento de programas educativos distribuídos por emissoras educativas, como o TV Escola [Ministério da Educação: Secretaria de Educação a Distância, 2006] e o Canal Futura [Fundação Roberto Marinho, 2007], que possuem alguns programas transmitidos fora dos horários de aula de determinada classe. O vídeo é armazenado e utilizado pelo professor de forma independente do horário da transmissão.

3.3.2 De Telespectadores a Agentes

Com a TVDi o usuário necessita interagir com a televisão, tornando-se um elemento ativo no processo de comunicação, como ocorre em programas de *e-learning*. As aplicações de TVDi devem encorajar os estudantes a comunicarem-se entre si e com os professores.

A interatividade é um conceito que não existe em sistemas analógicos tradicionais. Assim sendo, a população brasileira não está habituada a interagir com a televisão, representando um obstáculo para a implantação bem sucedida de programas de *t-learning*

Uma possível solução a fim de viabilizar o uso de aplicativos de *t-learning* por estudantes é desenvolver aplicativos que apresentem tanto entretenimento quanto conteúdo educacional, incorporando o conceito de *edutainment* [P. J. Bates, 2005].

Desta forma pode-se apresentar um aplicativo educativo como algo divertido, a exemplo de um jogo, que pode levar a curiosidade dos estudantes para aprender pela TVDi, de modo que estes venham a utilizar aplicativos nos quais os conceitos educativos possam ser transmitidos e, consequentemente, o aprendizado melhorado.

Após romper a primeira barreira de interação com o usuário, por meio do uso de aplicativos de *edutainment*, o próximo passo é que o usuário, a partir de suas experiências, se engaje em programas de estudos com mais comprometimento. Partindo da modalidade de *edutainment*, o estudante pode então ser encorajado a engajar-se em atividades formais, levando-o a outros níveis de comprometimento, tais como: aprendizado formal, aprendizado informal e aprendizado não-formal [P. Aarreniemi-Jokipelto, 2005]. É interessante que o estudante não considere o *t-learning* apenas como um processo de aprendizado informal e ingresse em programas educacionais formais, utilizando os aplicativos disponíveis.

3.3.3 Os Aspectos Tecnológicos

Um aspecto importante da TVD são os diferentes usos que podem ser dados à utilização do canal de retorno, dependendo de sua disponiblidade. O cenário ideal para a EAD é que todos os estudantes possuam acesso a um canal de retorno que forneça interatividade plena. Com amplo acesso ao canal de retorno, estes podem estabelecer comunidades de aprendizado virtuais com outros estudantes e seus professores, compartilhando experiências sobre os estudos via TVDi. Outra possibilidade é o uso de outros aplicativos de TVDi, como avaliações, tarefas, envio de questões aos professores, troca de mensagens entre estudantes, entre outras possibilidades.

A TVDi deve ser utilizada como outra ferramenta que auxilia no processo de aprendizado, pela qual estudantes se comunicam com os professores e entre si próprios. Entretanto, tendo em vista as baixas taxas de acesso a tecnologias de comunicação vistas no Brasil atualmente, é presumido neste trabalho que a maioria dos estudantes não possuirá acesso à um canal de retorno, e dificilmente terá acesso a interatividade plena.

Logo, mesmo o canal de retorno sendo um recurso tecnológico que pode ser utilizado para melhorar significativamente o aprendizado via TVDi e a comunicação entre professores e alunos,

o desenvolvimento de aplicativos para *t-learning* deve considerar os diferentes cenários de disponibilidade do canal de retorno, explorando os aspectos positivos e negativos deste fato.

Considerando-se, ainda, o aspecto tecnológico, outras limitações devem ser observadas. Apesar do fato do STB apresentar recursos computacionais, este não pode ser confundido com um PC. Em aspectos gerais, seu poder de processamento e dispositivos de entrada e saída são limitadas quando comparados aos PCs (geralmente será utilizado apenas o controle remoto) e a tela, que será a televisão, apresenta uma resolução inferior aos monitores de computadores.

3.4 Usabilidade

A interface, segundo Johnson (1997), é a fina pele que separa o homem da mídia, constituindo-se ela um meio, por si só. A interface é o meio pelo qual o indivíduo se relaciona com a máquina. Os parâmetros de interface e ergonomia para os serviços a serem desenvolvidos devem estar embasados no planejamento do designer de interfaces, de modo a garantir a qualidade de uso, aceitação e efetividade do sistema. Uma interface deve ser fácil de ser usada, fornecendo aos usuários seqüências simples e consistentes de interação, exibindo claramente as alternativas possíveis sem confundir nem deixar o usuário inseguro.

A TV analógica é um recurso tecnológico utilizado por grande parte da população brasileira e possui um modelo de interação simples, sendo utilizada sem a necessidade de treinamento. Porém, com o advento da TVD, algumas questões sobre usabilidade devem ser levantadas, tais como: qual será o grau de complexidade dos serviços interativos oferecidos por meio da TVD? Os usuários aprenderão a manusear o controle remoto e os programas interativos sem nenhum treinamento para este fim? Com aplicativos que envolvem, por exemplo, funções bancárias, qual o custo de um aplicativo que induz o usuário a executar uma ação incorreta?

O padrão ISO-9241-11 [ISO 9241 Part 11, 1998] define a usabilidade como "a efetividade, a eficiência e a satisfação com que usuários específicos atingem objetivos especiais em ambientes particulares". Para Nielsen (1994) a usabilidade pode ser dividida em cinco critérios principais:

1. Eficiência: o sistema deve apresentar um alto nível de produtividade, sendo eficiente em seu desempenho.

2. Intuitividade: o sistema deve apresentar facilidade para uso, permitindo que, mesmo um usuário inexperiente, seja capaz de produzir algum trabalho de forma satisfatória.

3. Memorização: a interface do sistema com o usuário deve ser de fácil memorização, permitindo que usuários consigam utilizá-las mesmo depois de um longo intervalo de tempo.

4. Erro: o sistema deve apresentar o menor índice de erros possível e, quando ocorrerem, devem possuir soluções simples e rápidas mesmo para usuários iniciantes. Não podem ocorrer erros graves ou sem solução.

5. Satisfação: o sistema deve agradar ao usuário, avançados ou iniciantes, permitindo uma interação agradável.

Para permitir um desenho de interfaces que obedeça a estes critérios utiliza-se o fluxo de usabilidade, no qual se analisa o problema, definem-se metas, desenham-se soluções e avaliam-se soluções, buscando a verificação das metas estabelecidas. Estas soluções são geralmente baseadas em protótipos da interface, que possibilitam a avaliação das soluções propostas o mais cedo possível, visando reduzir os custos envolvidos na mudança do sistema. A usabilidade requer experimentação e avaliação pois há a necessidade de verificação da qualidade de soluções que envolvem interação com o ser humano.

Deve ser observado que para um mesmo usuário, o mesmo produto pode apresentar diferentes características de usabilidade quando utilizado com objetivos ou em ambientes diferentes. Desta forma, nota-se a necessidade de estudos de usabilidade para o público alvo da TVD no Brasil: a população brasileira.

Em [J. Nielsen, R. L. Mack, 1994] são definidas 10 regras heurísticas a serem abordadas em interfaces com design centrado no usuário, conforme exposto a seguir. Apesar de não se referir ao ambiente da TVD, mas sim a sistemas computacionais, sua importância se deve às suas múltiplas aplicações e sua contemporaniedade.

Heurística de Nielsen

1. Visibilidade do status do sistema: o sistema deve sempre manter o usuário informado sobre o que está acontecendo, fornecendo retorno às ações executadas por este dentro de um período de tempo razoável.

2. Correspondência entre o sistema e o mundo real: o sistema deve transmitir mensagens ao usuário em termos que sejam compreensíveis a este, ao invés de utilizar termos específicos do sistema. Deve-se seguir convenções do mundo real, de modo que a informação apareça para o usuário numa ordem lógica e natural.

3. Controle e liberdade do usuário: o sistema deve permitir que o usuário possua controle sobre o sistema, com funções como desfazer e refazer, e permitir que, após o usuário cometa um erro, este retorne ao estado anterior sem a necessidade de passar por um extenso processo.

4. Uniformidade e padrões: devem ser seguidas padrões por todo o sistema, sem necessitar que o usuário deve pensar se palavras, situações ou ações diferentes significam a mesma coisa em diferentes estados do sistema. O sistema deve seguir as convenções da plataforma onde está sendo executado.

5. Prevenção de erros: o design da interface deve evitar que o usuário cometa erros. É melhor evitar erros do que exibir boas mensagens de erro.

6. Reconhecer ao invés de relembrar: as opções, ações e os objetos devem estar sempre visíveis para o usuário. Este não deve precisar recordar informações para poder prosseguir com o uso do sistema. Instruções sobre o uso do sistema devem estar visíveis ou serem de fácil acesso.

7. Flexibilidade e eficiência de uso: modos de acelerar as funcionalidades do sistema devem estar disponíveis, possibilitando que usuários avançados as utilizem, sem prejudicar o uso do sistema por usuários novatos. As ações que são usualmente executadas pelo usuário devem ser passíveis de personalização.

8. Design e estética minimalista: deve ser exibido ao usuário apenas o estritamente necessário, sem informações irrelevantes ou raramente necessárias. Informações necessárias na tela competem pela atenção do usuário com as informações relevantes, confundindo o usuário e dificultando o uso do sistema.

9. Reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros: as mensagens de erro devem ser descritas em linguagem comum (sem códigos específicos do sistema), indicando precisamente qual é o problema e sugerir uma solução.

10. Ajuda e documentação: a ajuda deve ser de fácil acesso, permitindo pesquisas, enfocando a tarefa do usuário e relacionando etapas concretas a serem seguidas para a solução de dúvidas do usuário.

3.4.1 A Usabilidade da TVD

Um aspecto chave no desenvolvimento e na utilização de aplicativos de *t-learning* está relacionada à usabilidade e ao design da interface de aplicativos de TVDi, que devem ser desenvolvidos visando facilitar a interação com o usuário. Dentre os aspectos a serem considerados estão [M. Gawlinski, 2003]:

- Usuários: enquanto em aplicativos de *e-learning* o estudo é uma atividade individual, no *t-learning* os aplicativos devem considerar que, tipicamente, assistir à televisão é uma atividade realizada em grupo. Desta forma existe um novo cenário, onde as aplicações de *t-learning* podem explorar os grupos de trabalho, em casos onde deva existir colaboração e cooperação entre os estudantes;

- Distância da tela: em geral os usuários se posicionam a uma distância considerável quando assistem televisão, se comparada com a distância do usuário de um computador pessoal. Deste modo, sua visibilidade do restante do ambiente é maior, como a possibilidade de se distrair com outros eventos que não a televisão. Assim, há algumas estratégias na modelagem de aplicativos de TVDi que procuram manter a atenção do espectador, tais como: fontes de texto largas e claras, textos espaçados e divididos em pequenas partes, uso de sinais sonoros, cores e imagens que atraiam a atenção usuário, entre outros;

- Controle remoto: a entrada de dados pelo usuário é realizada pelo controle remoto. Diferentemente de um teclado ou um mouse, os aplicativos de TVDi devem considerar o uso do controle remoto para evitar problemas como o fato do usuário compreender como navegar

por um aplicativo de *t-learning*. Algumas estratégias para resolver este problema são: partes importantes do aplicativo devem ser distribuídas logicamente na tela da televisão; utilizar o teclado numérico para navegar pela lista de opções; evitar o uso de ícones abstratos, como um dedo apontando para alguma parte da dela (qual tecla iria ativar este ícone?); minimizar o número de teclas que podem ser pressionadas; evitar o uso de páginas que necessitem de rolagem da tela, entre outros;

- Entrada de texto: este é um problema que pode ser resolvido com o uso de um teclado virtual na tela da televisão, manipulado através do controle remoto, ou utilizando o teclado numérico para a seleção de caracteres, tal como acontece nos telefones celulares. Pode-se também considerar o uso de teclados sem fio em STBs avançados;

- Visibilidade das aplicações: é necessário verificar o contexto da aplicação de TVDi quando for realizado o planejamento de sua interface. Em aplicações de *t-learning*, o material instrucional não deve sobrescrever ou dificultar a visualização do vídeo.

Chorianopoulos (2002) apresenta três aspectos importantes no *design* de aplicativos de TV Digital: a perspectiva da emissora e da indústria de eletro-eletrônicos, um estudo etnográfico do consumo de mídias em domicílio e a criação de conteúdo multimídia interativo. As emissoras, com o advento dos PVRs, perdem o chamado controle sobre a programação do usuário, devido ao fato de que os programas podem ser armazenados localmente, fornecendo ao usuário um acesso dinâmico à programação, diferentemente do aspecto linear apresentado pelo *broadcast*. Estes dois modos de programação devem se complementar, estando ambos disponíveis, ao invés de competirem um com o outro.

O estudo etnográfico visa possibilitar que os aplicativos de TVDi suportem tanto a sua utilização por um grupo de usuários quanto a utilização por um indivíduo apenas. Por fim, Chorianopoulos diz que o design dos aplicativos deve possibilitar usuários ativos e passivos diante da TVDi, tendo em vista que o uso atual da televisão é extremamente passivo e que usuários que desejem continuar a utilizá-la desta forma devem dispor desta possibilidade.

A Rede de Televisão BBC (2002) faz algumas recomendações acerca da usabilidade de aplicativos de TVDi. Recomenda-se a manutenção de margens de segurança nos cantos da tela pois a TV não exibe todos os pixels definidos na resolução da TV.

As imagens digitais são exibidas em mapas de pontos, chamados de pixels. Nos computadores os pixels possuem a mesma medida em todos os lados, formando um quadrado. Já na tela da TV os pixels apresentam uma distorção horizontal, na proporção de 1 x 1.067. Os desenvolvedores de aplicativos devem atentar para este fato, evitando a exibição de aplicativos distorcidos na TV.

É citada também a necessidade de que o desenvolvedor de aplicativos atente para o os diferentes formatos de exibição de vídeo na televisão: 4:3, 16:9, entre outros. Deve-se realizar testes para garantir que o aplicativo encontre-se sempre em uma área passível de visualização pelo usuário, evitando o problema citado no páragrafo anterior. Deve-se ter um cuidado especial também com as imagens exibidas na tela da TV, que facilmente apresentam exibição distorcida devido a baixa

resolução da tela da TV. Imagens com linhas de uma só cor devem ser evitadas, para não resultar em uma distorção chamada *flick*, onde a imagem fica tremendo na tela.

Ainda segundo a BBC, as cores em aplicativos de TVDi também devem ser escolhidas com cuidado, visto que a gama de cores disponíveis na TV é inferior à dos monitores de computador, apresentando imagens com alto contraste e alta saturação. Para exibir na TV as mesmas cores da TV as imagens devem ser desprovidas de saturação e de ser evitado o uso de vermelhos e laranjas fortes, pois estes causam especial distorção, além de se evitar o uso de brancos e pretos puros, que nunca devem ser utilizados. A quantidade máxima de branco a ser utilizada, no esquema de cores RGB, é de 95% para o branco, resultando em uma paleta de 240/240/240, e de 5% para o preto, resultando na paleta mínima 16/16/16. No geral, cores definidas claramente, em regiões amplas, e cores dessaturadas são a melhor opção para os aplicativos. Curvas nas imagens causam menos distorção que linhas retas e movimentos atenuam os problemas de visualização de aplicativos na tela da TVDi. Por fim o guia elege as fontes Tiresias e Gill Sans, fontes desenvolvidas especialmente para a TV, como ideais para uso nos aplicativos de TVDi, com o tamanho mínimo 18.

Um estudo com mais de 4.000 usuários e 3 marcas de STBs comercializados atualmente na Europa, utilizando o padrão DVB, Klein (2003) destaca vários aspectos da TVD. Do ponto de vista de usabilidade, afirma-se que os equipamentos e serviços oferecidos pela TV analógica atualmente são diferentes significativamente dos serviços oferecidos pela TVD. Um dos resultados aponta que a TVD, ao invés de diminuir, aumenta o número de pessoas excluídas do acesso à TV. Os usuários encontraram maiores dificuldades em utilizar os STBs analisados do que na utilização de aparelhos de TV analógicos convencionais. Cerca de 15% dos consumidores, ao adquirirem um STB, necessitam de suporte técnico para instalação e configuração do mesmo. O estudo aponta como melhorias a serem realizadas a inserção de funções de personalização que não confundam o usuário leigo, a união das operadores de TV na solução de problemas de interoperabilidade entre os STBs e estudos sobre a ergonomia do controle remoto.

As Imagens na Tela

A análise de 50 casos de uso de televisão interativa levaram às propostas de Hedman, apresentadas por Hedman (2002), que sugerem que, ao invés da inserção de imagens gráficas chamativas em aplicativos de TVDi, deve ser dada uma atenção especial a estes objetos. Tais gráficos devem ser apresentados de acordo com sua proximidade concreta e conceitual em relação ao conteúdo exposto, além do cuidado especial que deve ser dado ao mapeamento das funções do controle remoto, evitando, por exemplo, dissonâncias cognitivas na navegabilidade pelos aplicativos. Esta importância acerca do mapeamento dos botões do controle remoto é observada também por Hedman.

Em uma análise final, Hedman afirma a dificuldade observada no desenvolvimento de aplicativos com interfaces inovadoras e criativas, a necessidade fundamental de se utilizar boas técnicas de usabilidade e o fato de que, apesar de ser mais complexo, o desenvolvimento de interfaces ricas em recursos visuais é um elemento positivo em aplicativos de TVDi. Para o desenvolvimento de aplicativos educativos o autor sugere a realização de estudos de usabilidade, sendo elaborada uma

forte conexão entre o conteúdo dos aplicativos e o conteúdo do vídeo educativo e que a utilização de interfaces inovadoras pode resultar em experiências de aprendizado ainda mais motivadoras para o usuário.

Guias Eletrônicos de Programação

Os Guias Eletrônicos de Programação são aplicativos disponíveis nos STBs que possibilitam ao telespectador visualizar a programação corrente a futura dos canais disponíveis no seu televisor. Sobre estes, IMR (2006) relata vários aspectos de usabilidade. Há primeiramente a necessidade de que seu desenvolvidos vise o uso por meio do controle remoto, utilizando o menor número de botões possível, dando preferência ao uso de teclas eficientes e confortáveis para o usuário. Estudos de usabilidade foram desenvolvidos mostrando que os usuários tendem a observar a tela da televisão à procura de dicas de como interagir com os aplicativos e, como exemplo, é ilustrado que, quando da ocorrência de erros, a tela costuma ser o local observado à procura de um botão voltar, ao invés do controle remoto.

É recomendada também que a entrada e a saída do GEP seja feita de forma simples, de preferência por botões indicando Guia e TV. A velocidade com que as informações são disponibilizadas ao usuário é um fator importante e, quando da demora para carregar algum aplicativo, devem ser utilizadas barras que indiquem a evolução da obtenção das informações pelo STB. As informações devem estar sempre ao acesso do usuário a uma distância não maior que dois cliques no controle remoto e as funções disponíveis devem apresentar consistência com os demais aplicativos do STB, como o aplicativo para sintonia de canais ou leitura de *e-mails*, por exemplo. A lista de canais deve apresentar um número máximo de 6 canais, possibilitando que o usuário visualize com clareza as informações, ao invés de um número maior de canais apresentado de modo confuso e sobrecarregado.

O estudo apresentado em Serco (2000), além de reafirmar alguns conceitos apresentados por IMR (2006), afirma que os usuários, quando navegam pelo EPG, esperam, ao clicar sobre um item da programação de um canal, visualizar informações sobre aquele programa. Desta forma, ao invés de selecionar diretamente o programa escolhido, exibindo-o na tela, o GEP deve exibir informações acerca deste, possibilitando então que o usuário retorne a tela anterior ou sintonize o canal no qual o programa escolhido está sendo exibido. Além disto, devem estar disponível aos usuários listas de canais separadas por gêneros, além do guia geral de programação.

Ambientes de EAD

Damasio (2004) apresenta um projeto que tem como objetivo principal provar a seguinte tese: "o uso da TVDi para EAD pode incrementar os níveis de motivação e retenção cognitivas dos estudantes". O projeto irá avaliar esta possibilidade por dois meios principais: análises de usabilidade e respostas cognitivas dos usuários. Para realizar a análise de usabilidade será utilizada a heurística de Nielsen, apresentada acima, além de uma avaliação dos participantes do processo, por meio de

questionários, de de um grupo para observação, dentre uma amostra de professores e alunos, dos registros de uso dos aplicativos de TVDi e também a observação direta da interação.

A Universidade de Derby demonstrou o uso da transmissão de canais de TV interativos via satélite para centros de Educação a Distância interativos, transmitidos utilizando a tecnologia IP para 22 salas de aula distribuídas em cinco centros de extensão universitária [C. O'Hagan, 2001]. Ainda de acordo com um estudo etnográfico desenvolvido por Zhao (2002), o formato de aprendizado via TVDi não foi tão bem sucedido quanto o formato presencial. Foram analisados neste estudo o processo de ensino e aprendizado, além dos atores do processo: o instrutor, os estudantes locais e os estudantes remotos. Segundo Zhao os benefícios dos programas de EAD via TVDi são a adesão de estudantes não tradicionais, ou seja, alunos que, caso não possuam a possibilidade de realizar um curso a distância, não irão ingressar em salas de aula tradicionais. A outra vantagem é a redução dos custos para a instituição que disponibiliza o curso.

Em um estudo sobre a usabilidade de ambientes aplicativos de TVD para fins educacionais Waisman (2006) define uma heurística de atributos educacionais, chamada de Heurística Educacional, devendo ser utilizada como complemento da lista de heurística de Nielsen. Os itens desta heurística são listados a seguir.

1. Descoberta: oferecer ao usuário a possibilidade de procurar, olhar, encontrar informações que deseje, despertando a curiosidade e estimulando a possibilidade de ação e reação do indivíduo sobre a TV e o conteúdo. Avalia-se também a padronização de interface, promovendo elementos que propiciem a diferenciação, representando e demonstrando padrões de informação tanto para novatos como para usuários experientes, facilitando o processo de descoberta.

2. Envolvimento: garantir o senso de pertencimento para que o usuário possa perceber valor na interface, desenho centrado no aprendiz, considerando o que deve ser ensinado, por que aquele conceito deve ser ensinado, em qual contexto ele se encaixa e quais competências prévias o aprendiz deve ter para compreender aquele conceito, reforçando a sensação de entretenimento e não de aprendizagem.

3. Clareza conceitual: reforçar, por diferentes técnicas e linguagens na interface, o conceito educacional que se quer transmitir, limitando-se a no máximo dois conceitos por serviço interativo oferecido, pois indivíduos aprendem grupos de informação em torno de um mesmo conceito, a cada vez e agrupando o conhecimento específico em torno de conceitos-chave ou grandes idéias. Aqui estimula-se o usuário a explicar, na sua representação individual, o significado do que foi visto, aplicado ao contexto local.

4. Positividade: utilizar a técnica de *feedback* com reforço positivo do conceito explorado, explicando o resultado ou o tema que se está tratando e reforçando a capacidade de auto-avaliação.

5. Reflexibilidade: utilizar linguagem e arquitetura da informação que propiciem a reflexão e a busca dos conhecimentos previamente adquiridos, estimulando-se a possibilidade de gerar

argumentações razoáveis sobre o conceito discutido e a resolver problemas, motivando o usuário a utilizar conhecimentos previamente adquiridos e aplicá-los no contexto atual para resolver problemas a partir de informações fornecidas.

6. Contextuabilidade: provocar a aplicação de conceitos, utilizando modelos de representação simbólica derivados da cultura local e repertório coletivo, evitando a apresentação de fatos isolados ou proposições fora de contexto, mas aplicável e condicionado a um conjunto de circunstâncias. Pessoas aprendem em contextos diferentes, por meios diferentes e um contexto pode não ser transferido para o outro, exigindo o uso de linguagens diferentes. Neste item considera-se também a factualidade, ou seja, a oferta da maior quantidade de informações possível que ajudem o indivíduo a formar o conceito por meio de fatos, idéias e do contexto.

7. Transferabilidade: organizar informações em quadros conceituais, permitindo maior transferência e aplicação do mesmo, estimulando a capacidade para transferir a informação aprendida aplicada ao contexto, pois esta requer uma compreensão para que ocorra a transferência.

8. Modificabilidade: habilidade para modificar pré-conceitos trazidos do repertório individual sobre como o mundo funciona, a partir de informações obtidas e desenhando analogias, estimulando-se o uso de conhecimentos básicos organizados para que se possa construir sobre os mesmos, desafiando aprendizes e fazendo com que substituam ou agreguem algo novo ao conhecimento que já possuem. Utilizar atividades que tragam a tona conhecimentos prévios, deixando o indivíduo em estado de atenção.

9. Temporalidade: tempo de aprendizado é individual e deve ser respeitado. A oferta de menos conceitos em uma mesma atividade ou interface podem acelerar o tempo de aprendizagem. Neste ponto avalia-se, indiretamente, a perenidade dos conhecimentos adquiridos, dentro do conceito de aprendizagem superficial e profunda.

10. Flexibilidade: estimular diferentes graus de flexibilidade na abordagem da informação e sua contextualização, por meio de um modelo de organização do conhecimento e conteúdo para garantir flexibilidade e adaptabilidade para novas situações, com a valorização de conhecimentos pré-existentes ou endereçamento do conhecimento não existente previamente, diferenciando a arquitetura de informação e estrutura de navegação para usuários iniciantes e experientes.

Waisman espera que, por meio desta lista, desenvolvedores, provedores de conteúdo e atores da cadeia produtiva e de valor em geral, possam se beneficiar ao terem a intenção de produzir elementos educacionais e, até mesmo, serviços educacionais propriamente ditos utilizando o meio TV Digital.

Porém, esta lista não necessariamente satisfaz a necessidade de avaliar a capacidade de aprendizado do indivíduo mediante o uso da interface. Isto se deve ao fato que, por mais determinante que o desenvolvimento de aplicativos de EAD para TVDi seja, apenas os aplicativos não são suficientes para um aprendizado adequado. Este depende também do conteúdo desenvolvido para

utilização dos aplicativos, que deve ser elaborado por profissionais da área de educação, os quais devem ser envolvidos também no processo de desenvolvimento dos aplicativos.

3.5 Trabalhos Relacionados

A TV Digital já foi implantada em vários países do mundo, como Japão, Estados Unidos, Inglaterra, Alemanha, entre outros. Deve-se observar que estes países apresentam uma população com taxas de educação e desenvolvimento superiores às do Brasil. O uso da TVD nestes países, para realizar a EAD, não é tão necessário quanto no Brasil, já que sua população possui acesso a outros meios de comunicação como a Internet. Deste modo, poucas pesquisas tem sido realizadas nestes países visando desenvolver programas de EAD pela TVDi.

O Wish TV (*World Gate Internet School to Home*) é um projeto americano em andamento que envolve escolas, residências, pais, professores e alunos conectados via cabo, proporcionando recursos educativos através de aplicativos educacionais interativos e do acesso à Internet. O projeto procura funcionar como um canal de comunicação constantes entre os pais e a escola, com os professores se comunicando com os pais por meio de um programa transmitido via TVDi.

Em [A. E. Eguia, M. L. Nores, Y. B. Fernández, J. P. Arias, B. B. Martínez, J. G. Duque, A. G. Solla, M. R. Cabrer, 2005] é descrito um *framework* para o desenvolvimento de serviços educacionais colaborativos e distribuídos, propondo a implementação deste como uma extensão do MHP. O trabalho é baseado em uma seleção de tecnologias disponíveis de forma livre, como XML, JavaBeans, LOTOS[1] e JXTAS[2]. O XML é utilizado para realizar a comunicação com bases de dados de conteúdos IMS e para as mensagens de sinalização interna do *framework*. O ambiente JavaBeans é utilizado na construção de aplicações e o LOTOS é utilizado para funções de sincronização e concorrência entre usuários do sistema. Por fim o JXTA é utilizado para possibilitar a conexão direta entre usuários do ambiente de *t-learning*, comunicando-se por meio de redes *peer-to-peer* (P2P). Contudo não são apresentados no trabalho testes com usuários ou aplicativos desenvolvidos utilizando a ferramenta.

3.5.1 Projetos Brasil

A seguir são descritos alguns trabalhos que procuram desenvolver meios de utilizar a TV Digital para EAD no Brasil:

- SAPSA (Serviço de Apoio a Distância ao Professor em Sala de Aula: Este projeto vem sendo desenvolvido pelo CPqD e pela Faculdade de Educação da UNICAMP e visa estabelecer um serviço de apoio a distância aos professores em salas de aula de escolas de 1o. grau, utilizando a TV Digital Interativa como ferramenta de busca e desenvolvimento de conteúdo multimídia interativo. Dentre as características do sistema destacam-se a facilidade de uso

[1] `http://wwwtios.cs.utwente.nl/lotos/`
[2] `http://www.jxta.org/`

e o fornecimento a distância de material didático multimídia [Sergio Ferreira do Amaral, 2004].

- CAPDA (Comitê das Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento da Amazônia): este projeto visa desenvolver e testar aplicativos de TV Digital Interativa para auxiliar na formação de professores da rede estadual por meio do programa Pró-Formar. A UEA (Universidade Estadual do Amazonas) possui domínio completo sobre um canal de TV Digital via satélite e vem distribuindo conteúdo para auxiliar no aperfeiçoamento do pessoal de ensino do Estado [Comitê das Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento da Amazônia, 2004].

- SBTVD: O Governo Brasileiro vem realizando pesquisas para definição de um padrão brasileiro de TV Digital. Uma das partes do projeto que está sendo desenvolvido pela UNICAMP prevê a criação de aplicativos interativos para permitir que o aluno de um curso a distância por meio da TV Digital possa obter mais informações sobre a aula que está sendo assistida.

3.6 Conclusão

Foram apresentados neste Capítulo a EAD e algumas características da utilização da TVDi na realização deste tipo de educação. Os padrões LOM, SCORM e IMS foram ilustrados, além de considerações acerca da usabilidade da TVD, tais como: atividades separadas e em grupo, o uso do controle remoto, as limitações os métodos de entrada de dados para a televisão e o uso de cores que facilitem a visualização do aplicativo pelos alunos.

Visando aprofundar este estudo das potencialidades e limitações da EAD por meio da TVDi foram desenvolvidos, durante e após o SBTVD, aplicativos de TVDi que visam auxiliar alunos e professores em cursos de EAD pela TVDi. Para permitir a criação de conteúdo para estes aplicativos foi desenvolvido também um software que permite a criação facilitada de conteúdo para estes aplicativos. Estes aplicativos e o ambiente de autoria são descritos nos Capítulos 4 e 5.

Capítulo 4

Aplicativos de TVDi para EAD

Este Capítulo descreve os aplicativos desenvolvidos durante as pesquisas para definição do SBTVD, visando auxiliar professores e alunos que participem de programas de EAD via Televisão Digital interativa. São descritas também as características dos emuladores do *middleware* MHP *XletView* e IRT, utilizados para simular a execução dos aplicativos em um microcomputador com sistema operacional Windows.

4.1 Emuladores de TVD

Como ilustrado no Capítulo 2, a TVD, para sua utilização, necessita de uma emissora de TVD, um sistema de radiodifusão e um STB para realizar a recepção e decodificação dos sinais, visando posterior exibição em aparelhos de televisão. Devido ao alto custo e complexidade apresentado por este aparato tecnológico, foram utilizados, para desenvolvimento dos aplicativos aqui apresentados, ambientes que simulam um sistema de TVD. Tais sistemas possibilitam que o processo de teste dos aplicativos seja simplificado, com a compilação e execução dos aplicativos sendo feita de forma praticamente instantânea. A seguir são ilustrados os dois simuladores utilizados neste trabalho.

4.1.1 O *XletView*

O emulador XletView é um projeto de código livre, disponibilizado no endereço `http://xletview.sourceforge.net/`, que implementa as APIs do *middleware* MHP, além de um emulador para execução de aplicativos. O software é desenvolvido em linguagem Java, tornando-o multiplataforma. Por meio do *website* do projeto pode-se obter os códigos fonte e executar o software em qualquer sistema operacional que suporte a plataforma Java, como o Windows ou o Linux.

O objetivo do projeto é atingir a implementação das classes especificadas no documento que descreve o MHP. Porém o projeto carece do desenvolvimento de novas classes desde o ano de

2005, apresentando 66% das classes implementadas, restando 30% a serem implementadas e 4% em desenvolvimento. Há também um outro projeto de implementação em código livre do MHP chamado de OpenMHP[1], o qual não foi utilizado neste trabalho por não permitir a exibição ou o redimensionamento de vídeo.

A Figura 4.1 apresenta uma tela do XletView. A tela exibe um vídeo no quadrante superior esquerdo da tela principal do emulador e, ao lado direito, um retângulo desenhado, além de um controle remoto para utilização nos aplicativos. Pode-se notar também a existência de uma tela de fundo com mensagens sendo exibidas. Esta tela é o console do aplicativo, por onde é possível realizar um *debug* do sistema.

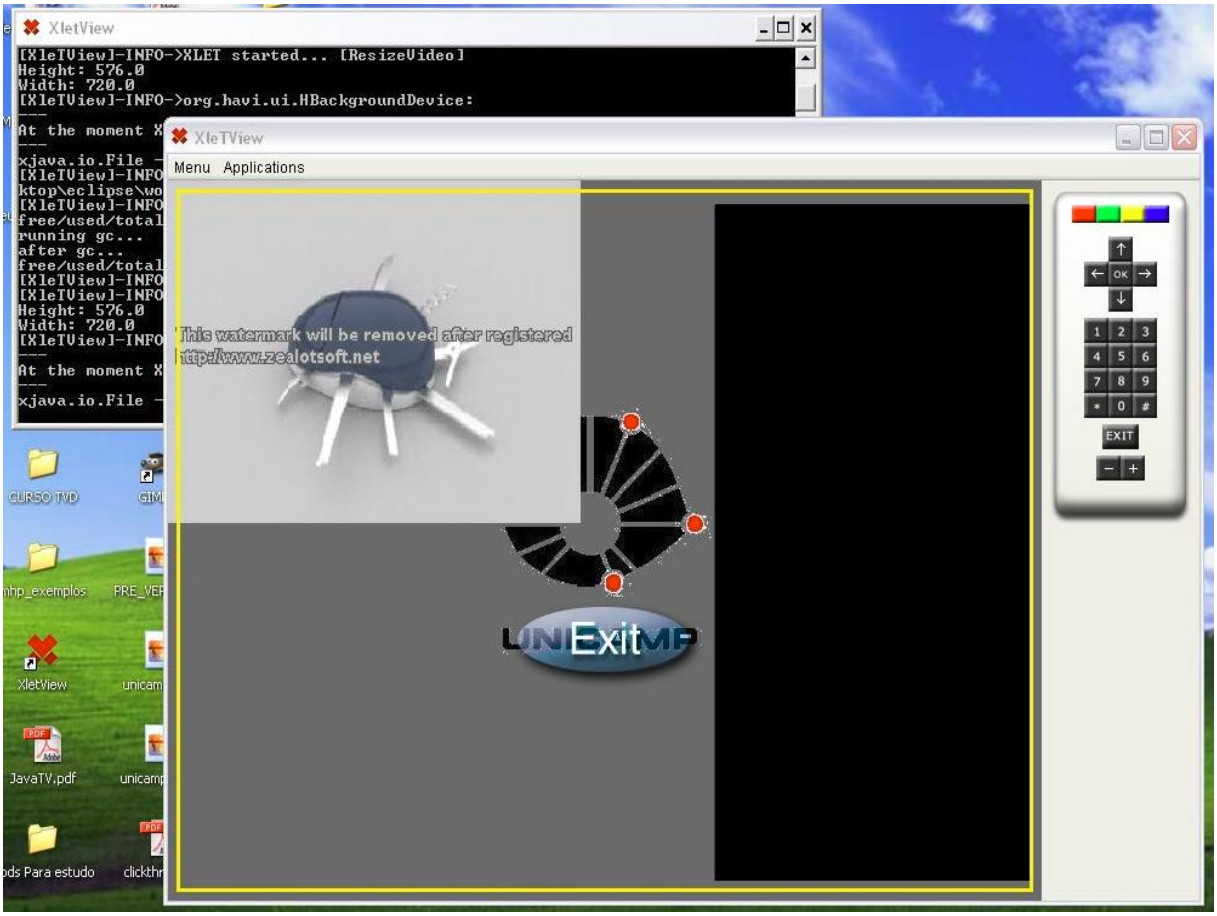

Figura 4.1: Exemplo de aplicativo executado no XletView

Uma limitação do emulador *XletView* é que este não possibilita a exibição de uma camada de vídeo sob os aplicativos nem o redimensionamento deste para uma porção da tela.

[1] `http://www.openmhp.org/`

4.1.2 IRT MHP *Middleware*

O emulador de *middleware* IRT é uma implementação comercial de um emulador do *middleware* MHP que possui todas suas APIs implementadas. Desta forma, os aplicativos desenvolvidos puderam ser testados num ambiente mais fiel ao STB, quando comparado ao ambiente de execução do *XletView*.

O software possibilita, além do desenvolvimento e execução de aplicativos MHP, a interpretação de um TS (*Transport Stream*), que é utilizado na camada de Transporte do padrão MPEG2. Quando utilizada esta funcionalidade, é possível visualizar o vídeo executado em conjunto com as aplicações, tornando o ambiente de simulação mais fiel à um ambiente real de TVD. A Figura 4.2 exibe a tela principal do software IRT, que apresenta também uma instalação simples, quando comparada aos emuladores *XletView* e ao *OpenMHP*. Porém, para trabalhos inicais de desenvolvimento de aplicativos em TVDi, recomenda-se o uso destes emuladores abertos e gratuitos, pois a licensa do emulador MHP apresenta custo elevado, acima de US$ 700,00.

4.2 Aplicativos Desenvolvidos

No contexto do SBTVD foram desenvolvidos aplicativos de TVDi para auxiliar professores e alunos de cursos a distância pela televisão. O objetivo destes aplicativos é proporcionar ao professor uma ferramenta que possa ser utilizada de diversas formas, baseadas na metodologia utilizada em cada curso. Além disto o aluno também será beneficiado ao possuir outro meio de verificar e revisar o que foi estudado em sala de aula.

Estes aplicativos foram divididos em dois grupos principais: o primeiro contém um aplicativo para realizar exibição de material de apoio educacional na tela da televisão. O segundo grupo contém alguns tipos de questões objetivas, que podem ser aplicadas aos alunos após a exposição da aula pelo vídeo ou de forma presencial. Deste modo, o aluno poderá dar continuidade ao ensino iniciado na aula pelo vídeo, aprofundando-se em aspectos não analisados plenamente e analisando o conhecimento adquirido, por meio das questões disponíveis, que podem ser dos tipos: múltipla escolha, associativa, preenchimento de lacunas e verdadeiro ou falso.

A primeira fase do trabalho compreendeu o uso dos emuladores do *middleware* MHP *XletView* e IRT. O resultado deste trabalho é exibido nas seções subseqüentes.

4.2.1 O Formato de Entrada

Durante o desenvolvimento foi observado que a interface entre os aplicativos e o conteúdo a ser exibido na TV deve ser a mais transparente possível, visando dar simplicidade ao processo de elaboração de conteúdo. Desta forma, definiu-se o uso da linguagem XML, uma linguagem de marcação para a *Web* recomendada pelo W3C. Com a XML é possível criar descritores e armazenadores de dados específicos para um aplicativo. Estes dados são armazenados em texto

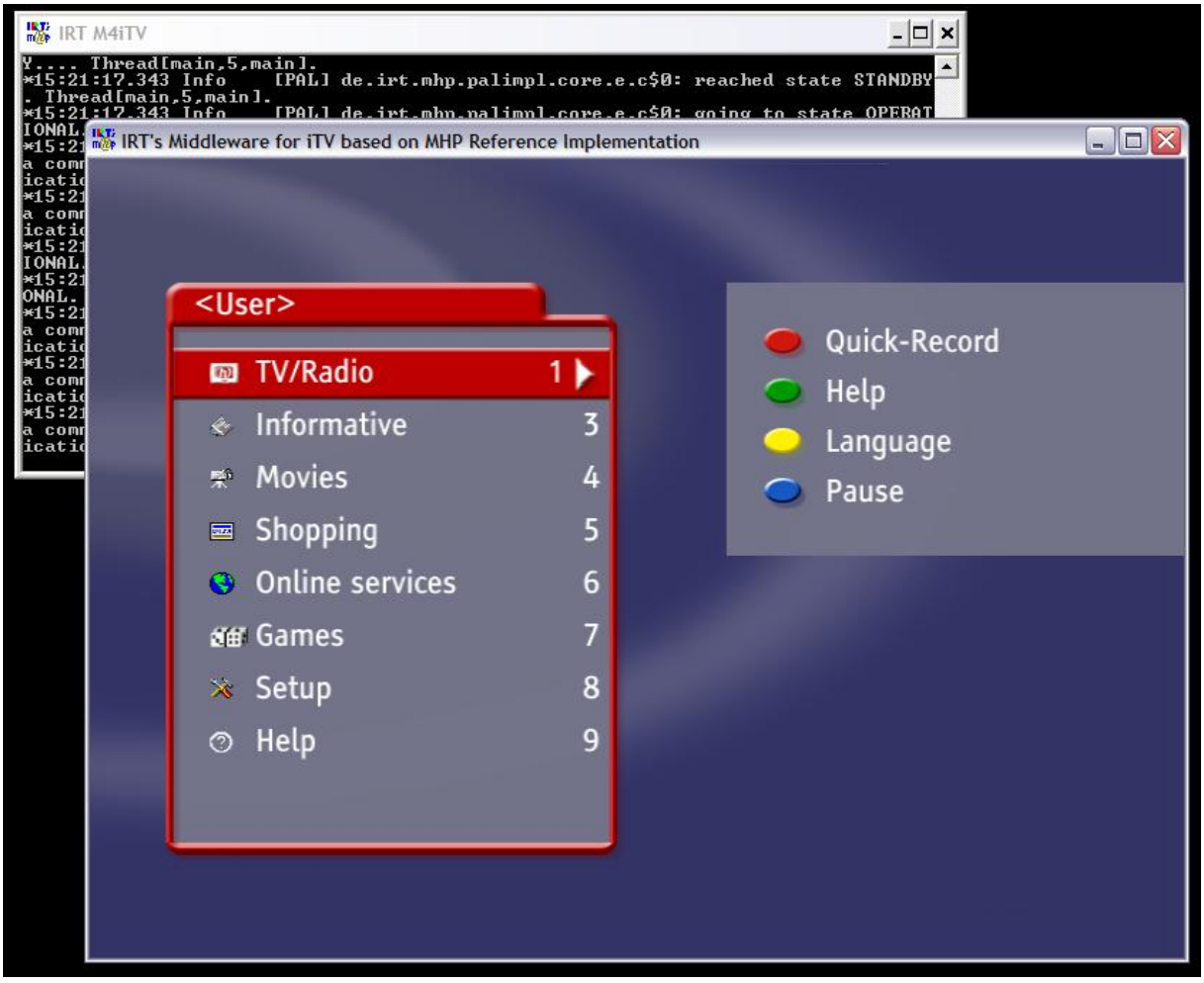

Figura 4.2: Tela principal do emulador de *middleware* IRT

simples, sem codificação, o que facilita sua compreensão, fornecendo transparência aos dados que estão armazenados.

Além de buscar transparência no desenvolvimento de conteúdo para os aplicativos, foi analisada também a possibilidade de se utilizar algum padrão de criação e distribuição de conteúdo de EAD, como o padrão SCORM.

A possibilidade a TV como um ambiente para exibição de conteúdo SCORM foi avaliada no início do projeto com dois objetivos principais: aderir a um padrão já estabelecido, ao invés de se criar mais um padrão em uma área que já se encontra imersa em opções de padrões já criados (apresentados no Capítulo 3), e reaproveitar o conteúdo já existente.

Entretanto, durante a fase implementação dos aplicativos, observou-se que a gama de opções suportada pelo padrão SCORM não poderia, em sua maioria, ser transposta para a TVD. Os principais motivos pelos quais foi decidido não realizar uma transposição do SCORM para a plataforma

de TV foram a falta recursos computacionais, métodos de entrada de texto facilitada no STB, ausência de *plugins* para tecnologias como Macromedia Flash e Applets Java, além do conceito geral de SCORM: uma tecnologia voltada para a Internet, principalmente. Desta forma, os aplicativos foram desenvolvidos utilizando como base o arquivo de agregação de conteúdo do SCORM, o "imsmanifest.xml". Porém, os aplicativos não são uma implementação SCORM e não aderem a este padrão.

Este arquivo XML irá possuir metadados que descrevem como o conteúdo elaborado deverá ser exibido na tela da televisão. Estes arquivos deverão então ser transmitidos, seja via *broadcast* ou canal de retorno, ao STB do aluno, que poderá executá-lo e interagir com o conteúdo proposto. A estrutura deste arquivo XML é descrita por uma DTD (*Document Type Definition*) e, desta forma, pode-se assegurar que as regras de comunicação entre o software de autoria de conteúdo CAiTV, descrito no Capítulo 5, e os aplicativos de TVDi, serão sempre seguidas, pois o arquivo XML gerado pelo CAiTV é validado por meio da DTD. Este arquivo pode ser visualizado na Figura 4.3.

4.2.2 O Vídeo

Uma decisão importante sobre a modelagem do sistema foi acerca da posição dos aplicativos executados em relação ao vídeo. Dentre as várias opções foram observadas três principais: sobreposição do aplicativo ao vídeo, exibição do aplicativo sem vídeo e redimensionamento do vídeo.

Na sobreposição ao vídeo foi observado que esta não seria uma boa opção pois não possibilita a interação do professor, que está ministrando a aula aos alunos, pois os aplicativos irão estar sobrepostos ao vídeo, dificultando sua visualização do vídeo. Uma saída possível seria o uso de transparência no aplicativo mas percebeu-se que, além de não ajudar de forma perceptível a visualização do vídeo, a visibilidade do aplicativo também é prejudicada.

Contudo, apesar dos motivos expostos para a não utilização da sobreposição de vídeo nos aplicativos desenvolvidos neste trabalho, isto não significa que esta opção não possa ser utilizada em outras situações. Um bom exemplo de aplicativo no qual esta opção pode ser utilizada é o leitor de *e-mails* via TVDi, ilustrado na Figura 4.4. Como, neste caso, não existe relacionamento entre o que está sendo visualizado no aplicativo e o que está sendo exibido no vídeo, a sobreposição do vídeo apresenta um aspecto positivo em relação à exibição do aplicativo sem vídeo: o telespectador, além de poder utilizar o aplicativo, continua visualizando em partes o vídeo que está sendo exibido. Isto pode auxiliá-lo no processo de interação com a TVDi, e, enquanto visualiza a programação regular da televisão, o usuário pode notar que algo de seu interesse esta sendo exibido no vídeo, podendo retornar à visualização do vídeo assim que desejar.

Quando utilizada a abordagem de exibição do aplicativo sem vídeo, este é retirado do cenário de visualização do telespectador, que irá então visualizar apenas o aplicativo. Entretanto, utilizando este modo de interação, o aluno é privado de um recurso importante da TVDi: o vídeo que exibe o professor e, sendo este o meio pelo qual os telespectadores estão acostumados a interagir, há o risco de se comprometer a principal referência do usuário. Este pode ser inexperiente no uso de conceitos de software ao manipular os aplicativos. Estes conceitos envolvem noções como utilizar setas para navegar por botões, deslizar barras de rolagem, uso da tecla entra para escolher botões

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE conteudo [
<!ELEMENT conteudo (manifest?,assessmentItens?)>
<!ELEMENT manifest (metadata,organizations,resources)>
        <!ELEMENT metadata (schema,schemaversion)>
                <!ELEMENT schema (#PCDATA)>
                        <!ATTLIST schema DEFAULT CDATA #REQUIRED>
                <!ELEMENT schemaversion (#PCDATA)>
        <!ELEMENT organizations (organization+)>
                        <!ATTLIST organizations DEFAULT CDATA #REQUIRED>
                <!ELEMENT organization (title, item+, sequencing)>
                                <!ATTLIST organization IDENTIFIER CDATA #REQUIRED>
                        <!ELEMENT title (#PCDATA)>
                        <!ELEMENT item (title)>
                                <!ATTLIST item IDENTIFIER CDATA #REQUIRED
                                        IDENTIFIERREF CDATA #REQUIRED>
                        <!ELEMENT sequencing (controlMode)>
                                <!ELEMENT controlMode EMPTY>
                                        <!ATTLIST controlMode CHOICE (true|false) #REQUIRED
                                                CHOICEEXIT (true|false) #REQUIRED
                                                FLOW (true|false) #REQUIRED
                                                FORWARDONLY (true|false) #REQUIRED>
        <!ELEMENT resources (resource+)>
                <!ELEMENT resource (file)>
                        <!ATTLIST resource IDENTIFIER CDATA #REQUIRED
                                HREF CDATA #REQUIRED
                                SCORMTYPE (asset) #REQUIRED
                                TYPE CDATA #REQUIRED>
                        <!ELEMENT file EMPTY>
                                <!ATTLIST file HREF CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT assessmentItens (assessmentItem+)>
        <!ELEMENT assessmentItem (tipoQuestao,responseDeclaration,outcomeDeclaration,itemBody,responseProcessing)>
                <!ATTLIST assessmentItem TITLE CDATA #REQUIRED
                        TIMEDEPENDENT (true|false) #REQUIRED>
        <!ELEMENT tipoQuestao EMPTY>
                <!ATTLIST tipoQuestao TIPO (MultiplaEscolha|Associativo|VerdadeiroFalso|Lacunas) #REQUIRED>
        <!ELEMENT responseDeclaration (correctResponse)>
                <!ATTLIST responseDeclaration IDENTIFIER CDATA #REQUIRED
                        CARDINALITY CDATA #REQUIRED
                        BASETYPE CDATA #REQUIRED>
                        <!ELEMENT correctResponse (value)>
                                <!ELEMENT value (#PCDATA)>
        <!ELEMENT outcomeDeclaration (defaultValue)>
                <!ATTLIST outcomeDeclaration IDENTIFIER CDATA #REQUIRED
                        CARDINALITY CDATA #REQUIRED
                        BASETYPE CDATA #REQUIRED>
                <!ELEMENT defaultValue (value)>
        <!ELEMENT itemBody (choiceInteraction)>
                <!ELEMENT choiceInteraction (prompt,simpleChoice+)>
                        <!ATTLIST choiceInteraction RESPONSEIDENTIFIER CDATA #REQUIRED
                                SHUFFLE (true|false) #REQUIRED
                                MAXCHOICES CDATA #REQUIRED>
                        <!ELEMENT prompt (question,img?)>
                                <!ELEMENT question (#PCDATA)>
                                <!ELEMENT img EMPTY>
                                        <!ATTLIST img SRC CDATA #REQUIRED>
                        <!ELEMENT simpleChoice (choice,img?,feedbackInline)>
                                <!ATTLIST simpleChoice IDENTIFIER CDATA #REQUIRED>
                                <!ELEMENT choice (#PCDATA)>
                                <!-- nao precisa declarar img, jÃ¡ declarado
                                <!ELEMENT img EMPTY>
                                        <!ATTLIST img SRC CDATA #REQUIRED> -->
                                <!ELEMENT feedbackInline (#PCDATA)>
                                        <!ATTLIST feedbackInline OUTCOMEIDENTIFIER CDATA #REQUIRED
                                                IDENTIFIER CDATA #REQUIRED
                                                SHOWHIDE (show|hide) #REQUIRED>
        <!ELEMENT responseProcessing EMPTY>
                <!ATTLIST responseProcessing TEMPLATE CDATA #REQUIRED>
]>
```

Figura 4.3: DTD utilizada para validação do arquivo 'imsmanifest.xml'

ou funções, dentre outras. Desta forma pode-se criar uma barreira entre os telespectadores e os aplicativos, gerando comportamentos indesejados em relação ao uso de aplicativos em programas de EAD via TVDi.

Figura 4.4: Exibição de um aplicativo para leitura de e-mails exibido sobre o vídeo

A última possibilidade avaliada foi o redimensionamento do vídeo na tela e a utilização da parte remanescente da tela para a exibição do aplicativo de TVDi. Esta opção, do ponto de vista do desenvolvimento de aplicativos de EAD para TVD, foi a que apresentou mais aspectos positivos e menos aspectos negativos. Dentre os aspectos positivos pode-se destacar:

- Visualização do vídeo simultânea ao uso dos aplicativos: ao contrário das opções analisadas anteriormente esta permite que o telespectador interaja com os dois recursos de forma simultânea: o vídeo e o aplicativo. Tal recurso pode ser interessante quando, por exemplo, o usuário é inexperiente no uso dos aplicativos e necessita de instruções de uso adicionais as que estão exibidas na tela. O professor pode então instruir o aluno utilizando o vídeo para demonstrar o resultado esperado da ação que deve ser realizada.

- Resolução de exercícios: quando a aula que estiver sendo transmitida pelo vídeo disserte, por

exemplo, sobre a correção de um exame de vestibular, o professor poderá expor a correção de uma questão ao mesmo em que o aluno visualiza e responde à mesma. Isto fornece maior flexibilidade ao aluno que pode escolher o que deseja fazer, ao invés de ser forçado a interagir com o vídeo ou com o aplicativo.

O aspecto negativo encontrado no redimensionamento do vídeo é o fato de que, quando visualizado em monitores de tamanho reduzido como, por exemplo, uma tela 14", a visualização do vídeo é dificultada pelo telespectador. Isto pode ser solucionado com o uso de fontes de tamanho mínimo, o que diminui a quantidade de informações exibidas na tela mas garante a utilização dos aplicativos mesmo em dispositivos com tela reduzida. Entretanto, considerando os aspectos negativos e positivos das três possibilidades, optou-se pela escolha do redimensionamento como o formato de exibição dos aplicativos de EAD, posicionando o vídeo no quadrante superior esquerdo do vídeo.

4.2.3 Recursos utilizados

O desenvolvimento de aplicativos para TVDi foi realizado utilizando-se o conjunto de APIs disponibilizadas pelo padrão DVB, dentro do *middleware* MHP. Este conjunto de métodos disponibiliza várias interfaces para criação de aplicativos, dentre as quais pode-se destacar os seguintes conjuntos:

- AWT: o conjunto de APIs AWT (*Alternative Window Toolkit*: Conjunto de Ferramentas para Janelas Alternativo) é definido na especificação Java da Sun Microsystems, sendo uma coleção de componentes para construção de interfaces gráficas. No MHP as APIs AWT disponíveis são apenas as que provêem funcionalidades primitivas para desenho, como desenhar reta, desenhar quadrado, imprimir linha de texto, entre outras.

- JavaTV: o conjunto de APIs da JavaTV é uma extensão da plataforma Java que foi projetada para desenvolvimento de aplicativos de TVDi em Java. Por meio desta os desenvolvedores podem desenvolver aplicativos para controlar o STB.

- JMF: as APIs da JavaTV utilizam a JMF[2] (*Java Media Framework*) para o gerenciamento da transmissão de mídia (*Broadcast Media Pipeline*), fornecendo para a JavaTV um framework para exibição de mídia dependente de tempo *time-based media*, sendo independente do mecanismo de execução e do protocolo de transporte, além do conteúdo de mídia.

- HAVi: as APIs HAVi (*Home Audio/Video Interoperability*) são construídas utilizando como base as APIs AWT e JMF e disponibilizam um conjunto de elementos gráficos e de áudio/vídeo que podem ser utilizados pelos desenvolvedores de aplicativos para o *middleware* MHP.

[2] `http://java.sun.com/products/java-media/jmf/`

Apesar do ambiente de desenvolvimento utilizado nos aplicativos possuir a API HAVi implementada, não foi obtido êxito na utilização das mesmas. Este fator deve-se principalmente a problemas de compilação, pois a biblioteca disponível para compilação dos aplicativos de TVDi encontrava-se em versão superior às bibliotecas HAVi da plataforma de TVD. Além disto, existe pouca documentação para auxilio no desenvolvimento dos aplicativos. Aplicativos licenciados com código aberto são raros de serem encontrados e a maior fonte de informação utilizada durante o desenvolvimento foi o fórum de discussão sobre JavaTV hospedado pela Sun Microsystems [3].

Os componentes gráficos utilizados nos aplicativos que serão vistos a seguir utilizam, em sua maioria, APIs do conjunto AWT. O uso destas APIs foi a principal dificuldade encontrada no desenvolvimento dos aplicativos, pois são disponibilizadas apenas as APIs primitivas do AWT.

Outro aspecto importante a ser ressaltado no desenvolvimento de aplicativos para TVD utilizando o MHP é o uso e exibição de imagens. Devido ao fato de que existem diferentes formatos de apresentação de vídeo na televisão, a apresentação de imagens, textos e aplicativos na TVDi pode apresentar distorções na imagem caso não sejam realizados estudos prévios sobre a exibição dos aplicativos. Afim de evitar estas distorções, foi utilizado o mínimo de figuras nos aplicativos de EAD, o que resultou no desenho de vários botões utilizando as APIs do AWT, um processo dependente de cálculos acerca do posicionamento dos elementos gráficos na tela.

4.2.4 O Início

Para auxiliar o professor na tarefa de instruir o aluno a utilizar o material de apoio ou as questões objetivas, o aplicativo desenvolvido exibe um símbolo de interatividade, como exibido na Figura 4.5. Esta foi outra decisão importante quando da concepção dos aplicativos pois, de alguma forma, deverá ser indicado ao telespectador que existem aplicativos disponíveis para utilização e esta foi considerada a forma menos invasiva, quando comparada a aplicativos que se executam e aparecem ao usuário, sem que este execute alguma ação neste sentido.

O controle remoto do STB possui um botão com a letra *i* desenhada em formatação itálico, além de outros botões que não estão disponíveis em um controle remoto de televisão padrão. A Figura 4.6 ilustra um controle remoto padrão de STB.

Com a inserção da imagem na tela indica-se ao aluno que, a partir daquele momento, há um aplicativo de TVDi a ser executado, o que ocorrerá quando a tecla i for pressionada. Tal simulação foi realizada utilizando-se o simulador de *middleware* MHP IRT.

4.2.5 As Cores

As cores escolhidas para os aplicativos para a ampla parte da interface de usuário foram verde e laranja, as quais, segundo [M. Gawlinski, 2003], não causam problemas de visualização para o usuário. Buscou-se a utilização de tons pastéis para suavizar a interface dos aplicativos. Nas questões Verdadeiro ou Falso foram utilizadas as cores vermelha para item assinalado como incorreto e verde para correto.

[3] `http://forum.java.sun.com/forum.jspa?forumID=36`

Figura 4.5: Exibição de um vídeo com o ícone de interatividade sobreposto ao vídeo

4.2.6 Os Menus

Após o telespectador pressionar o botão que levará o aplicativo a redimensionar o vídeo será exibido um menu onde são apresentadas duas opções: Informações e Testes. Devido ao fato de que a maioria dos espectadores de televisão no Brasil não estarem habituados a utilizar programas que requeiram interação com aplicativos digitais procurou-se produzir menus que indiquem quais as opções disponíveis em cada uma das telas dos aplicativos. Na Figura 4.7 pode-se notar a barra de opções com três opções principais: Escolher, Selecionar e Vídeo.

Ao selecionar a opção para exibição de Informações é aberto então outro menu com a lista dos materiais adicionais que podem ser visualizados. A quantidade de informações que podem ser inseridas é limitada devido ao tamanho da tela suportar um número reduzido de botões. Tal limitação é imposta pelo software de autoria de conteúdo para os aplicativos de EAD, apresentado

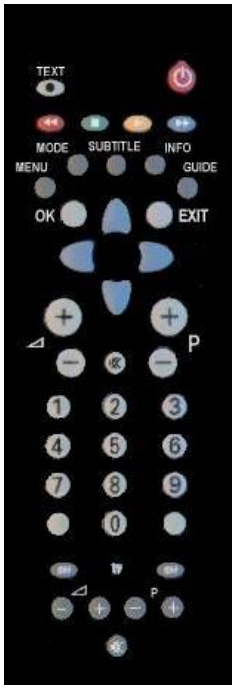

Figura 4.6: Um controle remoto padrão de *Set-top-box*

no Capítulo 5.

4.2.7 A Interatividade

Como citado no Capítulo 2 um usuário de TVD pode possuir três níveis de interatividade, de acordo com a presença de seu canal de retorno: interatividade local, interatividade parcial e interatividade plena.

Devido ao fato de que a maioria dos usuários dos aplicativos não possuirão acesso a interatividade plena e que é positivo que o usuário, após fornecer a resposta a uma questão, receba algum *feedback* acerca da resposta fornecida, o aplicativo possibilita que o autor de conteúdo para os aplicativos defina um texto a ser exibido ao aluno de acordo com a resposta fornecida. Desta forma o aluno pode visualizar, quando responder de forma incorreta a uma questão, um texto que aponte as falhas na resposta escolhida e, quando a resposta fornecida for correta, um texto fazendo mais comentários acerca da resposta, como informações adicionais ao aluno.

É fato que no processo educacional esta não é a forma mais indicada de interagir com o aluno pois cada aluno possui necessidades individuais, sendo o cenário ideal algo a interação direta dos dois personagens da ação: o professor e o aluno.

Contudo, quando se considera o cenário de utilização dos aplicativos de TVDi, percebe-se que, em alguns casos, um vídeo de uma aula pode ser transmitido a um amplo número de alunos, o que torna praticamente impossível que este forneça acompanhamento individual à cada um destes

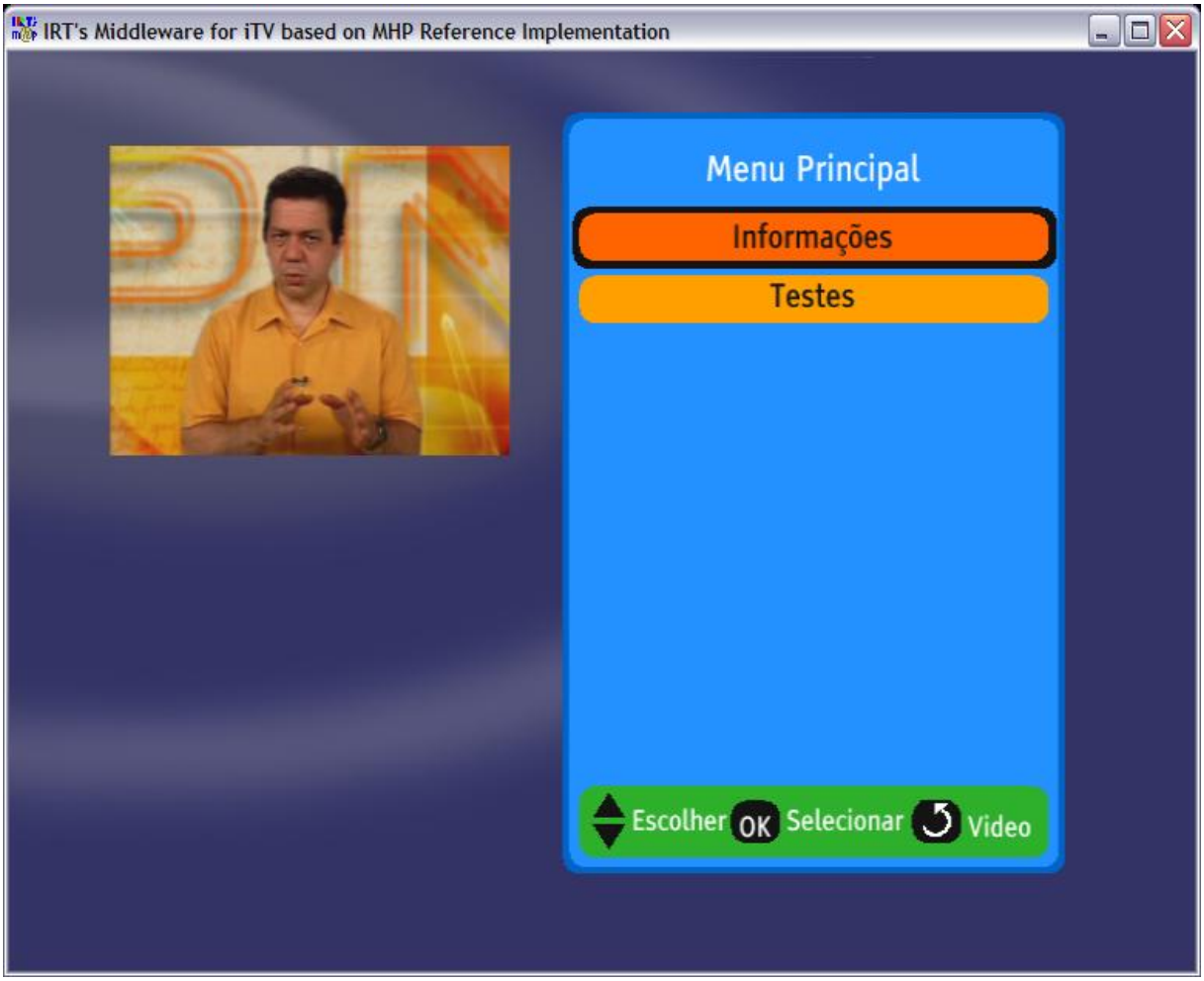

Figura 4.7: Exibição de um Menu Principal nos aplicativos de EAD

alunos no decorrer da aula. Uma alternativa a este problema é a disponibilização de fóruns nos quais os alunos possam debater com o professor de forma direta. Estes fóruns poderiam ser implementados em aplicativos de TVDi e utilizarem o canal de retorno como meio de envio e recepção de informações, dispensando a necessidade de compra de novos aparelhos de comunicação.

4.2.8 Exibição de Material de Apoio

A exibição de Material de Apoio foi desenvolvida visando duas utilizações principais: disponibilização para o aluno de um resumo do conteúdo exposto em aula e auxílio ao professor durante a transmissão de aula em vídeo via TVDi.

Quando for utilizado com a finalidade de servir como um resumo ou como material adicional de aprofundamento em assuntos discutidos durante a aula o aplicativo será executado após a aula,

podendo ser acessado pelo aluno no próprio local onde assistiu a aula presencial ou em sua residência.

Já na utilização do material de apoio para dar suporte ao professor durante a exposição de uma aula por meio do vídeo será necessária uma indicação do professor de que o material de apoio está disponível. Isto faz necessário que exista um sincronismo entre a disponibilização do aplicativo no STB do telespectador e a utilização deste recurso por parte do professor.

Uma utilização que pode ser feita do material de apoio durante a exibição de uma aula por meio do vídeo é o uso do espaço disponível para a exibição de fórmulas, gráficos, entre outras imagens que podem auxiliar o professor no decorrer de sua aula. A Figura 4.8 ilustra a utilização do aplicativo que exibe um material de apoio ao telespectador.

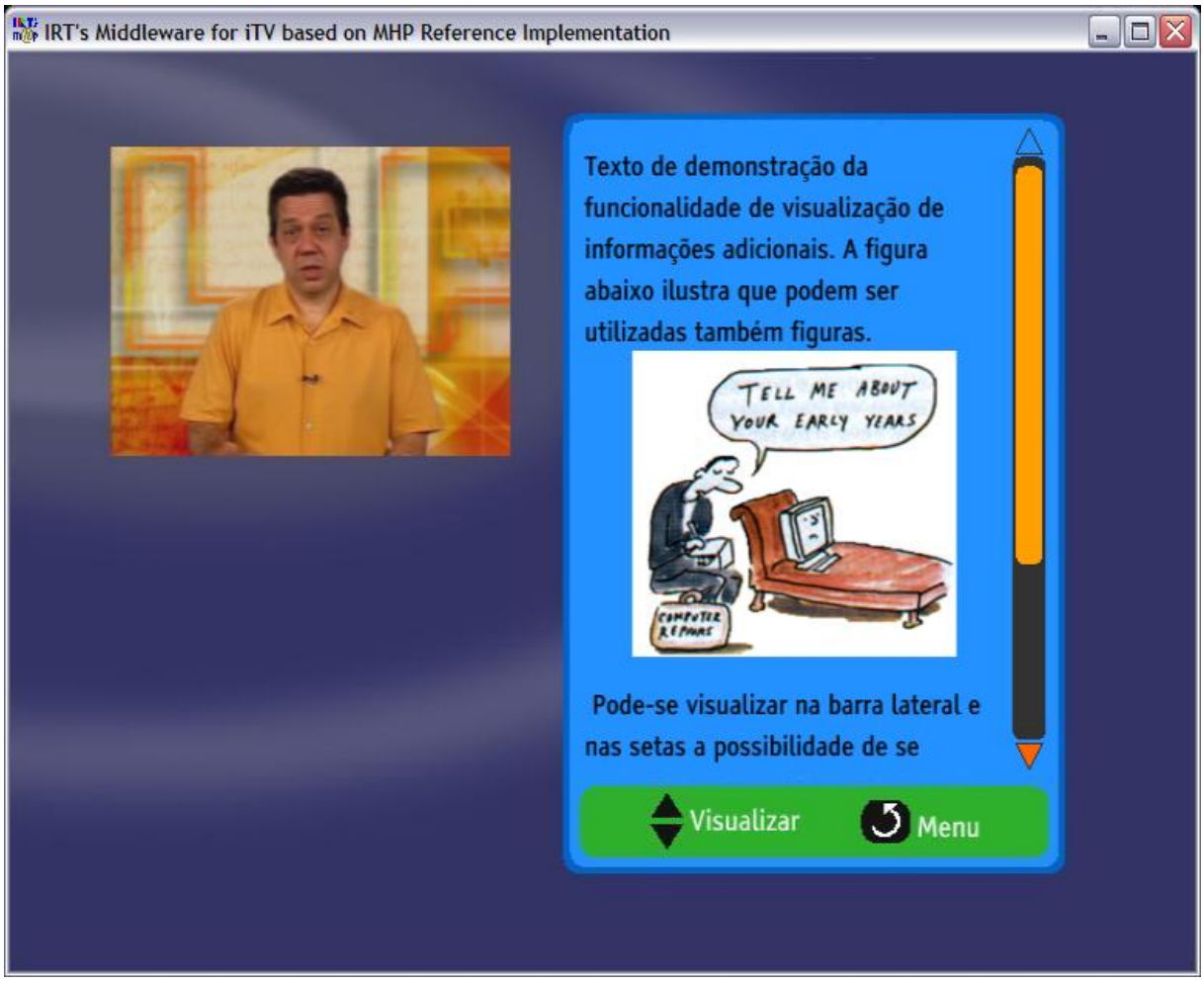

Figura 4.8: Aplicativo de exibição de Material de Apoio

Note-se que foi inserida uma barra que indica ao telespectador as teclas que podem ser utilizadas para auxiliar na navegação dentro do aplicativo de visualização de conteúdo e dentro do

aplicativo geral de ensino a distância como um todo. Apesar de recomendações acerca do uso de barras de rolagem [M. Gawlinski, 2003] estas foram introduzidas neste aplicativo devido à limitada área de exposição que seria disponibilizada ao usuário sem a utilização deste recurso.

4.2.9 Exibição de Questões

Os testes objetivos são projetados para apresentarem uma única resposta correta e, portanto, podem ser facilmente automatizados. Esta forma de avaliação ganhou grande popularidade nos sistemas de EAD devido à rapidez e facilidade de aplicação e geração imediata de *feedback*. Apesar de apresentarem aplicações pedagógicas restritas por endereçarem conteúdos pontuais, os testes são muito usados com o objetivo de enfatizar alguns termos e conceitos importantes e que mereçam uma atenção extra [R. F. Cardoso, J. V. Lima, 2001].

A exibição de questões será utilizada para que o aluno possa obter uma avaliação dos conhecimento adquirido durante a exposição do conteúdo pelo professor. Para que fossem disponibilizadas várias formas de avaliação foram definidos quatro tipos de testes, os quais são descritos nas próximas seções: múltipla escolha, associativo, verdadeiro ou falso e preenchimento de lacunas. Todos os testes implementados fornecem, quando o usuário responde a alguma questão, um *feedback* que informa se a opção escolhida foi a mesma que a resposta esperada e um comentário acerca da resposta fornecida.

Múltipla Escolha

Tal teste consiste de um enunciado e algumas alternativas de resposta. Para navegar pelas alternativas e pelo enunciado o usuário deverá utilizar as teclas acima e abaixo do controle do STB. Assim, é recomendável que, quando da elaboração de testes para exibição na televisão, tanto enunciados quanto alternativas não apresentem número elevado de caracteres. A Figura 4.9 exibe a interface na TVD para que o usuário responda a uma questão de múltipla escolha.

A exibição de imagens para auxiliar na elaboração das questões enriquece o conteúdo a ser exibido ao usuário. Contudo, para não limitar ainda mais a área disponível para exibição da questão, as imagens serão exibidas no quadrante inferior esquerdo. Supondo que algumas questões venham a utilizar nas alternativas para resposta a exibição de imagens foi definido que, de acordo com a navegação entre as opções de resposta, poderá ser exibida uma opção diferente para cada alternativa. Deste modo é possível exibir questões que utilizem, por exemplo, gráficos sobre dados do enunciado em uma questão onde o aluno deva selecionar o gráfico correto para responder à questão.

Pode-se observar na Figura 4.9 uma barra de indicação sobre as opções disponíveis para navegação na questão que está sendo exibida. Assim como no Menu Inicial e na exibição de Material Adicional esta barra visa facilitar o uso do aplicativo por usuários inexperientes.

Um ponto importante acerca da usabilidade dos aplicativos de exibição de questões é a limitação em relação ao tamanho do texto das questões. Enquanto no aplicativo para exibição de Material de Apoio o uso de uma barra de rolagem (*scroll*) era necessária para que a quantidade

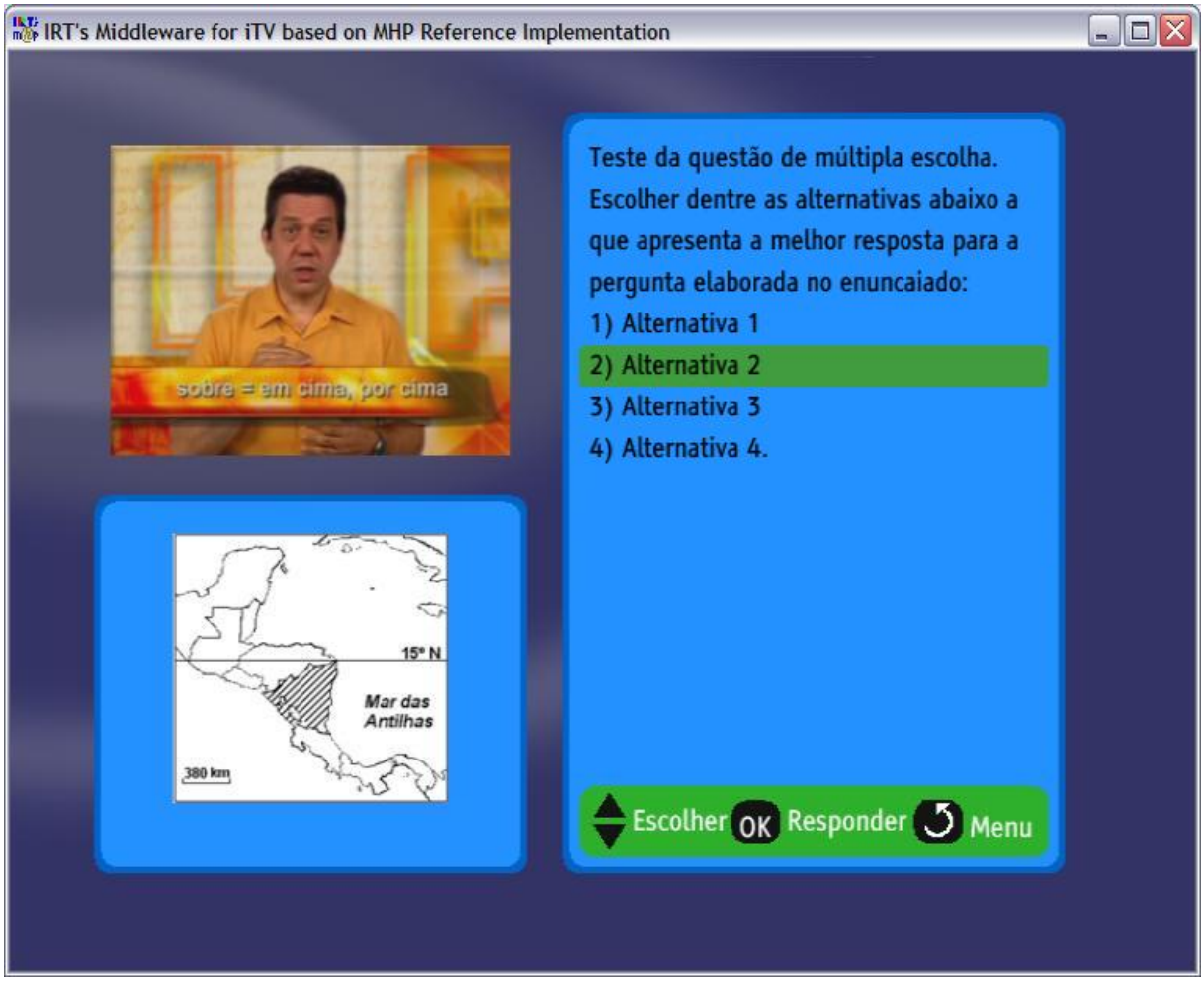

Figura 4.9: Exibição de Questão de Múltipla Escolha na TV Digital

de material não se tornasse limitada, nos aplicativos para exibição de questões foi necessária a construção de mecanismos para impedir que o autor de conteúdo elabore questões que excedam a área de exibição visível ao aluno. Isto se deve ao fato de que, quando apresentado a uma questão, o aluno que não possuir familiaridade com mídias digitais como o computador, por exemplo, nas quais o uso de barras de rolagem é comum, poderia não compreender que para visualizar todas as alternativas deveria ser pressionado o botão "para baixo"do controle remoto do STB.

Além deste problema, deve ser considerado também que, no caso de uso de barras de rolagem, o aluno deveria utilizar teclas diferentes dos outros tipos de questão para navegar entre as opções. Como o controle remoto do STB é um dispositivo com reduzido número de teclas, isto poderia vir a prejudicar a usabilidade do aplicativo. Portanto, visando não confundir o aluno durante a visualização de questões, a área de texto disponível foi limitada.

Verdadeiro ou Falso

Foi desenvolvido também um tipo de questão chamado de "Verdadeiro ou Falso". Nesta modalidade a navegação e visualização de alternativas e do enunciado da questão, assim como a resposta e exibição de *feedback*, são semelhantes às questões de múltipla escolha. Entretanto, neste tipo de teste, o usuário não deve determinar qual das alternativas está correta, mas sim assimilar conceitos de validade ou não das alternativas de acordo com o enunciado.

Esta associação será realizada com a utilização das teclas vermelha e verde do controle remoto do STB. Para associar o conceito de alternativa correta o usuário deverá navegar com o uso do controle remoto até a alternativa escolhida e, quando esta se encontrar selecionada, o que é indicado por uma seleção em volta da alternativa, e então pressionar o botão verde do controle remoto. Para a marcar uma alternativa como falsa o procedimento é semelhante, exceto pelo uso do botão vermelho ao invés do botão verde. A visualização da interface que este tipo de questão exibirá ao usuário pode ser visualizada na Figura 4.10.

Associativa

As questões do tipo "Associativas"são semelhantes, em alguns aspectos, às questões "Verdadeiro ou Falso". Contudo, neste tipo de questão, o foco está na associatividade que pode ser realizada entre as alternativas disponíveis. O aluno deverá associar os itens enumerados abaixo do vídeo que está sendo exibido com as alternativas presentes na questão.

Desta forma será possível elaborar questões que exijam do aluno a interpretação de diferentes conceitos e a diferenciação destes conceitos. A Figura 4.11 apresenta a interface das questões associativas.

Preenchimento de Lacunas

De forma a proporcionar uma maior variedade de tipos de questões foi desenvolvida uma modalidade de questão denominada "Preenchimento de Lacunas". Neste tipo de questão, ao invés de selecionar alternativas, marcar opções como verdadeiras ou falsas ou associar conceitos semelhantes, é apresentado ao usuário um texto no qual algumas palavras não são exibidas. No local onde, nos outros tipos de questões, são exibidas figuras, aqui encontram-se palavras associadas a números. O usuário deverá então navegar pelas alternativas, preenchendo as lacunas existentes com as palavras disponíveis na porção inferior esquerda do vídeo. A interface deste aplicativo pode ser visualizada na Figura 4.12.

Para associar uma lacuna a uma das palavras da lista o aluno deve utilizar as teclas numéricas do controle remoto do STB. Desta forma o aluno poderá preencher todas as lacunas existentes e responder à questão. No caso de preencher de forma incorreta alguma alternativa basta que o aluno retorne à alternativa preenchida e pressione a tecla 0 do controle remoto, já que o aplicativo não permite que uma lacuna que esteja preenchida seja substituída com outra alternativa de resposta.

Este tipo de questão pode ser utilizado principalmente em cursos que exijam do aluno a capacidade de aprender qual tipo de palavra poderá ser inserida em uma lacuna para que o texto, como

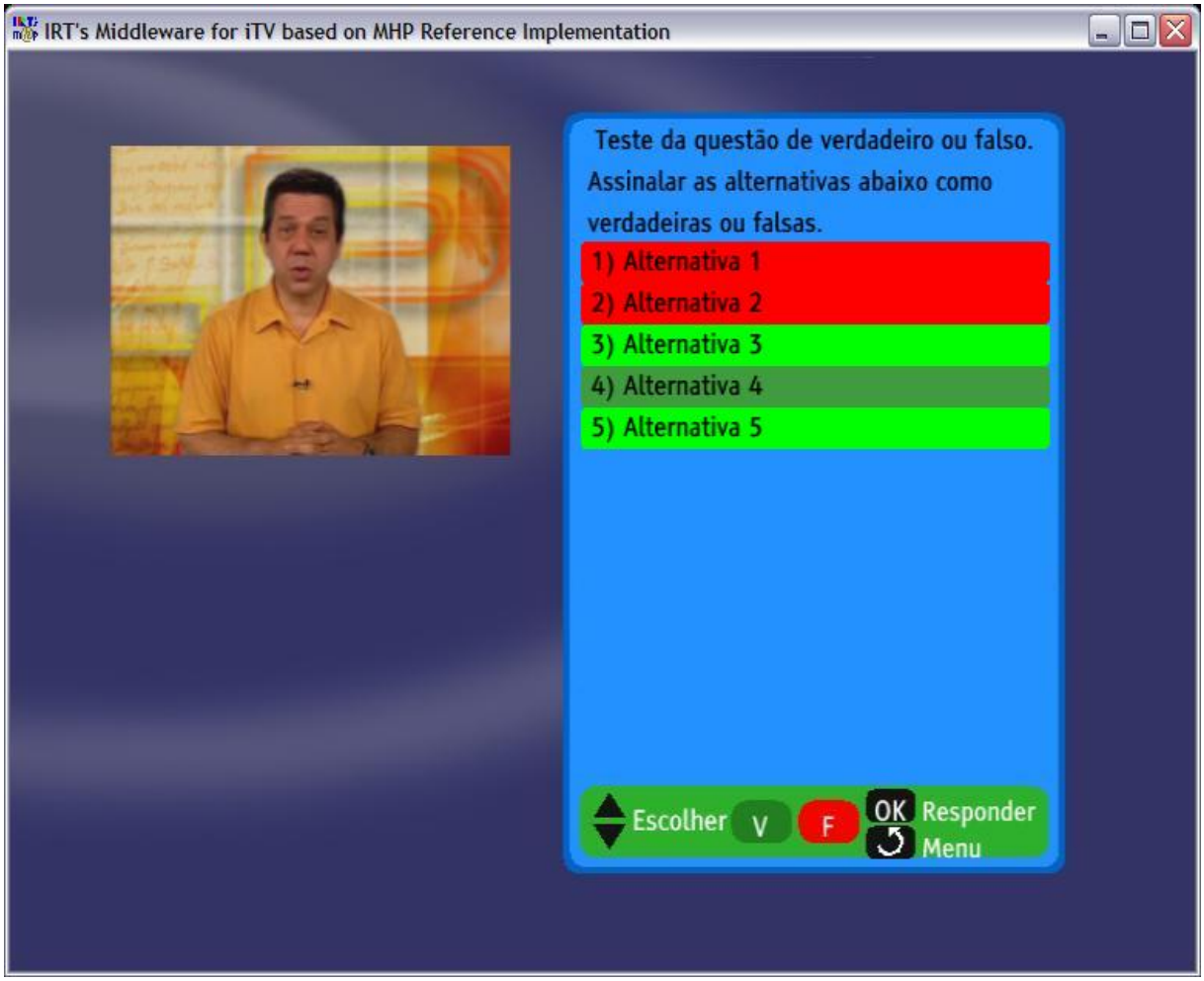

Figura 4.10: Exibição de Questão do tipo Verdadeiro ou Falso na TV Digital

um todo, forme uma sentença que faça sentido. Tal recurso é freqüentemente utilizado em cursos de línguas, por exemplo.

4.3 Conclusão

Foram apresentados neste capítulo aplicativos desenvolvidos para a realização de EAD por meio da TVDi, visando uma análise das potencialidades e limitações desta forma de ensino. Foram apresentados aplicativos com testes de vários formatos e a exibição de informações adicionais.

Os aplicativos discutidos neste Capítulo visam auxiliar professores e alunos em diferentes cenários de uso da TVD para EAD. Porém, como foi ilustrado, a produção do conteúdo para posterior exibição na TVD deve ser feita pela edição de um arquivo XML.

Buscando facilitar a criação deste conteúdo foi desenvolvido um aplicativo para criar testes

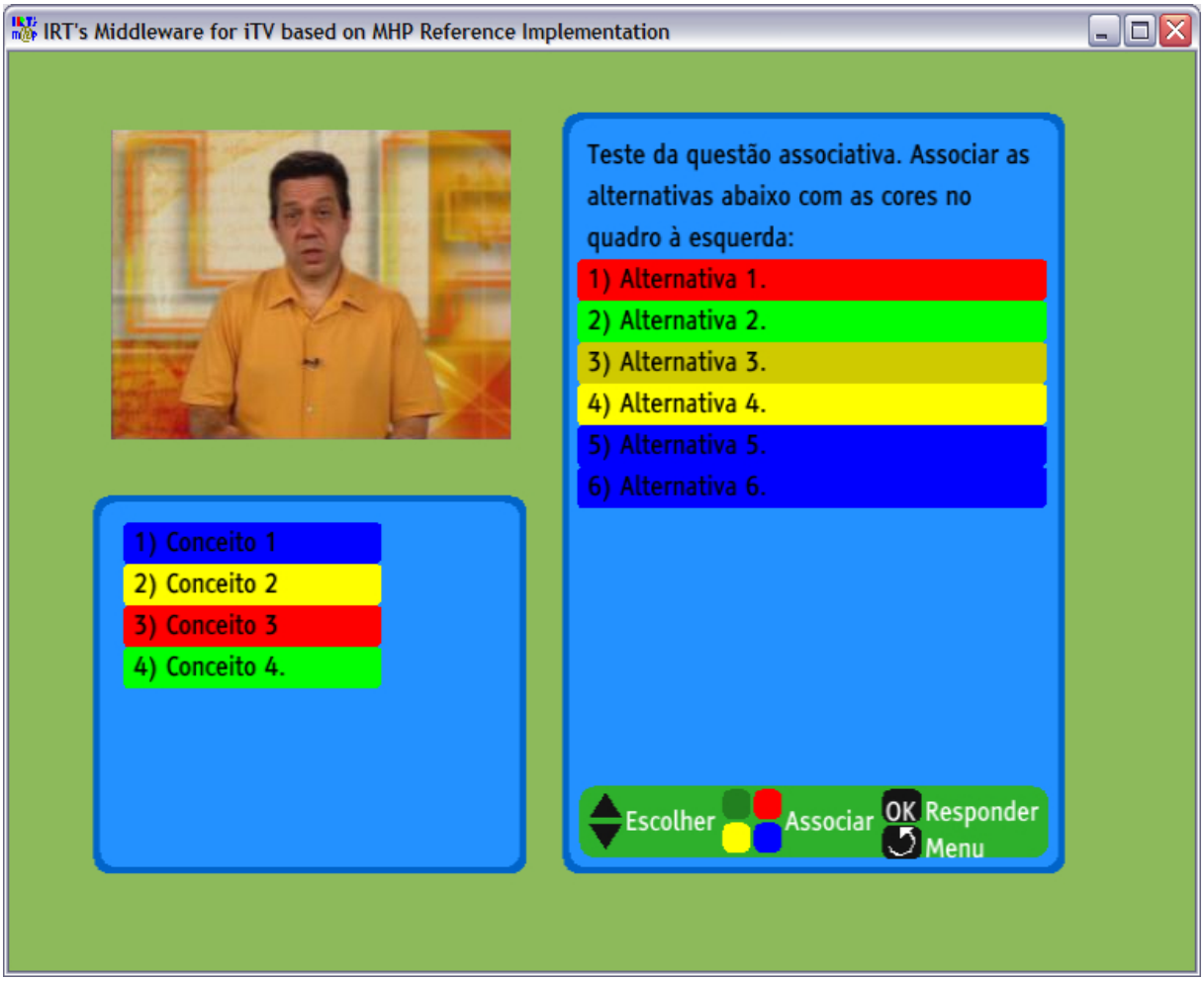

Figura 4.11: Exibição de Questão do tipo Associativa na TV Digital

e informações adicionais de forma facilitada. O Capítulo 5 apresenta esta ferramenta, além de cenários de uso dos aplicativos aqui apresentados.

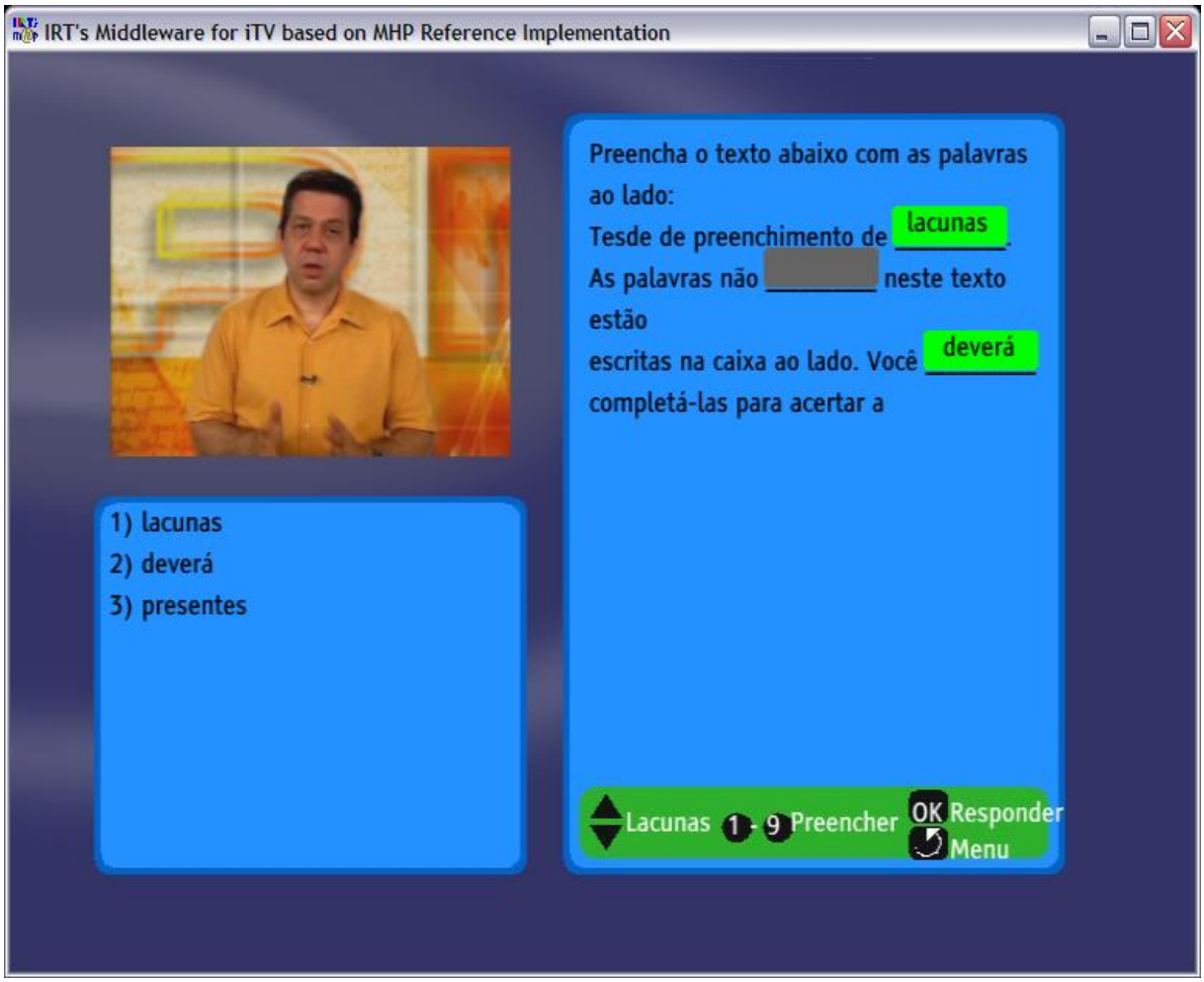

Figura 4.12: Exibição de Questão do tipo Preenchimento de Lacunas na TV Digital

Capítulo 5

Softwares de Apoio

Foram apresentados no Capítulo 4 aplicativos de TVDi para auxiliar professores e alunos em cursos de EAD por meio da TVD. Estes aplicativos podem ser executados pelos alunos no ambiente da escola ou até mesmo em suas residências, caso o conteúdo seja distribuído pelas emissoras de televisão. Entretanto, um fato importante a ser observado é o processo necessário para que o conteúdo a ser disponibilizado para os alunos seja criado.

No formato como foram desenvolvidos os aplicativos demandam conhecimento da linguagem XML (*eXtensible Markup Language*) e criação e organização de arquivos de imagens quando da autoria de conteúdo para exibição por meio dos aplicativos. Visando facilitar este processo, permitindo o uso dos aplicativos por usuários inexperientes com computadores, foi desenvolvida uma ferramenta de autoria que torna o processo de criação e organização de conteúdo menos complexo para o usuário final: o professor ou os próprios alunos.

Além disto, foram analisadas as possibilidades de presença e ausência do canal de retorno no ambiente de TVD. A análise deste componente detectou a existência de um elemento importante que foi inserido nos aplicativos: a geração de estatísticas de uso dos aplicativos por meio de um *web server* que recebe, armazena e disponibiliza uma compilação destas informações por meio de uma página da Web.

Este Capítulo apresenta a ferramenta de autoria, os recursos adicionados aos aplicativos para a geração e disponibilização de estatísticas de uso dos aplicativos, além de cenários de uso para os mesmos.

5.1 Relatórios de Utilização

Apesar da abordagem dada neste trabalho em relação ao canal de retorno, de que a maioria dos alunos não possuirá acesso a este recurso, é interessante que o professor e a emissora possam obter estatísticas sobre o uso dos aplicativos que estão sendo utilizado.

Para suprir esta necessidade, foi desenvolvida nas aplicações uma funcionalidade que detecta a conectividade do usuário com o canal de retorno e, quando possível, envia dados estatísticos das interações do usuário com as aplicações a um servidor. Como exemplos de dados que podem ser enviados pode-se citar: materiais de apoio que estão sendo visualizados, questões respondidas,

qual a resposta fornecida, usuário retrocede para responder uma questão à qual forneceu a resposta incorreta, número de alunos utilizando o aplicativo, entre outros dados que podem ser gerados a partir do uso dos aplicativos.

Estes dados podem ser recebidos por um *web server* e armazenados em uma base de dados, da qual são extraídos, na forma de gráficos e tabelas, dados para gerar uma página HTML que será acessível através de um navegador Web.

O professor poderá então, durante uma aula ou durante a exibição de um vídeo de uma aula pela TVDi, acessar esta página Web e verificar o desempenho dos alunos nos testes e a utilização dos aplicativos. Isto pode auxiliá-lo na tarefa de decidir quais temas devem ser tratados em detalhes durante uma próxima aula, conteúdos que não tenham sido expostos de forma clara durante a aula, entre outras conclusões que podem ser obtidas a partir da análise dos dados obtidos.

Uma funcionalidade foi implementada nos aplicativos desenvolvidos para envio de dados estatísticos e o resultado é um relatório de uso de utilização. O resultado da extração dos dados pode ser visualizado na Figura 5.1.

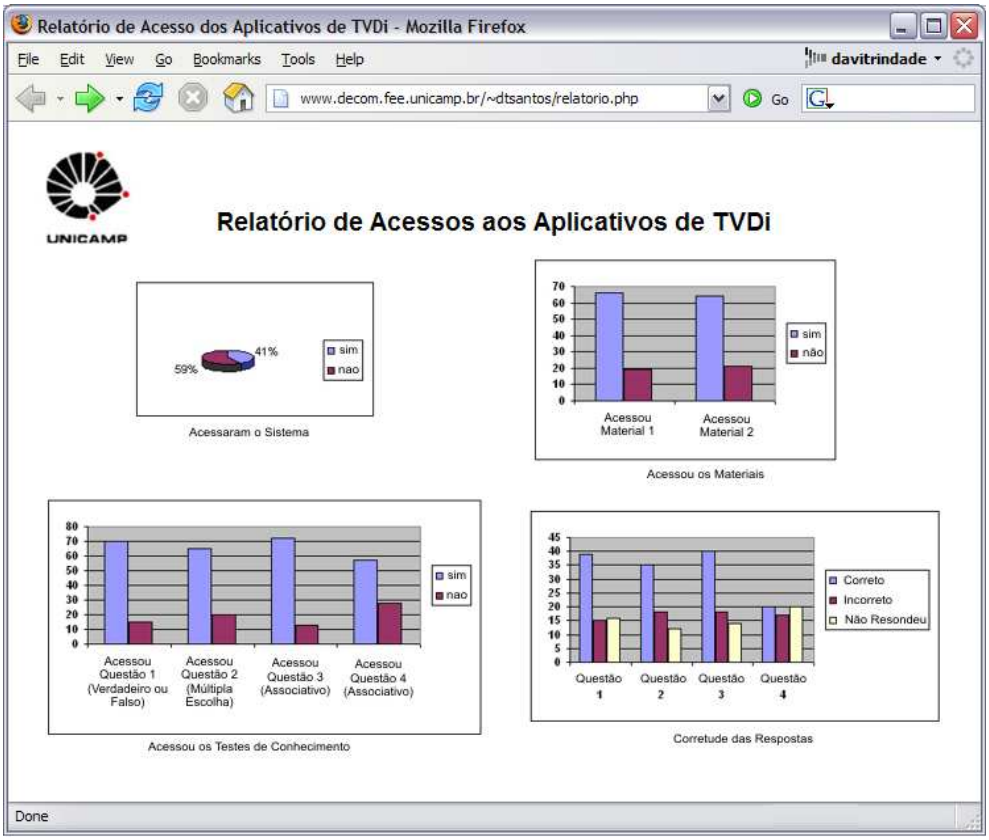

Figura 5.1: Relatório de uso dos aplicativos de TVDi

Para desenvolver esta funcionalidade foram utilizados o servidor de páginas Web Apache[1] em conjunto com a linguagem de programação PHP, utilizada para geração do conteúdo dinâmico do servidor Apache, e o sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL[2]. Para realizar a extração dos dados da base MySQL foi utilizada a biblioteca ADODB[3].

Neste relatório são apresentados os dados sobre a execução dos aplicativos disponibilizados ao aluno, a visualização dos materiais de apoio e o acesso as questões e dados sobre as respostas fornecidas as questões. A partir de um estudo mais detalhado pode-se implementar sistemas de monitoramento que produzam dados inclusive sobre o tempo de utilização dos aplicativos.

Porém, deve ser observado que o uso do canal de retorno deve ser feito de forma racional afim de não congestionar este canal de comunicação. Desta forma, a elaboração de pesquisas com os professores, para estabelecer quais dados de utilização são relevantes se faz necessária, visando uma otimização na utilização dos recursos computacionais do STB e do canal de retorno. Deve-se considerar também a utilização de servidores com alta capacidade de processamento no recebimento das informações, tornando possível o gerenciamento de uma grande quantidade de dados em situações como o *broadcast* de dados sendo realizado para um elevado número de alunos.

5.2 O Ambiente de Autoria

Ambientes de autoria são utilizados para facilitar a tarefa de criar e reaproveitar conteúdo para uso em ambientes de EAD. Tais ambientes geralmente apresentam uma interface simplificada para edição destes conteúdos quando comparada as especificações dos padrões de aprendizado a distância, atuando como um nível de abstração na elaboração de conteúdo. Como ambientes de autoria para EAD pode-se citar o Reload SCORM Editor [4] e SCORM Visualizer [5].

Para auxiliar o professor a criar conteúdo para os aplicativos de TVDi desenvolvidos neste trabalho foi criada uma ferramenta de autoria de conteúdo, entitulada CAiTV (*Content Authoring for Interactive Television*: Autoria de Conteúdo para TV interativa). Este software foi desenvolvido na linguagem multiplataforma Java[6] a fim de que possa ser utilizada em diversos sistemas operacionais.

5.2.1 Cenários de Utilização

O CAiTV pode ser utilizado para elaboração de testes e materiais de apoio a serem exibidos no STB. Os aplicativos de EAD descritos no Capítulo 4 foram desenvolvidos para serem distribuídos juntamente com os STBs, sendo então residentes na plataforma de TVD. Logo, os aplicativos utilizados sejam os mesmos, modificando-se apenas o conteúdo. Este conteúdo pode então ser

[1] http://www.apache.org
[2] http://www.mysql.com/
[3] http://adodb.sourceforge.net/
[4] http://www.reload.ac.uk/
[5] http://www.e-learningconsulting.com/products/scorm-visualizer.html
[6] http:/java.sun.com/

enviado ao STB de várias formas: pelo canal de retorno, por *broadcast*, ou até mesmo por dispositivos de entrada e saída diretamente conectados ao STB, como um drive de CD-ROM ou uma conexão USB.

Isto permite cenários onde, por exemplo, o professor desenvolva um vídeo e conteúdo para os aplicativos de EAD residentes no STB. Este vídeo pode então ser exibido na TV, juntamente com os aplicativos que disponibilizarão o conteúdo proposto. Isto pode despertar a atenção de alunos que participarão ativamente da elaboração de conteúdo a ser exibido na TVD. Este conteúdo pode então ser compartilhado entre diferentes salas de aula, realizando um intercâmbio de idéias entre os próprios alunos e ampliando o número de mídias que podem ser utilizadas para este fim.

Professores e alunos podem elaborar conteúdo para os aplicativos sem entrar em contato com a interface de comunicação entre o software CAiTV e os aplicativos de TVDi: a linguagem XML e a DTD que define o arquivo de entrada para os aplicativos.

5.2.2 A Concepção do Software

Quando da etapa de projeto do software CAiTV foram desenvolvidos Diagramas de Caso de Uso, de Classes e de Atividades para ilustrar as funcionalidades a serem implementadas. Esta documentação foi criada seguindo a metodologia UML e pode ser encontrada no Apêndice B.

Os principais objetivos do CAiTV são:

- Fornecer uma interface de fácil utilização e que possibilite a criação dos quatro tipos de testes disponíveis nos aplicativos e de material de apoio.
- Quando da criação de testes de conhecimento deixar claro para o autor quais as respostas que serão estabelecidas como corretas e quais os *feedbacks* fornecidos para cada tipo de resposta incorreta.
- Na criação de materiais de apoio permitir a inserção, mesmo durante a digitação, de figuras juntamente com o texto.
- Tornar o ambiente de simulação o mais próximo possível da real execução no ambiente de TVD.
- Permitir que figuras possam ser associadas aos enunciados e respostas e exibidas para visualização.
- Ao final do processo de elaboração o usuário poderá então salvar o conteúdo criado em um arquivo XML e o CAiTV salvará, no mesmo diretório onde foi salvo o arquivo XML, as imagens e textos associados aos testes e materiais de apoio elaborados.

Tendo como objetivo atender aos requisitos enunciados e permitir a criação de conteúdo para os aplicativos de TVDi foi desenvolvido o CAiTV.

5.2.3 Resultados Obtidos

O CAiTV foi desenvolvido, buscando suprir as necessidades apresentadas na Seção anterior, resultando em um ambiente de autoria para os aplicativos de TVDi do Capítulo 4.

Por meio do Menu editar pode-se encontrar o item opções, onde pode ser configurado o vídeo que será executado quando o simulador do ambiente for executado. O *player* de vídeo utilizado foi a JMF, que deve ser instalada no ambiente de execução do CAiTV. Deve-se atentar para a utilização de um vídeo que utilize os *codecs* mais comuns para compressão de vídeo pois a JMF possui uma pequena variedade dos mesmos.

Ao clicar na opção Novo no menu Arquivo são exibidas na parte esquerda do aplicativo os testes e materiais de apoio criados, com a parte direita sendo utilizada para edição dos mesmos. A Figura 5.2 exibe a tela do CAiTV quando a opção de criar um novo material de apoio é utilizada. Observe que a figura inserida por meio do botão Inserir Figura é exibida na tela mas o texto e a figura não representam exatamente a visualização que será feita deste material de apoio na TVD. Para isto é necessário utilizar a função simulador, que pode ser acionada pelo último botão abaixo do menu ou pelo Menu Arquivo, na opção Inicializar Simulador.

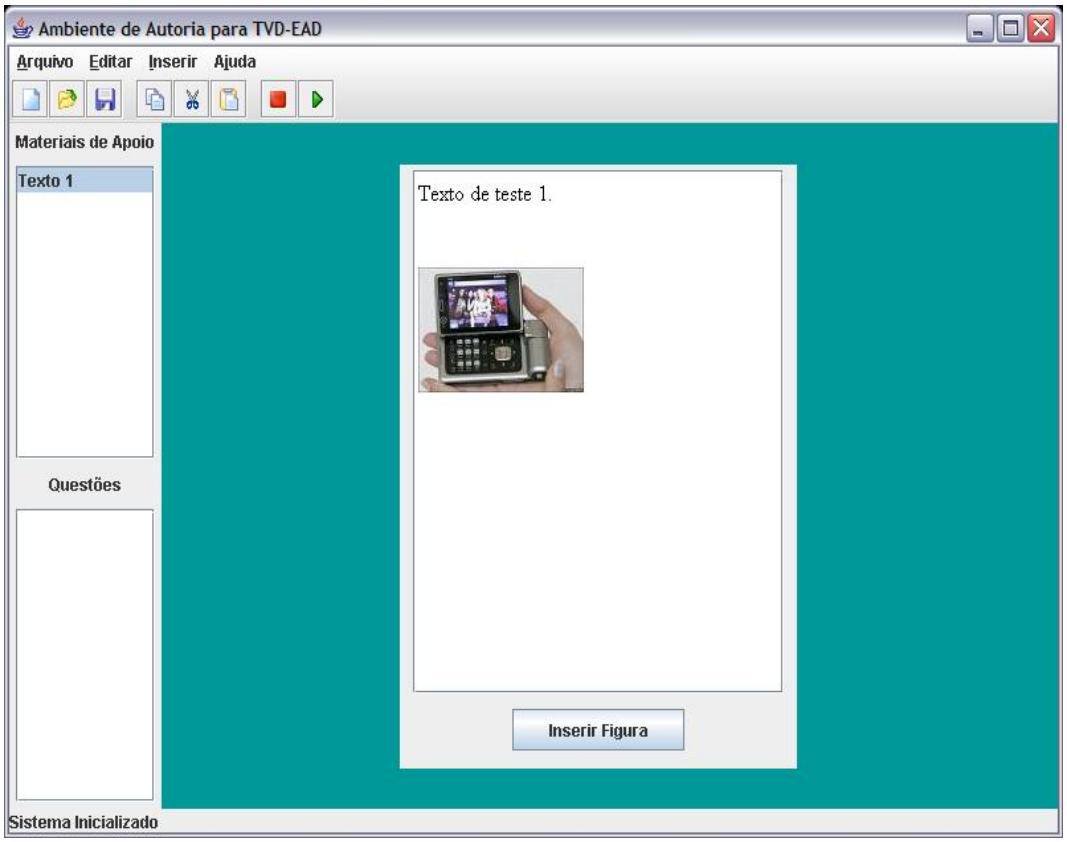

Figura 5.2: Tela de edição de um Material de Apoio

A Figura 5.3 ilustra a edição de um teste de Múltipla Escolha. Podem se observados a caixa para entrada de texto do *feedback* associado, a área para associação de uma imagem a cada um dos ítens de resposta e do enunciado, e as opções para inserção e remoção de alternativas da questão.

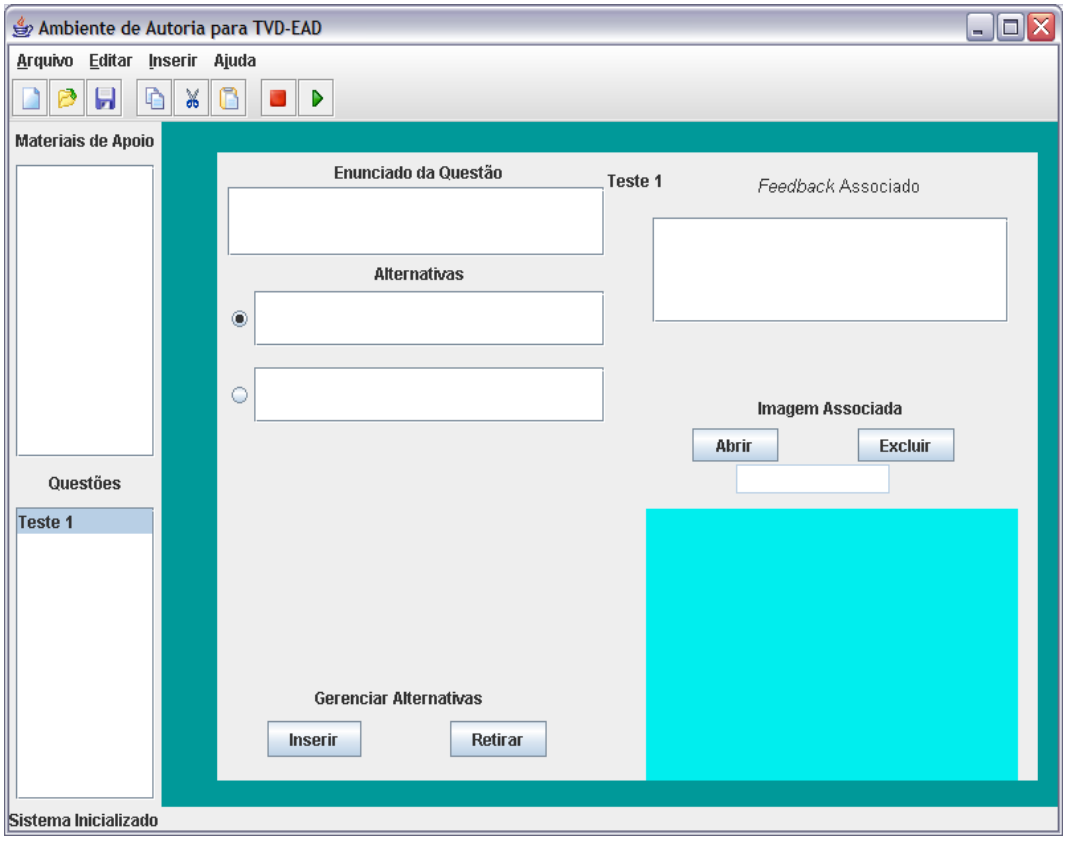

Figura 5.3: Tela de edição de uma Questão de Múltipla Escolha

A Figura 5.4 exibe a tela de edição de uma questão do tipo Associativa. Pode-se observar os botões disponíveis para seleção da cor de cada alternativa como diferencial em relação às questões de Múltipla Escolha. As questões do tipo Verdadeiro ou Falso são semelhantes às Associativas, diferenciando-se pela presença dos botões de cores verde e vermelho apenas.

As questões de Preenchimento de Lacunas permitem a entrada de texto a ser exibido na tela e à marcação de palavras que serão então disponibilizadas para o aluno na lista de palavras a completar. As palavras que serão retiradas do texto para que o aluno preencha novamente o texto serão marcadas com um sublinhado. A Figura 5.5 ilustra a edição de uma Questão de Preenchimento de Lacunas.

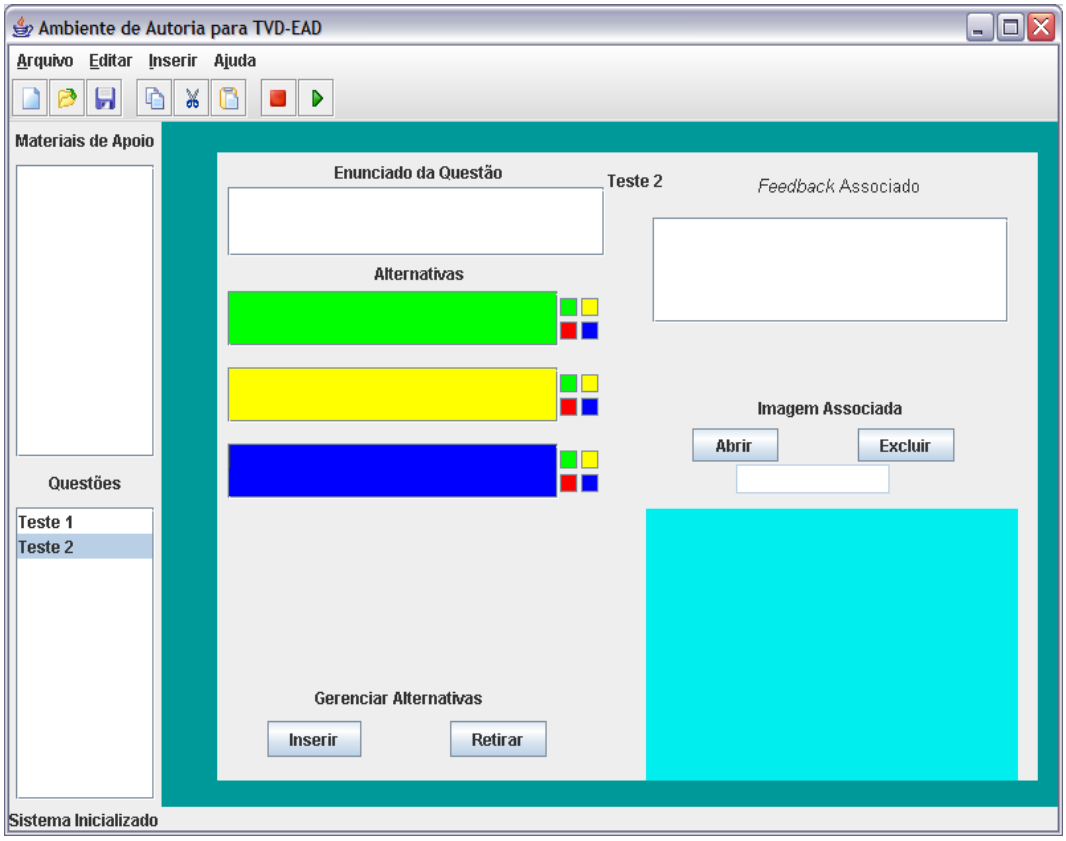

Figura 5.4: Tela de edição de uma Questão Associativa

5.2.4 Requisitos para o Uso

O software CAiTV foi desenvolvido utilizando-se a linguagem de programação multiplataforma Java. Os softwares desenvolvidos nesta linguagem podem ser executados em qualquer sistema operacional que possibilite a instalação da Máquina Virtual Java (*Java Virtual Machine* - JVM). Como exemplos de sistemas operacionais que apresentam este suporte estão os Microsoft Windows, o Linux e o OS/2, dentre outros.

Desta forma, para utilizar o CAiTV o autor de conteúdo pode utilizar um microcomputador equipado com um dos sistemas operacionais citados, sendo necessária apenas a instalação da JVM.

5.2.5 Organização do Conteúdo Elaborado

Os aplicativos de TVDi elaborados no Capítulo 4 foram desenvolvidos para serem nativos ao STB, ou seja, irão residir na memória local do STB, ao contrário de aplicativos que possam ser enviados por meio do canal de retorno ou pelo *broadcast* da operadora de televisão.

Contudo, apenas os aplicativos irão residir no STB, mas o conteúdo deverá ser transmitido a

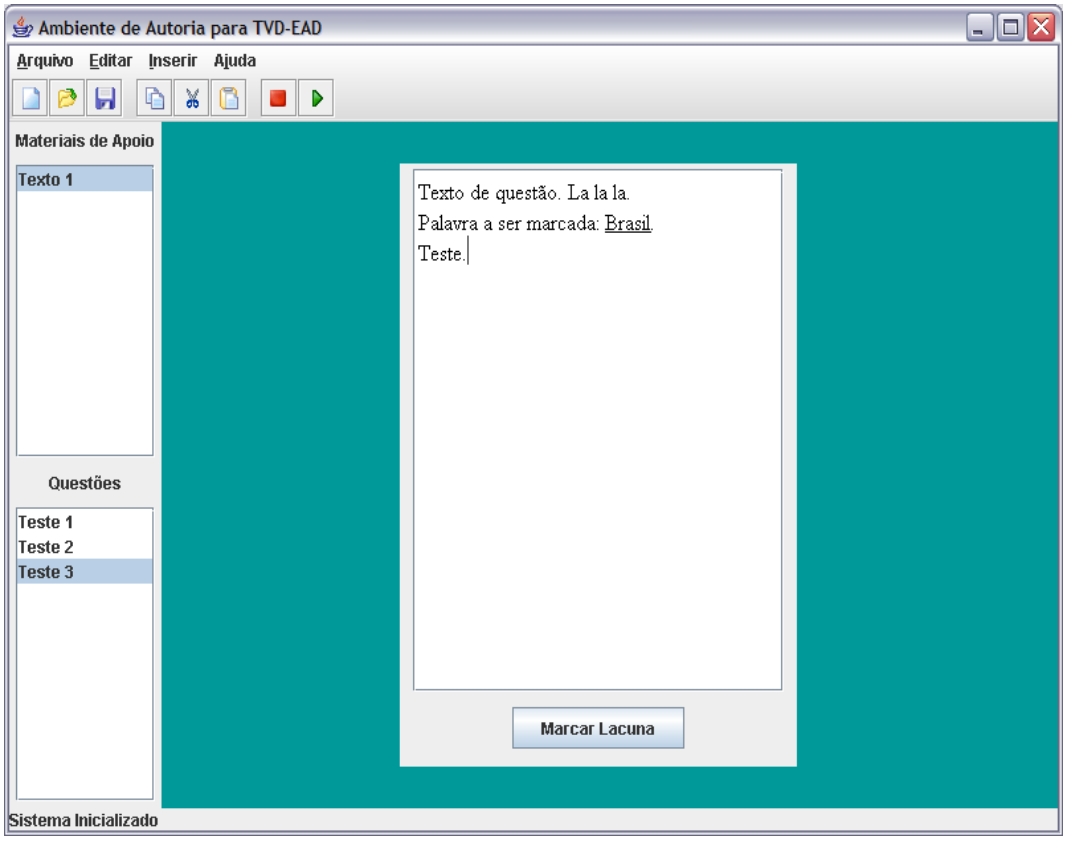

Figura 5.5: Tela de edição de uma Questão de Preenchimento de Lacunas

este via *broadcast*, canal de retorno ou qualquer outro método de entrada, como drives de CD-ROM, disquete, conexões USB, entre outros formatos possíveis.

Este conteúdo estará organizado da seguinte forma:

- Arquivo Principal (imsmanifest.xml): este arquivo irá conter a organização dos testes e informações que devem ser exibidos no aplicativo. Irá conter as questões, exceto as questões de Preenchimento de Lacunas, e indicar os caminhos para as informações adicionais, as imagens das questões e as questões de Preenchimento de Lacunas;
- Arquivos de imagens: associadas às questões podem haver arquivos de imagens, que deverão ser enviadas juntamente com o arquivo principal;
- Arquivos de Informações: cada informação é disponibilizada em um arquivo texto separado do arquivo principal. Neste arquivo estará contido o texto e tags, como as do padrão HTML, para indicar a presença de figuras;
- Arquivos de questões preenchimento de lacunas: estas questões são semelhantes aos arquivos de informações, contendo texto e tags. Porém as tags deste arquivo serão utilizadas

para indicar as palavras que devem ser substituídas por lacunas, que deverão ser então preenchidas no aplicativo de TVDi.

Quando da utilização do CAiTV o autor deverá salvar o arquivo principal em algum local indicado e, neste mesmo local, serão salvas as imagens associadas as questões e às informações, os arquivos de informações e as questões de preenchimento de lacunas. Estes arquivos devem então ser transmitidos ao STB para sua visualização no aplicativo de TVDi.

5.2.6 A pré-visualização

Após elaborar o conteúdo, na forma de questões e testes, pode-se realizar uma pré-visualização da execução no próprio CAiTV, sem a necessidade do envio do conteúdo a um STB. Esta função encontra-se no Menu Arquivo, opção Visualizar Simulador. Um exemplo de pré-visualização é ilustrado na Figura 5.6.

Deve-se observar que é possível também, por meio do CAiTV, abrir arquivos de conteúdo que tenham sido criados sem o uso do mesmo. Deste modo, além de um ambiente de autoria, o CAiTV pode ser visto também como um simulador para visualização de qualquer conteúdo criado para os aplicativos que estarão residentes no STB, não apenas do conteúdo criado nele próprio.

5.3 Cenários de Uso

São ilustrados a seguir alguns cenários de uso dos aplicativos de TVDi apresentados no Capítulo 4, do software de autoria de conteúdo CAiTV e do sistema de coleta e exibição de estatísticas apresentado na Seção 5.1.

5.3.1 Instituição de Ensino

As ferramentas deste trabalho podem ser utilizadas em uma instituição de ensino para possibilitar a troca de conteúdo entre turma diferentes. Propõe-se, por exemplo, a elaboração de material educacional por professores e alunos do ensino médio, na forma de vídeo e conteúdo para os aplicativos de TVDi aqui apresentados, sendo que tal conteúdo pode ser elaborado por meio do software CAiTV.

Este conteúdo é então compartilhado entre as turmas de alunos, fazendo com que alunos e professores passem a fazer parte do processo de criação de conteúdo. No entanto, existem duas limitações principais deste cenário de utilização:

- Atividade em grupo: como citado no Capítulo 4 a atividade de assistir a televisão é realizada usualmente por mais de uma pessoa. No ambiente proposto acima, o resultado do conteúdo elaborado deverá ser visualizado pelos alunos de toda uma classe. Caso esteja disponível apenas um aparelho de TVD nas salas de aula, este deverá ser compartilhado por mais de um aluno. Contudo, os aplicativos de TVDi deste trabalho foram desenvolvidos visando o uso por apenas um aluno, e não para uma atividade realizada em grupo.

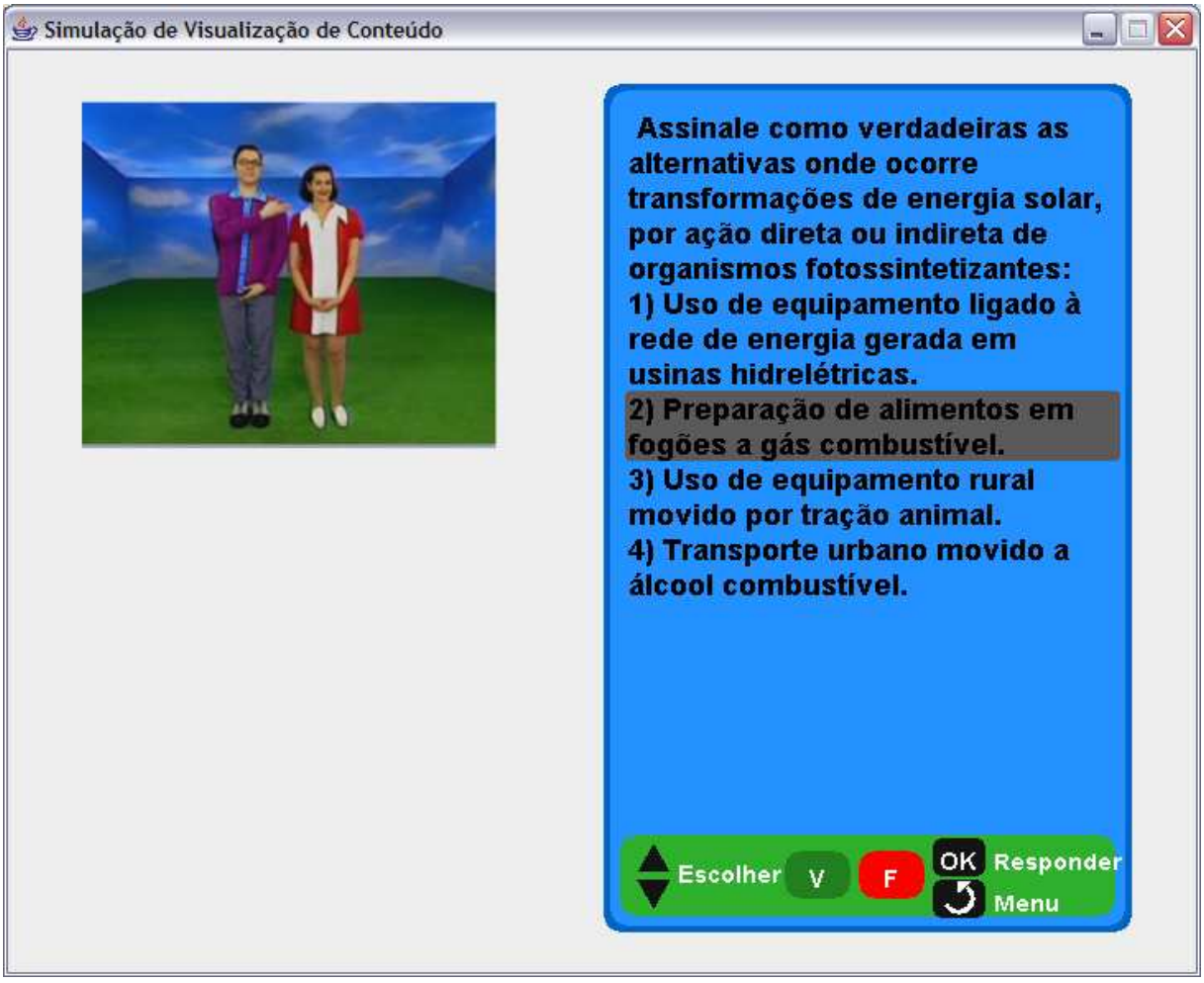

Figura 5.6: Tela da simulação de execução do conteúdo no CAiTV criado.

- Exibição do vídeo: o conteúdo produzido para ser exibido nos aplicativos de TVDi pode ser enviado ao STB via *broadcast*, pelo canal de retorno ou por meio de dispositivos de entrada e saída do STB. Isto facilita a utilização do CAiTV no ambiente proposto. Contudo, o envio do vídeo produzido na instituição de ensino deve ser realizado por meio de *broadcast* ou por uma emissora de TVD situada localmente a esta instituição, o que dificulta esta utilização.

Desta forma, a fim de viabilizar o cenário ilustrado, torna-se necessário o desenvolvimento de aplicativos de EAD para TVDi a serem utilizados conjuntamente pelos alunos. Complementarmente, para permitir a troca de conteúdos elaborados na forma de vídeo nas instituição de ensino, é necessário que ocorra a existência de um estúdio de TVD na escola ou a utilização de STBs que permitam a reprodução de vídeo advindo de mídias que possam ser conectadas diretamente ao STB, por meio de uma unidade de CD-ROM ou uma conexão USB, por exemplo.

5.3.2 Apoio ao Estudante

Outra forma na qual os aplicativos de TVDi apresentados neste trabalho podem ser utilizados é servindo como suporte para alunos de escolas de ensino médio. Estes alunos de cursos presenciais podem utilizar os aplicativos em suas residências, acessando, por exemplo, o aplicativo de material de apoio para revisar conteúdo assistido na escola. Pode-se também disponibilizar uma introdução ao conteúdo que será exposto na aula do dia seguinte, além de prover conteúdos adicionais à grade de estudos curricular, permitindo ao aluno aprofundar-se em temas de seu interesse.

Conteúdo na forma de testes de conhecimento sobre os assuntos estudados, visando verificar o que foi aprendido na aula, é outra forma de utilização dos aplicativos de TVDi deste trabalho.

Entretanto, existem alguns aspectos a serem levantados acerca da utilização dos aplicativos neste cenário:

- Produção de conteúdo: o conteúdo enviado a residência do aluno poderá ser elaborado pelos professores das escolas, ou por outros docentes, utilizando o CAiTV ou por meio da edição direta dos arquivos transmitidos ao STB. Porém, de alguma forma, este conteúdo deverá ser transmitido às residências, o que pode ser feito, por exemplo, via canal de retorno, por meio de acesso à um servidor de conteúdo, por exemplo. Este sistema de distribuição poderá também utilizar as emissoras de canais que transmitam conteúdo educacional, o que demanda um canal de comunicação entre as escolas e as emissoras.

- Padronização de conteúdo: devido ao fato de que os conteúdos curriculares de algumas escolas são semelhantes, pode-se também padronizar o conteúdo a ser enviado às residências dos estudantes. Tal conteúdo pode ser elaborado por docentes que possuam familiaridade com a mídia da TVD, resultando em conteúdos de qualidade superior ao desenvolvido pelos docentes de forma individual.

- Utilização de estatísticas: dados coletados por meio da ferramenta de geração de estatísticas podem ser utilizados para avaliar tanto o conteúdo que está sendo transmitido aos alunos nas salas de aula como o material que está sendo transmitido pela TVDi.

As ferramentas desenvolvidas neste trabalho apresentam, desta forma, uma forma de fornecer suporte a alunos em suas residências, como conteúdo adicional ao que está sendo estudado de forma presencial.

5.3.3 Cursos a Distância

Por fim, outro cenário no qual pode-se utilizar os aplicativos desenvolvidos neste trabalho é em cursos a distância que utilizem o vídeo como principal forma de envio de conteúdo aos alunos. Exemplos de cursos que são disponibilizados desta forma são os cursos de ensino médio profissionalizante disponibilizado pelo programa Telecurso 2000 [Fundação Roberto Marinho, 2006]. Os aplicativos apresentados neste trabalho podem ser utilizados de forma semelhante à ilustrada na Seção anterior.

Pode-se utilizar as funcionalidades de material de apoio para disponibilizar resumos de aulas, material adicional ao exposto durante a aula no vídeo e até mesmo na forma de introdução à próxima aula que será exibida. Os testes de conhecimento também podem ser utilizados, possibilitando que o aluno verifique o estudo conduzido pelo vídeo.

Deve-se observar que, neste cenário, não há a presença constante do professor presencial, com o qual o aluno de cursos regulares de ensino médio mantém contato diário. Desta forma, o conteúdo a ser disponibilizado pelos aplicativos dificilmente será utilizado em ambiente diferente da residência do aluno. Este material deve então ser desenvolvido de forma a ser auto-contido, visando atender as necessidades individuais de cada aluno, sem a necessidade de suporte adicional, usualmente representada pela figura do professor.

A geração de estatísticas pode também ser utilizada neste cenário, apresentando aqui um papel importante como fonte de *feedback* dos alunos, visto que estes usualmente não dispõe de professores no formato presencial, mas apenas por meio do vídeo.

5.4 Conclusão

Foram apresentados neste Capítulo softwares de apoio aos aplicativos de EAD ilustrados no Capítulo 5. Tais softwares compreendem um aplicativo para geração de estatísticas que possibilita ao professor visualizar o resultado do uso dos aplicativos pelos alunos e um aplicativo de autoria de conteúdo.

Este visa facilitar a autoria de conteúdo para os aplicativos de EAD via TVDi. Por fim foram ilustrados cenários de uso nos quais podem ser utilizadas as ferramentas apresentadas no Capítulo anterior e neste.

O próximo capítulo apresenta considerações que foram obtidas a partir da elaboração destes aplicativos e sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 6

Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Foram apresentadas neste trabalho potencialidades e limitações da Educação a Distância (EAD) por meio Televisão Digital interativa (TVDi).Com esta finalidade foram desenvolvidas ferramentas de apoio a EAD via TVDi, e algumas considerações sobre sua aplicabilidade educacional. Foram discutidas possibilidades para exibição de material de apoio ao aluno e exibição de testes visando auto-avaliação por meio desses aplicativos. Foi desenvolvida também uma ferramenta de autoria para produção de conteúdo educacional a ser exibido pelos aplicativos de TVDi e um sistema para coleta de dados estatísticos acerca da utilização dos aplicativos. A elaboração de *feedbacks* deverá ser realizada pelo professor utilizando a ferramenta de autoria. Interagindo com os aplicativos o aluno poderá obter, por meio destes *feedbacks*, um retorno do aprendizado realizado por meio da aula assistida no vídeo.

No desenvolvimento dos aplicativos foram consideradas as dificuldades que serão encontradas pelos alunos de cursos de EAD via TVDi e também os diferentes usos do canal de retorno.

Aspectos Educacionais

Um aspecto importante destes aplicativos é que eles devem ser utilizados em conjunto com outros recursos de aprendizagem que, como um todo, darão embasamento ao conteúdo ministrado aos alunos. Nota-se também que os recursos tecnológicos da TVD, por si só, não constituem elementos que, sozinhos, auxiliem a formação dos alunos. Desta forma, "cabe ao professor saber desempenhar um papel desafiador, mantendo vivo o interesse do aluno e incentivando relações sociais, de modo que os alunos possam aprender uns com os outros, formando grupos, pois a aprendizagem não é algo espontâneo nem automático. A simples exposição dos alunos às informações desconexas não gera aprendizagem e muito menos educação, pois a educação é um complexo processo que supõe intencionalidade" [M. R. C. Silva, M. C. A. Vieira, S. C. Marcontatto, 2005].

Assim, torna-se extremamente relevante o uso efetivo da TV Digital (TVD) pelos próprios sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem: o professor e o aluno. Segundo Amaral (2003), "a educação para o uso da TVDi encontra sua máxima expressão quando professores e alunos têm a oportunidade de criar e desenvolver através dos meios suas próprias mensagens. A expressão através da TV interativa, como estratégia motivadora e desmistificadora requer, portanto,

não apenas decifrar a linguagem da comunicação, mas sim servir-se dela".

O professor pode, por exemplo, partir da discussão de temas ou problemas de investigação, discutindo sua importância, levantando pontos fundamentais, articulando os diversos pontos de vista, buscando redefinições sobre o assunto trabalhado, apontando caminhos e direções para a busca de possíveis soluções. Todo o material coletado durante este processo pode vir a tornar-se conteúdo digital. O próprio trabalho de alunos e professores na busca de fontes, elaboração de conteúdos, discussão em conjunto, apontam para a formação de conceitos que tendem a uma aprendizagem significativa.

Este aspecto contribui para que professor e aluno compreendam o significado da construção da realidade que um conteúdo midiático comporta, o que é fundamental para atingir o objetivo de uma educação com os meios tecnológicos. É uma nova filosofia do processo de comunicação e do processo de aprendizagem [M. R. C. Silva, M. C. A. Vieira, S. C. Marcontatto, 2005].

Deve ser observado que este trabalho apresentou uma abordagem focada principalmente no desenvolvimento de aplicativos, e não na produção de conteúdo para estes. Deste modo, o sucesso da utilização das ferramentas elaboradas dependerá principalmente dos produtores de conteúdo que irão utilizar as mesmas.

Reaproveitamento

As primeiras especificações do padrão brasileiro de TV Digital ISDTV definem o Ginga como o *middleware* a ser utilizado nos STBs brasileiros. O Ginga apresenta um componente para exibição de aplicativos desenvolvidos sob a linguagem Java, possuindo compatibilidade com o padrão GEM, sendo este um fator positivo pois permite que os aplicativos utilizados nos *middlewares* também aderentes ao padrão GEM possam ser portados para a plataforma brasileira de TVD com facilidade.

Entretanto, deve ser observado que, tendo em vista que os países que possuem sistemas de TVD implementados são, em sua maioria, países com populações com características extremamente diferentes da brasileira, principalmente no que diz respeito ao nível de educação. Desta forma, apesar da portabilidade possibilitada pela interoperabilidade do padrão GEM, a utilização de aplicativos de TVD proveniente de outros países no Brasil deve prescindir de uma análise aprofundada sobre como a população brasileira em geral, que possui um baixo nível de educação, poderá interagir com estes aplicativos importados.

Outro fato que deve ser observado é que os aplicativos deste trabalho foram desenvolvidos utilizando-se o *middleware* MHP e, desta forma, podem ser facilmente utilizados como aplicativos do ISDTV. Abre-se assim uma possibilidade para a continuidade dos trabalhos aqui apresentados, por meio de projetos visando explorar conceitos fundamentais da TVD, como o canal de retorno e o desenvolvimento de jogos educacionais para a TVD.

Estado da Arte

As especificações do padrão brasileiro atentam também para a utilização dos mais avançados padrões tecnológicos para codificação de vídeo (H.264), áudio (AAC), camada de transporte

(MPEG-2), entre outros. Esta é uma decisão que, certamente, visa ao estabelecimento de um padrão para ser difundido para outros países, disseminando as mais avançadas tecnologias para a TV Digital.

Outro aspecto importante é a necessidade da participação da sociedade civil nas decisões acerca da TVD. Órgãos da imprensa brasileira tem, repetidamente, criticado as escolhas realizadas pelo governo brasileiro da TV Digital. Tendo em vista as potencialidades apresentadas pela TV Digital, como um novo canal de comunicação que atinge mais de 90% da população, deve ser lançado um olhar atento acerca das permissões para exploração da TV Digital que serão fornecidas para as empresas. Deve-se garantir sempre o favorecimento da inclusão digital por meio da TVD, por meio de preços acessíveis para os STBs, provedores de conteúdo e demais custos associados ao uso da TVD.

6.1 Trabalhos Futuros

Para dar continuidade aos trabalhos aqui apresentados sugere-se o desenvolvimento de aplicativos de TVDi que implementem ferramentas de comunicação como *chats* para permitir a troca de mensagens em tempo real entre os participantes no processo de aprendizado e fóruns, que podem ser utilizados pelos alunos para troca de experiências sobre o aprendizado por meio da TVD.

A elaboração de aplicativos de *edutainment* também é um conceito que deve ser trabalhados nas pesquisas da área de EAD via TVDi. Porém, há dois passos cruciais para a evolução desta área: um estudo aprofundado sobre a convergência de projetos como o de *e-learning* para a TVDi, além da execução de testes de campo com alunos e professores, para avaliar o desempenho dos aplicativos. Estas conclusões foram obtidas a partir de uma reflexão realizada nos congressos onde este trabalho foi apresentado, onde foram levantadas várias questões acerca da efetividade das ferramentas aqui apresentadas. Por meio destes testes pode-se descobrir novos caminhos e idéias para os conceitos aqui apresentados, além da validação de alguns conceitos apresentados neste trabalho, buscando sempre a melhoria dos aplicativos de TVDi.

Deve-se observar que este trabalho foi de natureza essencialmente exploratória e, desta forma, trilhou caminhos que devem ser mais explorados, como por exemplo a adaptação dos aplicativos apresentados para o padrão LOM. Este pode ser uma opção para o desenvolvimento de conteúdo para aplicativos de EAD via TVDi, devido aos poucos requisitos necessários para utilização.

A TV Digital no Brasil continua em fase de implantação e suas características serão definidas principalmente pela legislação que irá definir como este canal de comunicação poderá ser utilizado. Para atingir as metas estabelecidas quando de sua criação, como a inclusão digital e a criação de uma rede de educação a distância, vários estudos devem ser realizados visando desenvolver aplicativos para TVD e também a popularização da TVD como mídia de comunicação e não apenas de entretenimento.

Referências Bibliográficas

A. E. Eguia, M. L. Nores, Y. B. Fernández, J. P. Arias, B. B. Martínez, J. G. Duque, A. G. Solla, M. R. Cabrer. Collaborative T-learning: Bringing Greater Levels of Interactivity into the Home. 2005.

A. Hedman, S. Lenman. A Media Rich Interface vs. a Simple Interface for Interactive Television. In *Proceedings of E-Learning 2002 World Conference on E-Learning in Corporate*, 2002.

ABED. Mec apresenta crescimento de educação a distância, 2007. Disponível em: `http://www.portaleducacao.com.br/educacao/principal/noticia_view.asp?id=8977`.

Advanced Distributed Learning. SCORM 2004 2nd. Edition, 20 de Novembro 2006. Disponível em: `http://www.adlnet.org/`.

Alexandre Nobeschi. Educaçao a Distância exige disciplina. Jornal Folha de São Paulo, 13 de Setembro 2005.

British Broadcasting Corporation. Interactive Television Style Guide, 2002. .

C. O'Hagan. The Integration of Television and The Internet. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Agosto 2001.

CGI: Comitê Gestor da Internet no Brasil. Pesquisa sobre o uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação, Julho 2006. Disponível em: `http://www.cetic.br/usuarios/`.

Comitê das Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento da Amazônia. Programa prioritário de tv digital interativa, Março 2004. Disponível em: `http://twiki.im.ufba.br/pub/GEC/ProjetoTvdigital/programa\_tv\_digital.pdf`.

CPqD. Projeto Sistema Brasileiro de TV Digital: Cadeia de Valor, 20 de Novembro 2006. Disponível em: `http://sbtvd.cpqd.com.br/`.

D. A. Wiley. *The Instructional Use of Learning Objects*, volume 1. Agency for Instructional Technology, 2002. ISBN 0-7842-0892-1.

ETSI. TS 102 819: Globally Executable MHP (GEM). ETSI Standard, Maio 2004. Disponível em: http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp\?WKI_ID=19737.

European Broadcasting Union. Digital Video Broadcasting: Multimedia Home Platform (MHP) Specification 1.0.3, 20 de Novembro 2003.

Fundação Roberto Marinho. Canal Futura. 1 de Janeiro 2007. Disponível em: http://www.futura.org.br/.

Fundação Roberto Marinho. Telecurso 2000, 20 de Novembro 2006. Disponível em: http://www.telecurso2000.org.br/.

Glaucio José Couri Machado, Deise Juliana Francisco. For-Chat: uma ferramenta para o ensino a distância via Web, 2003. Disponível em: http://www.rau-tu.unicamp.br/nou-rau/ead/document/?down=48.

Heloísa Vieira da Rocha. *O ambiente TelEduc para a educação a distância baseada na Web: princípios, funcionalidades e perspectivas de desenvolvimento.* 2002.

IEEE Learning Technology Standard Committee Working Group 12. Final 1484.12.1 LOM draft standard, Setembro 2005. Disponível em: http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf.

IMS Global Learning Consortium. IMS Learning Consortium, 20 de Novembro 2005. Disponível em: http://www.imsglobal.org/.

Institute of Electrical and Electronics Engineering. IEEE Standard for Local and metropolitan area networks. Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems - IEEE P802.16d, 2003.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional Por Amostra de Domicílios. pages 35–64, 13 de Abril 2004. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/.

International Marketing Reports LTD. Electronic Programmes Guides, 2006. Disponível em http://www.im-reports.com/EPG/samples.html.

ISO 9241 Part 11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 11: Guidance on usability, 1998. .

J. A. Klein, A. Karger, A. Sinclair. Digital Televison For All: A report on usability and accessible design, Outubro 2003.

J. Nielsen, R. L. Mack. *Usability Inspection Methods*, page 242. Ed. John Wiley & Sons, 1994.

João Roberto Moreira Alves. Educação a distância e as novas tecnologias de informação e aprendizagem, 1998. Disponível em: `http://www.engenheiro2001.org.br/programas/980201a1.htm`.

Jorge Fernandes, Guido Lemos, Gledson Elias. Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas. In *Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, pages 1–56, Salvador, BA, Agosto 2004.

K. Chorianopoulos, D. Spinellis. A Metaphor for Personalized Television Programming. In *Proceedings of the 7th ERCIM Workshop on User Interfaces*, pages 139–146. Ed. Springer-Verlag, 2002.

L. Leite, C. Batista, G. Filho, R. Kulesza, L. Alves, G. Bressan, R. Rodrigues, L. Soares. *FlextTV – Uma Proposta de Arquitetura de Middleware para o Sistema Brasileiro de TV Digital*, volume 1, chapter Revista de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, pages 29–49. EDUSP, 2006.

L. Zhao. Interactive Television and Distance Education: Benefits and Compromises. International Symposium on Technology and Society, Junho 2002.

M. Gawlinski. *Interactive Television Production*, volume 1, pages 199–237. Focal Press, 2003.

M. J. Damásio, C. Quico. T-Learning and interactive Television Edutainment: The Portuguese Case Study. In *ED-Media*, pages 4511–4518, 2004.

M. Lytras, C. Lougos, P. Chozos, A. Pouloudi. Interactive Television and e-Learning Convergence: Examining the Potential of t-Learning. In *The European Conference on e-learning*, Uxbridge, UK, November 2002.

M. R. C. Silva, M. C. A. Vieira, S. C. Marcontatto. Uma análise sobre a produção de conteúdo e a interatividade na TV Digital interativa. In *IV Seminário de Gestão de Conhecimento e Tecnologia da Informação*, Campinas, SP, Julho 2005.

Marcelo Sampaio de Alencar. A história secreta da televisão digital no Brasil. Jornal do Commercio, 30 de Dezembro 2005.

Middleware Ginga. Laboratório TeleMídia - PUC-Rio, 2007. Disponível em `http://www.ginga.org.br/`.

Ministério da Educação: Secretaria de Educação a Distância. Projeto TV Escola, 20 de Novembro 2006. Disponível em: `http://www.mec.gov.br/`.

P. Aarreniemi-Jokipelto. T-learning Model for Learning via Digital TV. In *16th EAEEIE Annual Conference on Innovation in Education for Electrical and Information Engineering*, Lappeenranta, Finlândia, Junho 2005.

P. J. Bates. Learning through iDTV - results of t-learning study. In *European Conference on Interactive Television*, pages 137–138, Brighton, Inglaterra, Abril 2005.

Pontifícia Universidade Católica – Rio de Janeiro. Ambiente AulaNet, 2005. Disponível em: `http://aulanet.les.inf.puc-rio.br/aulanet/`.

R. F. Cardoso, J. V. Lima. AvalWeb - Sistema Interativo para Gerência de Questões e Aplicação de Avaliações na Web. In *Anais do VII Workshop de Informática Na Escola*, Fortaleza, CE, Julho 2001.

R. Pereira. Suporte ao Desenvolvimento e Uso de *Frameworks* e Componentes. Tese de doutorado, UFRGS, Março 2000.

S. Johnson. Interface culture: how new technology transforms the way we create and communicate, 1997. .

Serco Usability Services. Interactive TV And Electronic Programme Guides: Usability Guidelines, 2000. .

Daniel M. Bataca João H. A. Franco José M. M. Rios Amilton C. Lamas Sergio Ferreira do Amaral, L. O. Baratti. Serviço de apoio a distância ao professor em sala de aula pela tv digital interativa. In *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, volume 1, pages 53–70, 2004.

Sergio Ferreira do Amaral, Daniel Moutinho Pacata. A TV Digital Interativa no Espaço Educacional. In *Educação Temática Digital*, pages 95–98, Campinas, SP, Dezembro 2003.

T. Waisman. Usabilidade em Serviços Educacionais em Ambiente de TV Digital. Tese de doutorado, Escola de Comunicação e Artes, USP, Janeiro 2006.

Vânia Bem, Wilson Schuelter, Dulce Márcia Cruz. A Interação na EAD é necessária? In *5º Congreso REDCOM*, 2003.

Apêndice A

Estudo dos Aplicativos de TVDi

Neste Apêndice é ilustrada a utilização da técnica de modelagem de software UML[1] (*Unified Modelling Language*) para projetar o desenvolvimento do aplicativo de EAD para TVDi. A modelagem foi realizada utilizando-se o software Rational Rose Enterprise Edition 2003.

A.1 Conceito do Software

O objetivo deste estudo é modelar o aplicativo de TVDi que será utilizado para estudos de EAD. Tais aplicativos disponibilizarão para o usuário quatro funcionalidades principais:

- Inicialização: para iniciar o aplicativo o aluno irá visualizar na tela um ícone gráfico que indicará que existem aplicativos que podem ser executados em conjunto com o vídeo;
- Menu: após realizar a inicialização será exibido ao aluno um menu no qual poderá escolher a ação a ser executada;
- Informações: navegando pelo menu o aluno poderá executar o aplicativo que exibe informações na forma de texto e figuras;
- Testes: navegando pelo menu o aluno poderá executar o aplicativo que exibe testes de conhecimento de diversos tipos.

A.2 Diagramas

Tendo em vista estes objetivos principais, foram elaborados então os Diagramas de Caso de Uso, de Classes e de Atividade, de acordo com a linguagem UML.

[1] `http://www.uml.org/`

A.2.1 Diagramas de Caso de Uso

Os Diagramas de Caso de Uso da linguagem UML são utilizados para descrever cenários de utilização de um sistema, no caso o software de computador que está sendo elaborado. Um exemplo simples de caso de uso é a utilização de um caixa automático por um cliente de banco. Neste cenário o usuário é o cliente e a funcionalidade a ser utilizada é a retirada de dinheiro, por exemplo.

Existem três elementos chave em um caso de uso:

- Ator: o ator é um tipo de usuário que interage com o sistema.
- Sistema: este entidade é aqui representada pelo software de computador.
- Funcionalidade: o objetivo que o ator atinge utilizando o sistema, ou seja, a resultado buscado pelo usuário ao utilizar o sistema.

As Figuras a seguir ilustram os Diagramas de Caso de Uso dos aplicativos de TVDi desenvolvidos neste trabalho.

A Figura A.1 exibe o caso de uso da inicialização do sistema. Após visualizar uma indicação na tela da televisão o aluno pode interagir com o sistema, pressionando um botão do controle remoto do STB e inicializar o aplicativo de TVDi.

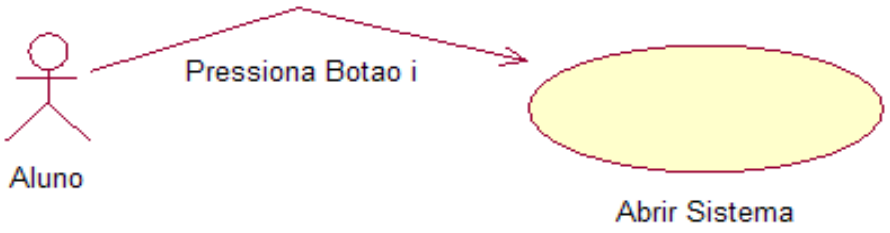

Figura A.1: Diagrama de Caso de Uso da inicialização do aplicativo

A Figura A.2 exibe o caso de uso de visualizar uma informação. Após inicializar o sistema o aluno pode visualizar uma informação na tela do aplicativo, representada na forma de texto e figuras.

A Figura A.3 exibe o caso de uso de visualizar um teste. Após inicializar o sistema o aluno pode interagir com o aplicativo navegando por testes e respondendo a estes, utilizando o controle remoto do STB.

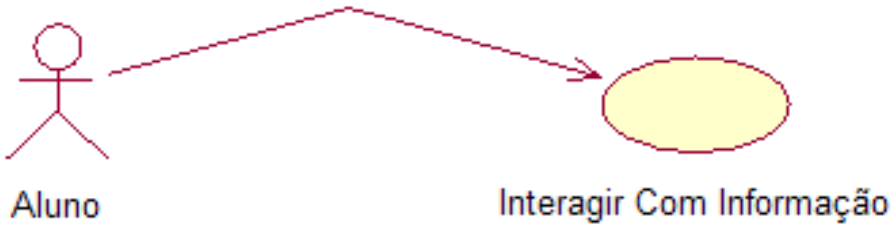

Figura A.2: Diagrama de Caso de Uso da visualização de uma informação

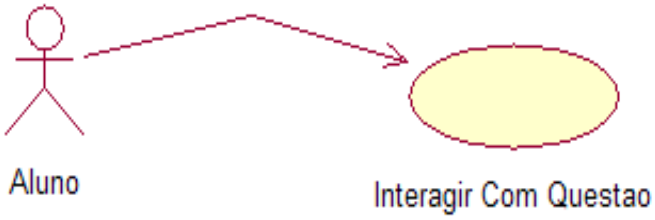

Figura A.3: Diagrama de Caso de Uso da visualização de um teste

A.2.2 Diagramas de Classe

Os aplicativos serão desenvolvidos utilizando a linguagem de programação orientada a objetos Java. A programação orientada a objetos é um paradigma de análise, projeto e programação de sistemas de software baseado na composição e interação entre diversas unidades de software chamadas de objetos. Alguns conceitos fundamentais de orientação a objetos são:

- *Classe*: representa um conjunto de objetos com características afins. Uma classe define o comportamento dos objetos, através de métodos, e quais estados ele é capaz de manter, através de atributos.

- *Objeto*: é uma instância de uma classe. Um objeto é capaz de armazenar estados através de seus atributos e reagir a mensagens enviadas a ele, assim como se relacionar e enviar mensagens a outros objetos.

- *Atributos*: são os dados ou informações do objeto, basicamente a estrutura de dados que vai representar a classe.

- *Métodos*: definem as habilidades dos objetos. Um método em uma classe é apenas uma definição. A ação só ocorre quando o método é invocado através do objeto. Dentro do programa, a utilização de um método deve afetar apenas um objeto em particular.

Um Diagrama de Classes é uma representação da estrutura e do relacionamento das classes que servem de modelo para objetos. É uma modelagem útil para um sistema pois define todas as classes que este deve possuir, sendo a base para a construção do diagrama de atividade.

A Figura A.4 ilustra o Diagrama de Classes principal dos aplicativos de EAD pela TVDi. São ilustrados a classe principal dos aplicativos, XletMenu, que extende a classe Xlet, criando assim um aplicativo de TVDi. Além disto são ilustradas também as classes que geram os menus de testes e informações, que são derivadas da classe MenuGenérico.

A Figura A.5 apresenta o Diagrama de Classes da exibição de uma informação, composta por figuras e texto. São utilizadas as classes do parser de XML NanoXML[2] (ReadManifest, ProcessManifest e ResourceItem) e a classe de exibição de textos com barra de rolagem ScrollableTextInformações.

As classes utilizadas na seção de testes dos aplicativos são ilustradas na Figura A.6. O parser de XML NanoXML, assim como na exibição de informações, também é utilizado, além de uma classe para exibição de textos adaptada, chamada de ScrollableTextTestes.

A conexão com o canal de retorno é ilustrada na Figura A.7, com a classe CanalRetorno implementando a interface Conexão.

Por fim a Figura A.8 exibe a utilização do parser de XML NanoXML pelo Menu principal dos aplicativos, representado pela classe XletMenu.

A.2.3 Diagrama de Atividade

Os Diagramas de Atividade da linguagem UML são utilizados para representar os fluxos conduzidos por processamentos, sendo essencialmente um gráfico de fluxo, mostrando o fluxo de controle de uma atividade para outra. Optou-se pela utilização dos diagramas de atividade pois um único diagrama pode representar todos os cenários (principal e alternativos) referentes a um caso de uso. Dessa forma, é possível uma visão geral, em alto nível, das funcionalidades implementadas.

A Figura A.9 ilustra o Diagrama de Atividade elaborado para o aplicativo de TVDi deste trabalho.

Após a elaboração dos Diagramas de Caso de Uso, Classes e Atividade foi iniciada a fase de codificação do aplicativo, e os resultados finais deste trabalho são ilustrados no Capítulo 4 deste trabalho.

[2] `http://nanoxml.sourceforge.net/orig/`

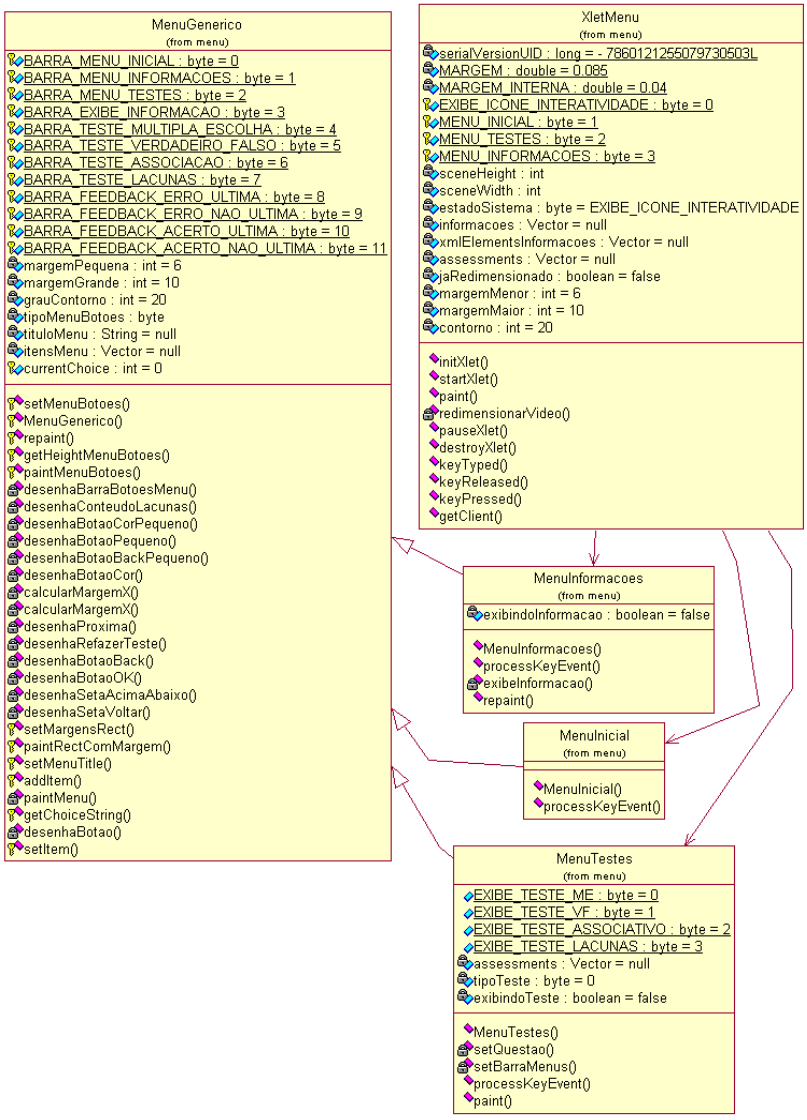

Figura A.4: Diagrama de Classes principal dos aplicativos de EAD para TVDi

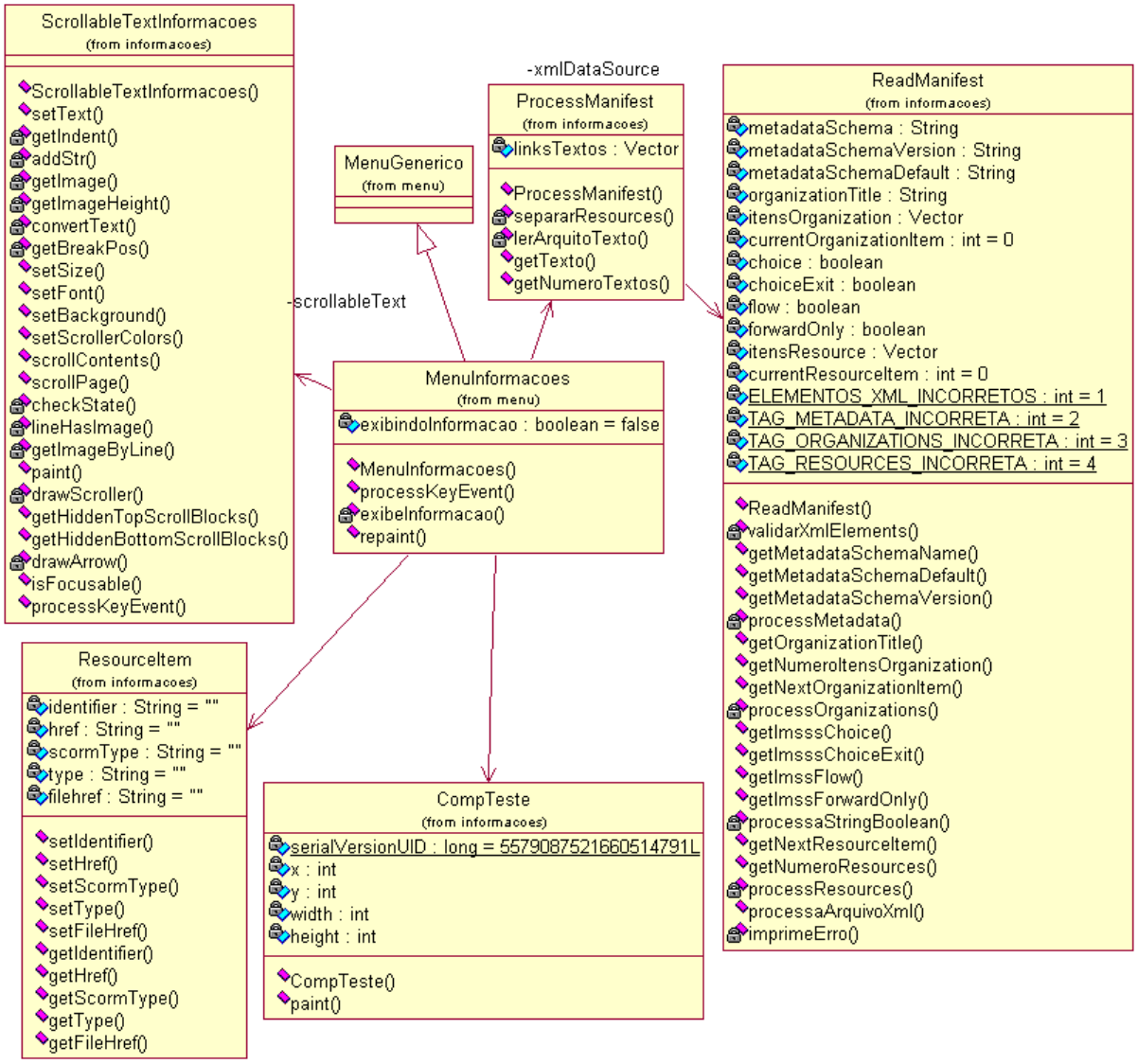

Figura A.5: Diagrama de Classes do Menu de Informações

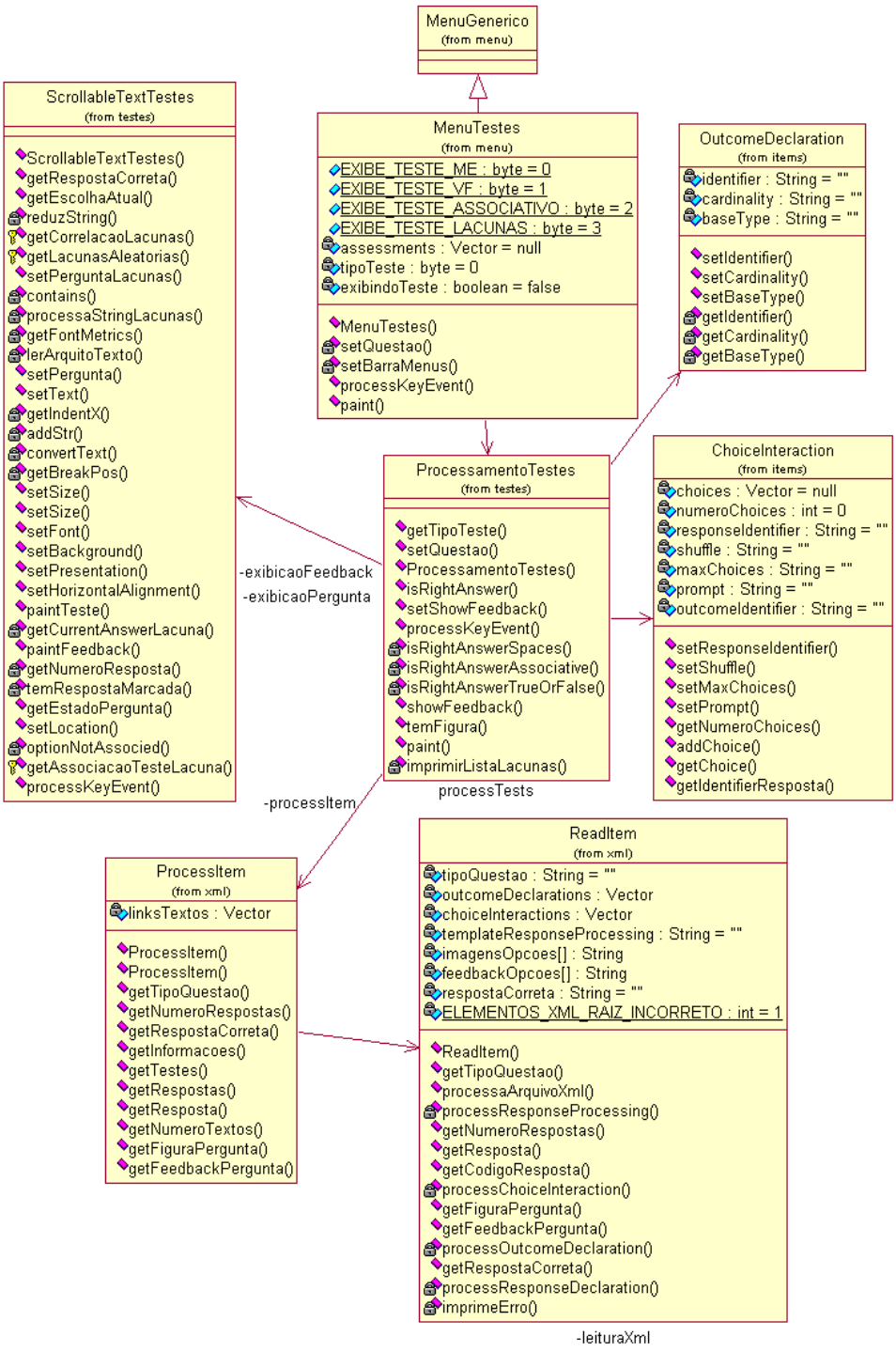

Figura A.6: Diagrama de Classes do Menu de Testes

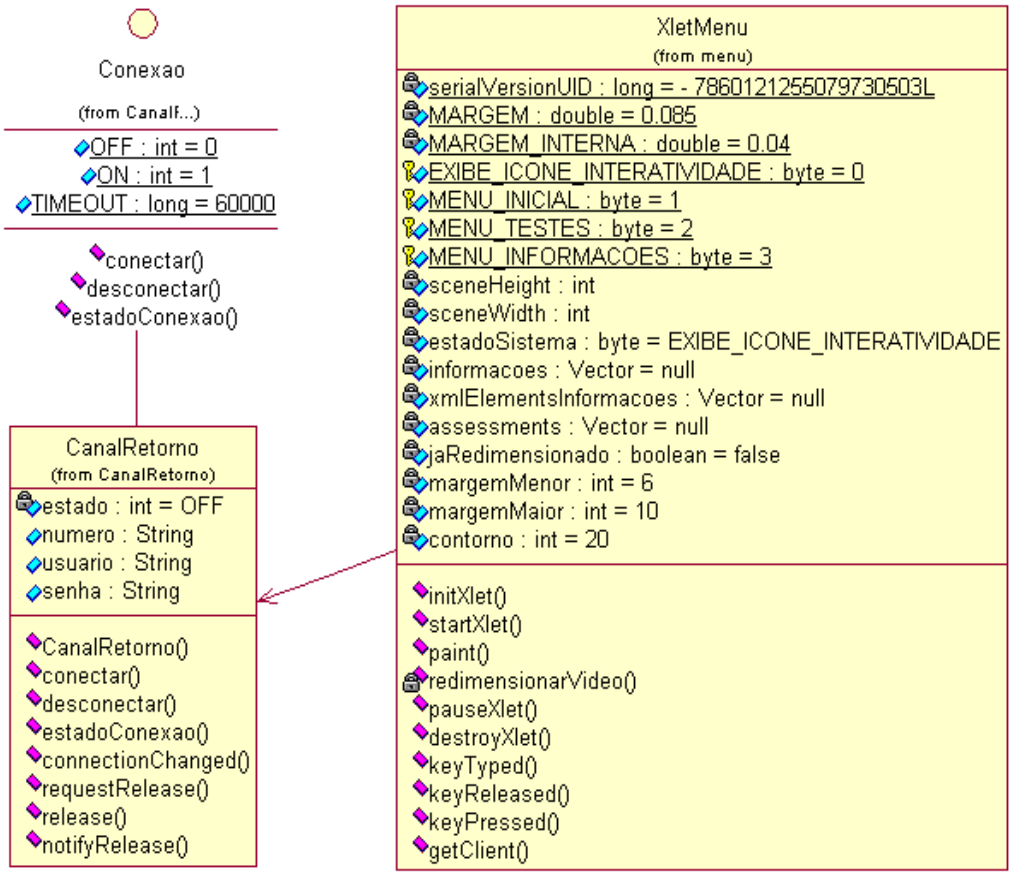

Figura A.7: Diagrama de Classes da Conexão com o Canal de Retorno

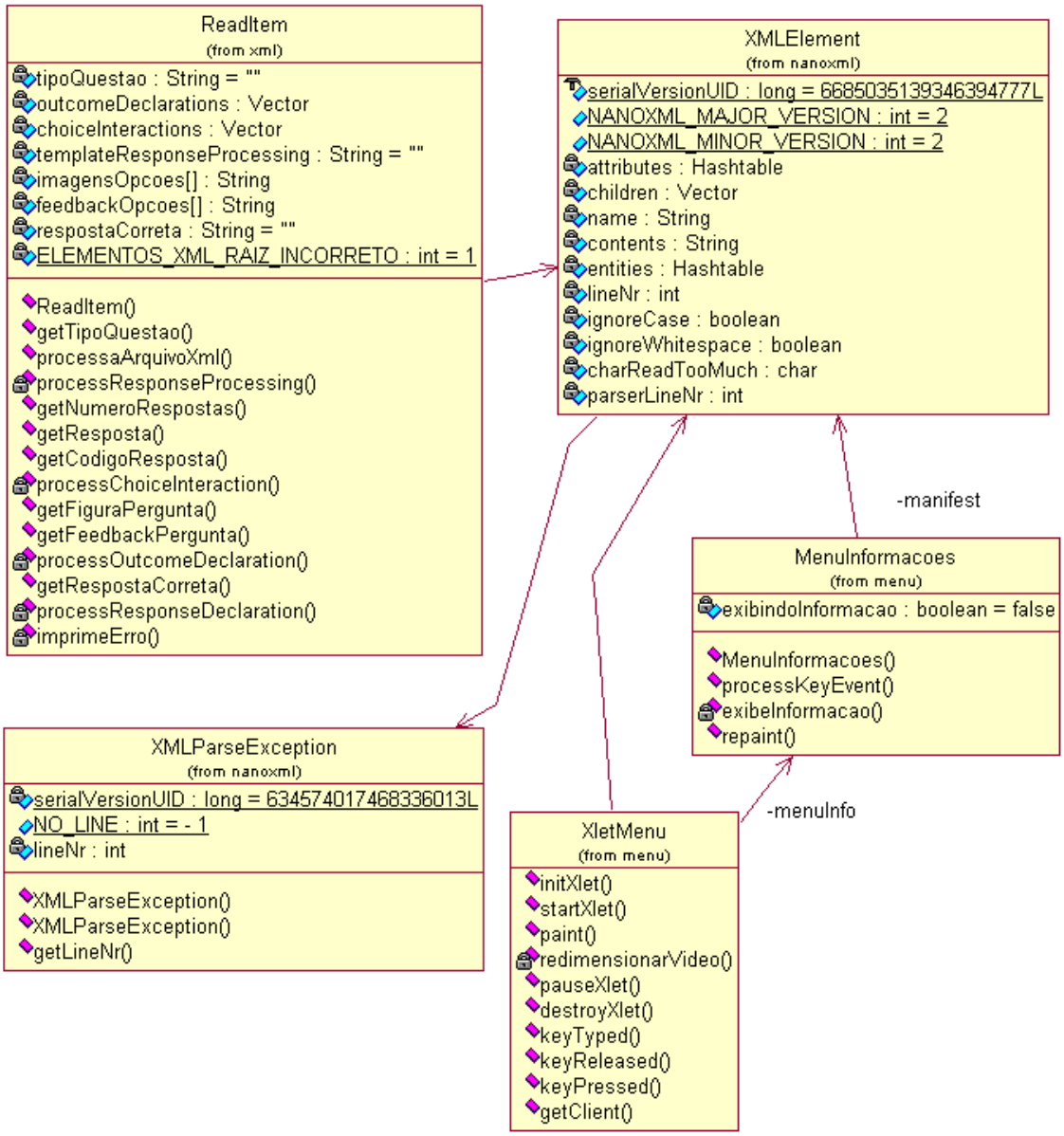

Figura A.8: Diagrama de Classes do parser de XML NanoXML

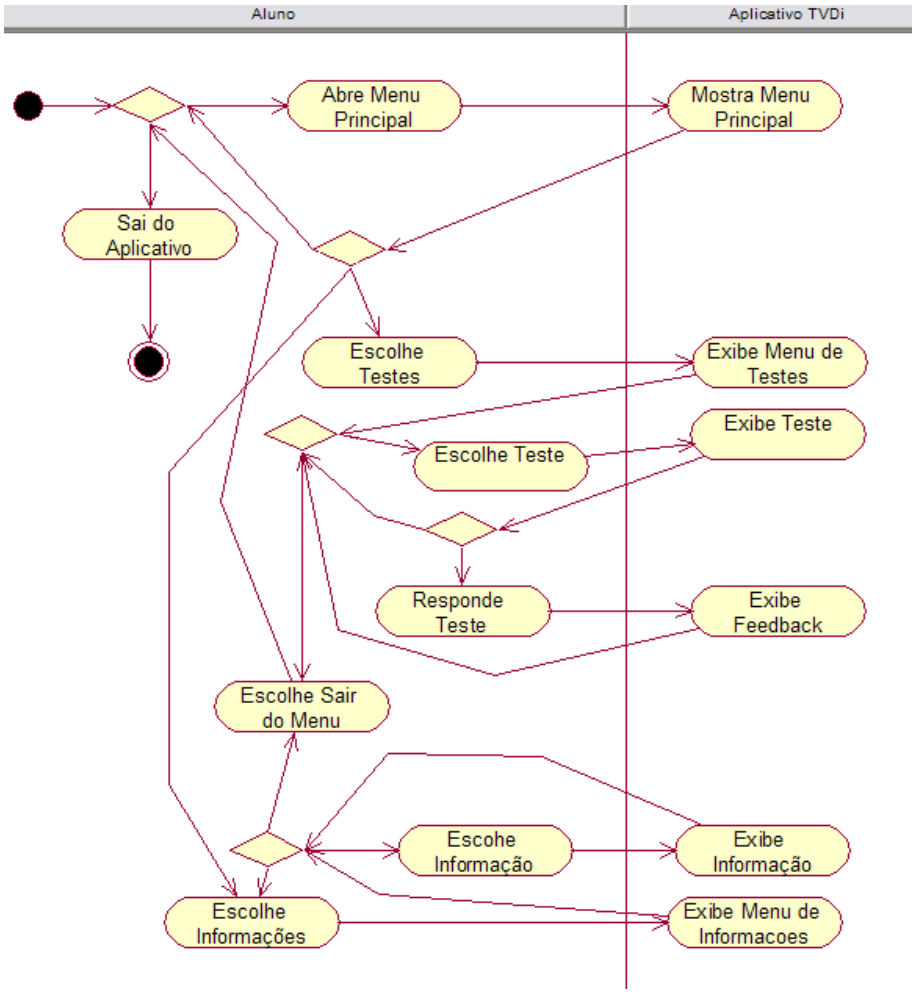

Figura A.9: Diagrama de Atividades do Aplicativo de TVDi

Apêndice B

Estudo dos Ambiente de Autoria

Neste Apêndice é ilustrada a utilização da técnica de modelagem de software UML[1] (*Unified Modelling Language*) para projetar o desenvolvimento do ambiente de autoria de conteúdo para os aplicativos de TVDi que foram ilustrados no Capítulo 4. A modelagem foi realizada utilizando-se o software Rational Rose Enterprise Edition 2003.

B.1 Conceito do Software

O objetivo deste estudo é modelar o ambiente de autoria de conteúdo para os aplicativos de TVDi. Tais aplicativos disponibilizarão para o usuário quatro funcionalidades principais:

- Informações: deverá ser possível, por meio do aplicativo, criar informações a serem exibidas nos aplicativos de TVDi;
- Testes: utilizando-se o ambiente de autoria deverá ser possível criar testes dos tipos associativo, múltipla escolha, preenchimento de lacunas e verdadeiro ou falso;
- Pré-visualização: o software possibilitará a pré-visualização do conteúdo criado na forma de testes e informações;
- Salvar o conteúdo: ao utilizar o comando salvar do software será criado um arquivo xml chamado imsmanifest.xml e os arquivos de imagem e de texto, associados aos testes e informações criados.

  O software de autoria de conteúdo foi chamado de CAiTV (*Content Authoring Tool for interactive Television* - Ferramenta de Autoria de Conteúdo para Televisão interativa).

B.2 Diagramas

Tendo em vista estes objetivos principais, foram elaborados então os Diagramas de Caso de Uso, de Classes e de Atividade, de acordo com a linguagem UML.

[1] `http://www.uml.org/`

B.2.1 Diagramas de Caso de Uso

Os Diagramas de Caso de Uso da linguagem UML são utilizados para descrever cenários de utilização de um sistema, no caso o software de computador que está sendo elaborado. Um exemplo simples de caso de uso é a utilização de um caixa automático por um cliente de banco. Neste cenário o usuário é o cliente e a funcionalidade a ser utilizada é a retirada de dinheiro, por exemplo.

Existem três elementos chave em um caso de uso:

- Ator: o ator é um tipo de usuário que interage com o sistema.
- Sistema: este entidade é aqui representada pelo software de computador.
- Funcionalidade: o objetivo que o ator atinge utilizando o sistema, ou seja, a resultado buscado pelo usuário ao utilizar o sistema.

As Figuras a seguir ilustram os Diagramas de Caso de Uso do ambiente de autoria desenvolvido neste trabalho.

Na Figura B.1 é exibido o caso de uso da criação de uma informação. O autor de conteúdo deverá digitar o texto e inserir imagens de arquivos provenientes do computador.

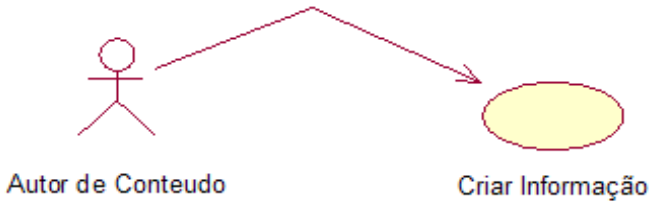

Figura B.1: Diagrama de Caso de Uso da elaboração de uma informação

A Figura B.2 exibe o caso de uso da criação de testes de conhecimento. O autor de conteúdo deverá escolher o tipo de questão (Associativa, Múltipla Escolha, Verdadeiro ou Falso ou Preenchimento de Lacunas).

A Figura B.3 exibe o caso de uso da visualização do conteúdo elaborado no software CAiTV. Este caso de uso ilustra também a execução de conteúdos que podem não ter sido criados no ambiente de autoria, mas sim por meio da edição direta do arquivo imsmanifest.xml.

B.2.2 Diagramas de Classe

O software de autoria de conteúdo será desenvolvido utilizando a linguagem de programação orientada a objetos Java. A programação orientada a objetos é um paradigma de análise, projeto e programação de sistemas de software baseado na composição e interação entre diversas unidades de software chamadas de objetos. Alguns conceitos fundamentais de orientação a objetos são:

Figura B.2: Diagrama de Caso de Uso da elaboração de testes

Figura B.3: Diagrama de Caso de Uso da visualização do conteúdo elaborado

- *Classe*: representa um conjunto de objetos com características afins. Uma classe define o comportamento dos objetos, através de métodos, e quais estados ele é capaz de manter, através de atributos.
- *Objeto*: é uma instância de uma classe. Um objeto é capaz de armazenar estados através de seus atributos e reagir a mensagens enviadas a ele, assim como se relacionar e enviar mensagens a outros objetos.
- *Atributos*: são os dados ou informações do objeto, basicamente a estrutura de dados que vai representar a classe.
- *Métodos*: definem as habilidades dos objetos. Um método em uma classe é apenas uma definição. A ação só ocorre quando o método é invocado através do objeto. Dentro do programa, a utilização de um método deve afetar apenas um objeto em particular.

Um Diagrama de Classes é uma representação da estrutura e do relacionamento das classes que servem de modelo para objetos. É uma modelagem útil para um sistema pois define todas as classes que este deve possuir, sendo a base para a construção do diagrama de atividade.

A Figura B.4 ilustra o Diagrama de Classes principal do software de autoria de conteúdo. São exibidas a classe principal do aplicativo, MainGui, e seu relacionamento com as classes de

visualização de vídeo, o painel de alternativas e de edição e a classe de controle do arquivo ims-manifest.xml.

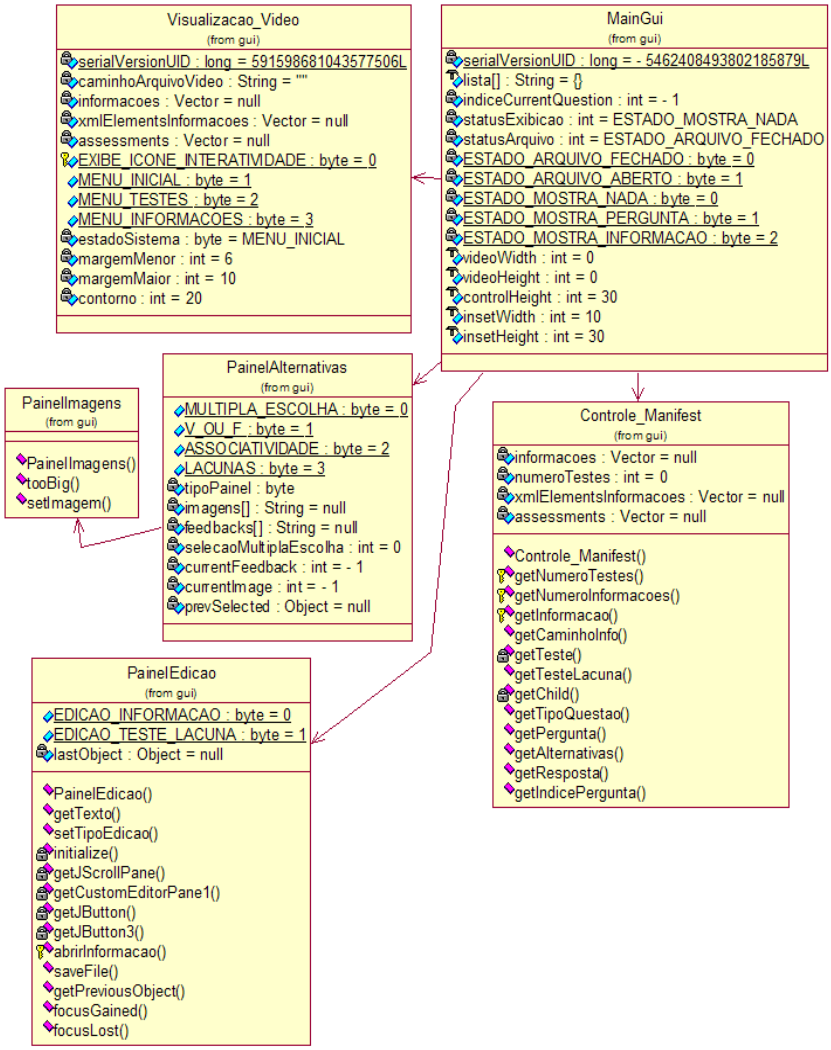

Figura B.4: Diagrama de Classes principal do CAiTV

A Figura B.5 apresenta o Diagrama de Classes do painel utilizado para edição de testes. Note-se que o teste de preenchimento de lacunas não é um dos sub-tipos pois este é editado de forma diferenciada, permitindo a marcação de palavras que deverão ser substituídas, ao invés do preenchimento de alternativas e um título para o teste.

A Figura B.6 apresenta as classes utilizadas para a exibição de uma informação, quando o CAiTV for executado no modo de visualização do conteúdo criado. Observe-se aqui a semelhança deste Diagrama de Classes com o diagrama da figura A.2.

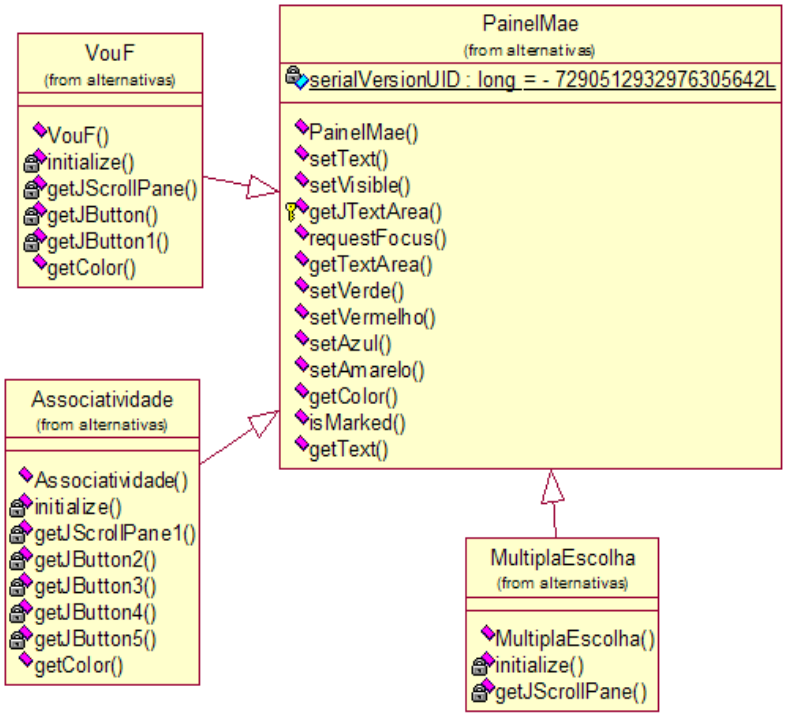

Figura B.5: Diagrama de Classes do Painel de Edição de Testes

A Figura B.7 apresenta as classes utilizadas na exibição de testes pelo ambiente de simulação presente no CAiTV. Assim como na Figura B.6 observe-se aqui a semelhança com a Figura A.3.

Por fim a Figura B.8 ilustra o Diagrama de Classes do parser de XML NanoXML[2] que, o mesmo utilizado nos aplicativos de EAD para TVDi.

B.2.3 Diagrama de Atividade

Os Diagramas de Atividade da linguagem UML são utilizados para representar os fluxos conduzidos por processamentos, sendo essencialmente um gráfico de fluxo, mostrando o fluxo de controle de uma atividade para outra. Optou-se pela utilização dos diagramas de atividade pois um único diagrama pode representar todos os cenários (principal e alternativos) referentes a um caso de uso. Dessa forma, é possível uma visão geral, em alto nível, das funcionalidades implementadas.

A Figura B.9 ilustra o Diagrama de Atividades elaborado para o software de autoria de conteúdo CAiTV, quando da elaboração de uma informação.

A Figura B.10 apresenta o Diagrama de Atividades da criação de um teste de conhecimento no software CAiTV.

[2] `http://nanoxml.sourceforge.net/orig/`

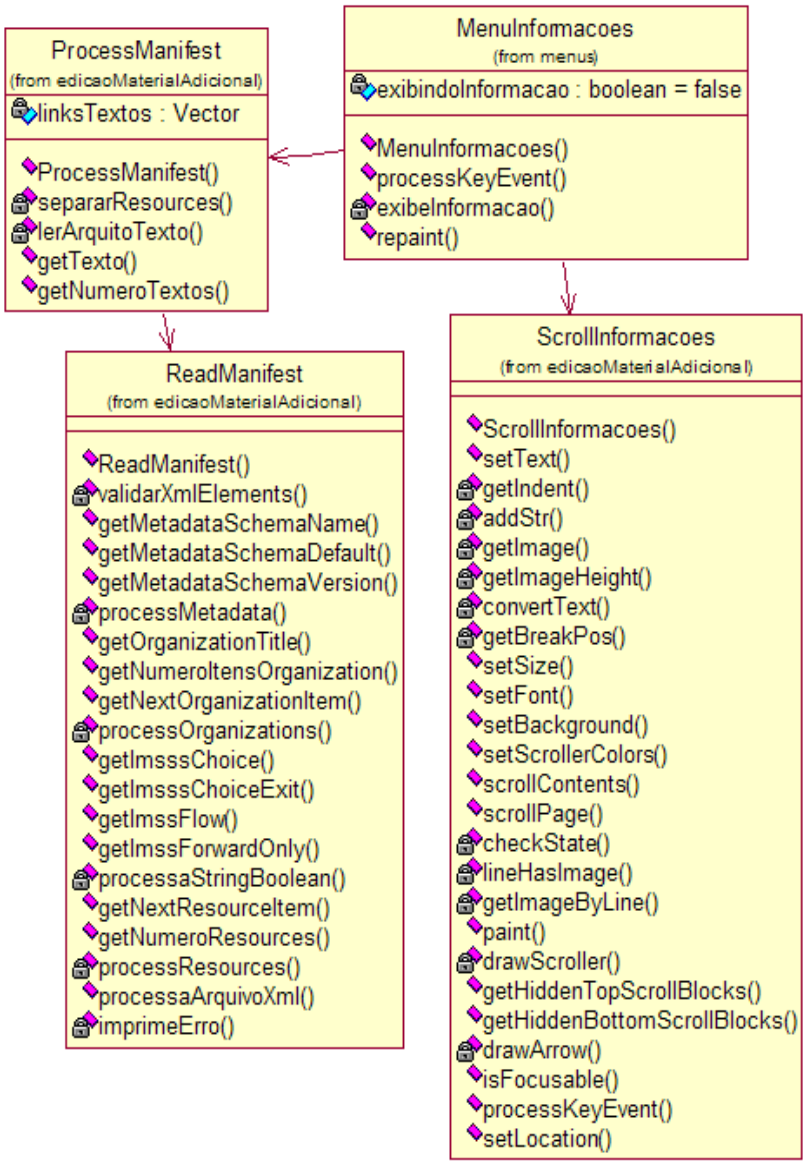

Figura B.6: Diagrama de Classes da exibição de uma informação

Por fim a Figura B.11 exibe o Diagrama de Atividades da visualização de conteúdo, seja este criado no CAiTV ou importado por meio de um arquivo já existente, na funcionalidade de pré-visualização do CAiTV.

Após a elaboração dos Diagramas de Caso de Uso, Classes e Atividade foi iniciada a fase de codificação do CAiTV, e os resultados deste trabalho são expostos no Capítulo 5 deste trabalho.

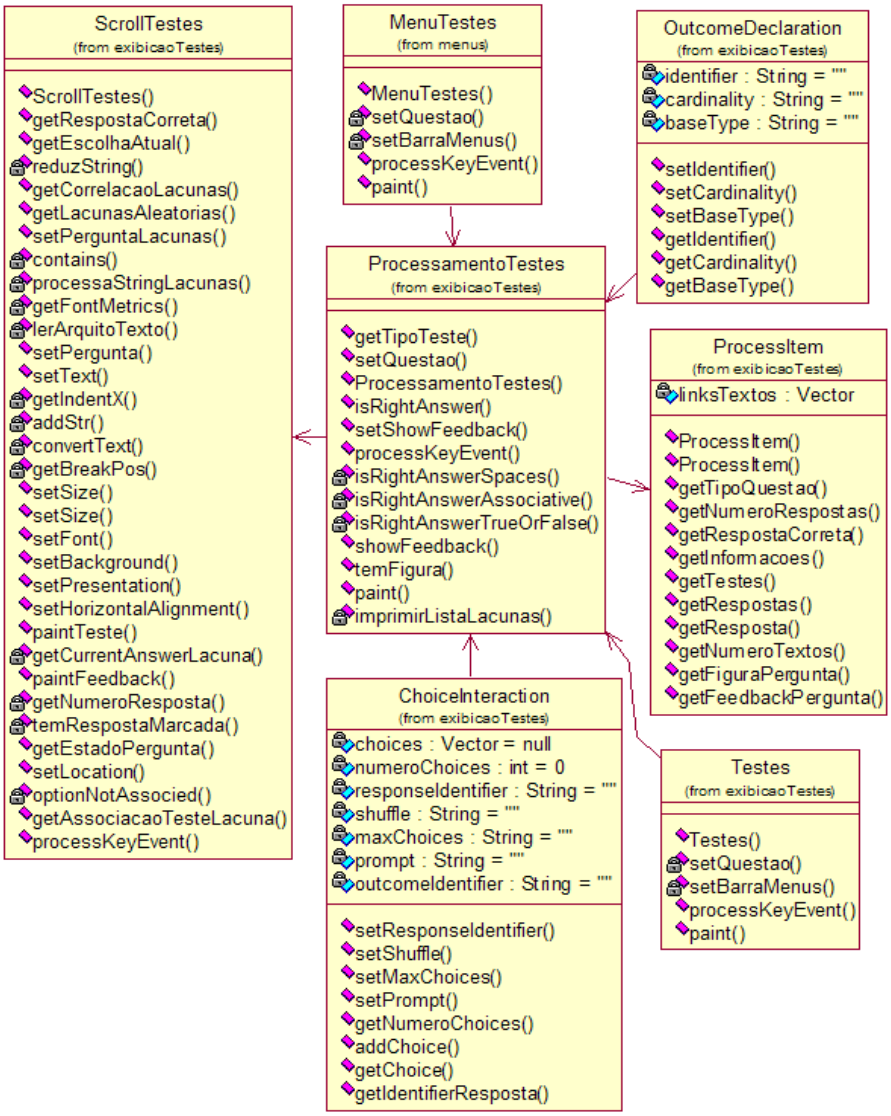

Figura B.7: Diagrama de Classes da exibição de testes

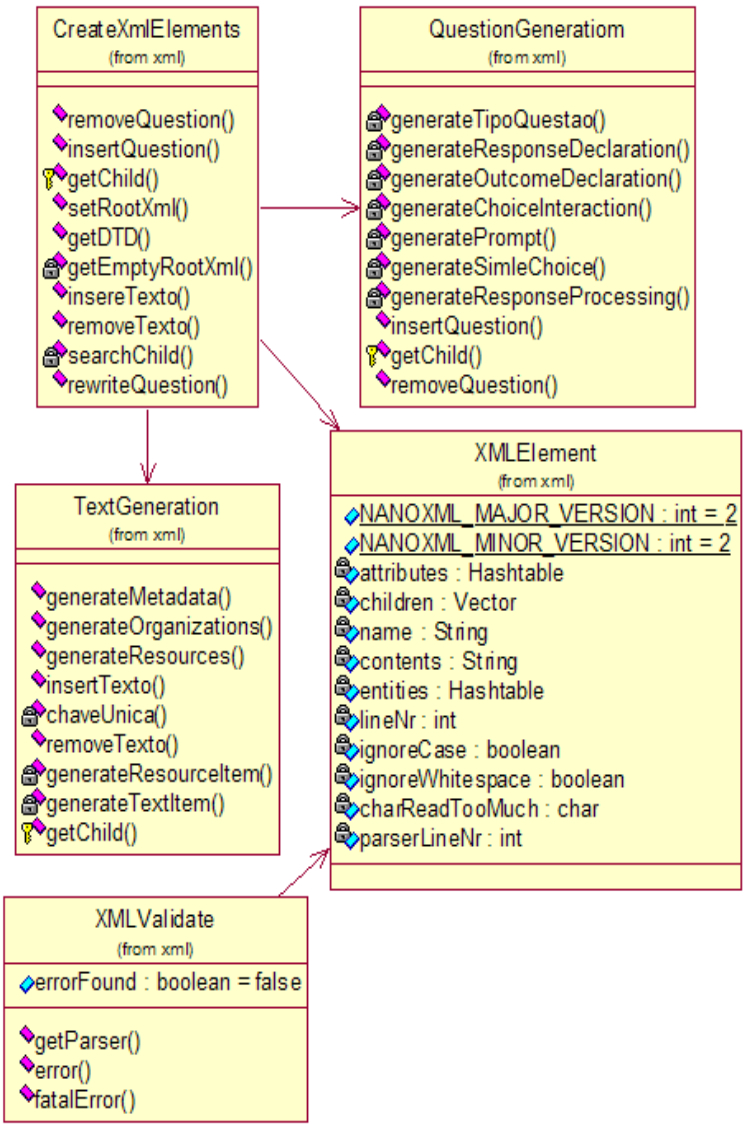

Figura B.8: Diagrama de Classes do parser NanoXML

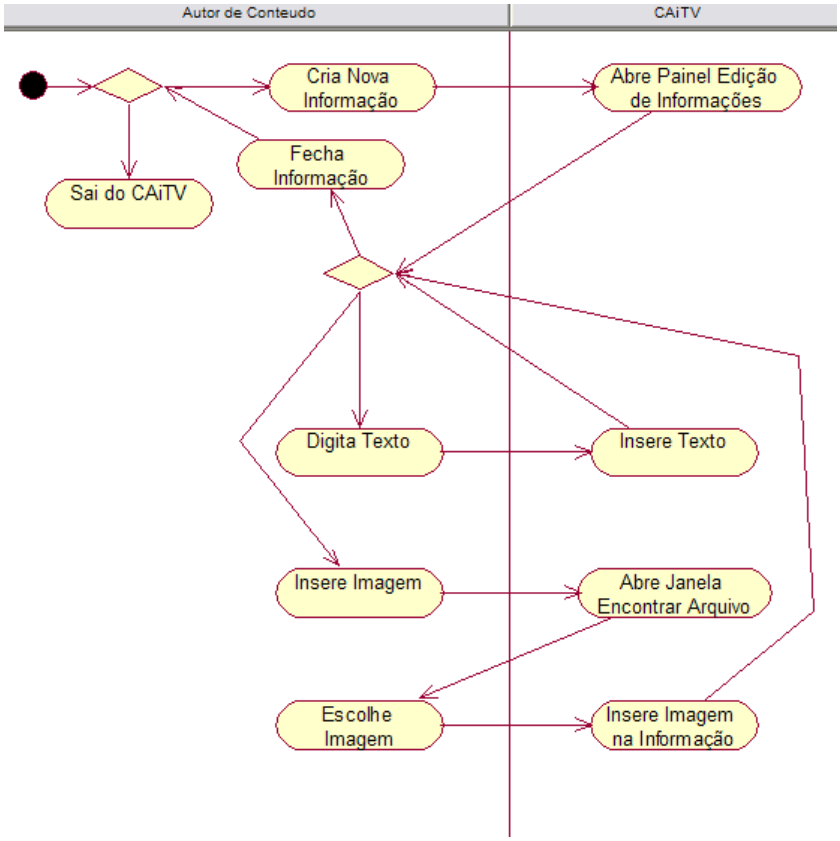

Figura B.9: Diagrama de Atividade da elaboração de uma informação

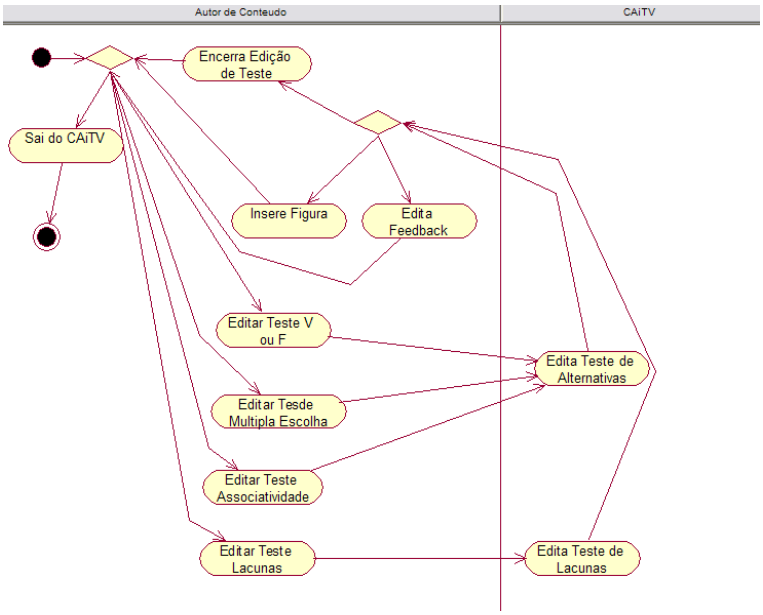

Figura B.10: Diagrama de Atividades da elaboração de testes de conhecimento

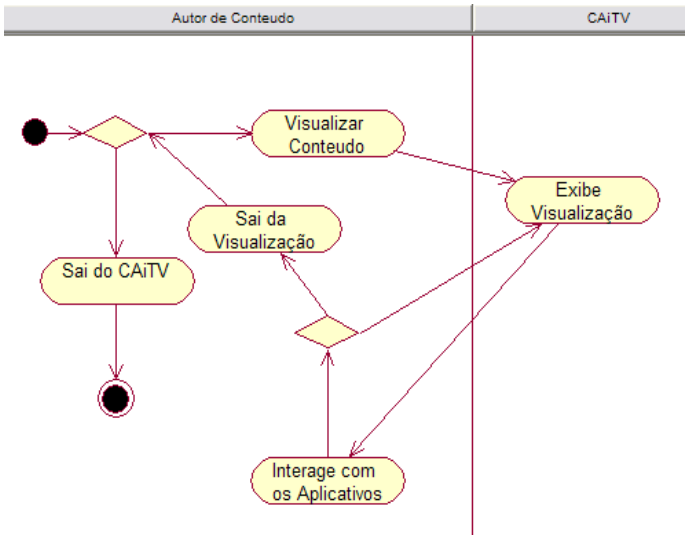

Figura B.11: Diagrama de Atividades da visualização de conteúdo no CAiTV