



Pós-Graduação em Ciência da Computação

**“Amadeus-TV: Portal Educacional na TV Digital
Integrado a um Sistema de Gestão de Aprendizado”**

Por

Bruno de Sousa Monteiro

Dissertação de Mestrado



Universidade Federal de Pernambuco
posgraduacao@cin.ufpe.br
www.cin.ufpe.br/~posgraduacao

RECIFE, FEVEREIRO/2009



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE INFORMÁTICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

BRUNO DE SOUSA MONTEIRO

“Amadeus-TV: Portal Educacional na TV Digital Integrado a um
Sistema de Gestão de Aprendizado”

*ESTE TRABALHO FOI APRESENTADO À PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DO CENTRO DE INFORMÁTICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO.*

ORIENTADOR: FERNANDO DA FONSECA DE SOUZA
CO-ORIENTADOR: ALEX SANDRO GOMES

RECIFE, FEVEREIRO/2009

Agradecimentos

A Deus, pelo conforto nos momentos de dificuldade e por me conceder saúde, sabedoria, proteção e por todas as bênçãos dessa vida.

A minha família, pela compreensão, suporte e por todos os incentivos que me foram dados durante minha vida e formação.

Aos meus professores, que muito contribuíram para minha formação profissional e pelos ensinamentos valiosos.

Aos colaboradores do Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife (C.E.S.A.R.), pelo apoio durante a pesquisa.

Aos meus orientadores, por compartilharem seus conhecimentos acadêmicos e profissionais que foram de grande importância para a realização deste trabalho, além de toda confiança.

Aos meus amigos, leais nas vitórias e dificuldades.

E a todos aqueles, que de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, muito obrigado!

Este trabalho foi desenvolvido como parte do Projeto AMADEUS-MM, apoiado pelo CNPq (Processo número 507497/2004-4).

“Um passo à frente e você não está mais no mesmo lugar”

(Francisco de Assis França / Chico Science)

Resumo

O processo de digitalização da televisão analógica trouxe consigo possibilidades que vão muito além da simples melhoria da qualidade do sinal recebido. O equilíbrio entre a tecnologia e os aspectos humano e social surge como caminho para o desenvolvimento de recursos, no campo do *T-learning*, que respeitam os diferentes contextos sócio-culturais do país, contribuem na formação de pessoas e impulsionam a inovação. Este trabalho propõe estender um conjunto de funcionalidades de um Sistema de Gestão de Aprendizagem para o contexto da TV Digital, que esteja ao mesmo tempo integrado com outras aplicações interativas, como Objetos de Aprendizagem, dispositivos móveis e ambientes Web, compartilhando a mesma base comum de informações.

Palavras-chave: Televisão Digital, Educação, Ensino a Distância, T-Learning, Objetos de Aprendizagem, Middleware Ginga.

Abstract

The digitalization process of the analogical television has enabled possibilities that go far beyond the mere improvement of the quality of the received signal. The balance between technology and the social context appears as a way to the development of T-Learning resources that respect regional reality and stimulate innovation. This dissertation aims at extending a range of functionalities of a Learning Management System within the context of interactive digital television. This system is at the same time integrated with other interactive applications in such a context, such as Learning Objects, mobile devices and Web environments; all sharing the same information source.

Keywords: Digital TV, Education, E-Learning, T-Learning, Learning Objects, Middleware Ginga.

Lista de Figuras

Figura 2.1. Modelo simplificado da infra-estrutura da TV Digital Interativa com meio de transmissão terrestre, que usa Internet como canal de retorno.....	9
Figura 2.2. Componentes básicos de um Sistema de TVD.....	10
Figura 2.3. (a) Amostragem e (b) Quantização de um sinal analógico.	11
Figura 2.4. Fluxo de Transporte e seus subfluxos.	12
Figura 2.5. Tabelas de controle do MPEG-2 System [BECKER <i>et. al.</i> , 2005].....	13
Figura 2.6: Arquitetura do Middleware Ginga [SOARES <i>et. al.</i> , 2007]	19
Figura 4.1. Objeto de Aprendizagem que simula o experimento do efeito fotoelétrico, para computador.....	33
Figura 4.2. Modelo de Mapa Conceitual que descreve os principais conceitos do fenômeno fotoelétrico.	34
Figura 5.1: Ciclo de Vida da pesquisa baseada na metodologia de Design Iterativo.	40
Figura 5.2. Protótipo do InteraTV com aplicação de <i>chat</i> e <i>teletexto</i> em execução.....	45
Figura 5.3. Aplicações educativas para crianças na TVD	45
Figura 5.4. Reforço Escolar através da TVD.....	46
Figura 5.5. Saiba Mais Interativo.	46
Figura 5.6. Living Health: Informações sobre saúde na TV.....	47
Figura 5.7. Interfaces da Enciclopédia do NTL.....	47
Figura 5.8. Diagrama de Casos de Uso que ilustra as principais funcionalidades do Sistema Amadeus-TV	50
Figura 5.9. Mapa de navegação das telas do portal Amadeus-TV.	53
Figura 5.10. Detalhes no uso de padrões de cores e painéis sobrepostos.....	54
Figura 5.11. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: conteúdo televisivo maximizado e portal minimizado.....	54
Figura 5.12. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: tela inicial do portal Amadeus-TV	55
Figura 5.13. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: Objeto de Aprendizagem que simula o experimento do efeito fotoelétrico, para TVD.....	56
Figura 5.14. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: Mapa Conceitual adaptado ao contexto da TVD, caracterizando uma Lista de Conceitos.	57
Figura 5.15. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: Lista dos dez assuntos mais frequentes da grade de programação.....	57

Figura 5.16. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: Lista de programas televisivos relacionados ao assunto escolhido.	58
Figura 5.17. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: Login de usuário no Portal TVD.....	59
Figura 5.18. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: Lista de cursos do usuário.	59
Figura 5.19. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: Lista de programas televisivos relacionados ao curso.	60
Figura 5.20. Protótipo refinado: mudança do ícone que sinaliza o botão a ser pressionado para iniciar aplicação.....	64
Figura 5.21. Protótipo refinado: correção nas aplicações anexas.....	65
Figura 5.22. Protótipo refinado: correção da lista de programas televisivos.....	65
Figura 5.23. Protótipo refinado: exibição dos detalhes de programa selecionado.	66
Figura 6.1. Distribuição das bases servidoras e os diferentes tipos de clientes.....	67
Figura 6.2. Arquivo no formato CSV, aberto em um editor de planilha, contendo a grade de programação de uma emissora.	69
Figura 6.3. Gerenciador de Materiais (aplicações interativas) anexados aos programas televisivos.	69
Figura 6.4: Gerenciador de Instâncias do Amadeus LMS.	70
Figura 6.5: Diagrama de Classes da Aplicação Núcleo do Amadeus-TV.....	71
Figura 6.6. Diagrama de Classes do novo pacote adicionado no Amadeus LMS, após integração com Amadeus-TV.	72
Figura 6.7. Distribuição dos pacotes contendo os scripts Lua, o arquivo de apresentação NCL, e os arquivos CSV.	73
Figura 6.8: Tela inicial do Amadeus Web.....	76
Figura 6.9: Tela do Amadeus Web com informações a respeito do curso selecionado, inclusive com os programas televisivos recomendados.	77
Figura 6.10. Tela do Amadeus Web com dados de acesso do usuário aos serviços individualizados no portal do Amadeus-TV.....	78
Figura 6.11. Telas do Amadeus Mobile.	79
Figura 6.12: Telas do Amadeus Mobile com informações sobre um curso e programas recomendados.....	79
Figura 6.13: Algumas das ferramentas utilizadas durante o desenvolvimento do sistema Amadeus-TV.	80

Lista de Quadros

Quadro 1. Televisão x Computador [PICCOLO & BARANAUSKAS, 2006].....	24
Quadro 5.1. Requisitos Funcionais do Sistema Amadeus-TV.	49
Quadro 5.2. Requisitos Não-Funcionais do Sistema Amadeus-TV.	51
Quadro 5.3. Resumo do perfil dos participantes do experimento.	61
Quadro 5.4. Média das notas do teste de aceitação.	62

Sumário

1. Introdução	1
1.1 Motivação	2
1.2 Objetivo	4
1.3 Metodologia	5
1.4 Publicações relacionadas	6
1.5 Organização do texto	7
2. TV Digital Interativa.....	8
2.1 Infra-Estrutura de um Sistema de TVD	9
2.1.1 Captura (amostragem, quantização)	10
2.1.2 Codificação (compressão)	11
2.1.3 Multiplexação	12
2.1.4 Modulação	14
2.1.5 Middleware	14
2.2 Sistemas Atuais de TVD e Cenário Mundial.....	15
2.2.1 Sistema ATSC	15
2.2.2 Sistema DVB	15
2.2.3 Sistema ISDB	15
2.2.4 Sistema SBTVD	16
2.3 Serviços e Aplicações	17
2.4 Ambientes de Desenvolvimento do SBTVD.....	18
2.4.1 Ambiente Procedural: Ginga-J	19
2.4.2 Ambiente Declarativo: Ginga-NCL.....	20
2.5 Considerações Finais	21
3. Interatividade e Usabilidade na TVDi	22
3.1 Conceitos de Interatividade	22
3.2 Interatividade para TVDi.....	22
3.3 Conceitos de Usabilidade	23
3.4 Usabilidade em TVDi.....	24
3.5 Recomendações para o Design de Interfaces para TVDi	25
3.5.1 Tamanho da Tela	26

3.5.2 Cores	26
3.5.3 Linhas e gráficos.....	27
3.5.4 Textos	27
3.5.5 Tempo de Resposta de Interação	28
3.5.6 Dispositivo de Interação	28
3.5.7 Navegação.....	29
3.6 Considerações Finais	29
4. T-Learning: Educação através da TV	30
4.1 Motivação	30
4.2 Aprendizagem Informal e Colaborativa	31
4.3 Aprendizagem Significativa	32
4.4 Objetos de Aprendizagem.....	33
4.5 Mapas Conceituais.....	34
4.6 Limitações.....	35
4.7 Amadeus LMS.....	35
4.7.1 Amadeus Mobile.....	36
4.8 Considerações Finais	37
5. Concepção do Sistema Amadeus-TV	38
5.1 Ciclo de Design Iterativo	39
5.1.1 Ciclo de Vida da Metodologia.....	39
5.2 Sistemas Correlatos	44
5.2.1 Portal para Aplicações Colaborativas.....	44
5.2.2 Educação para Crianças.....	45
5.2.3 Reforço Escolar	45
5.2.4 Portal de Conteúdo Educativo	46
5.2.5 Informação sobre saúde	47
5.2.6 Enciclopédia na TV	47
5.3 Levantamento de Requisitos.....	48
5.3.1 Requisitos Funcionais.....	48
5.3.2 Requisitos não-funcionais.....	50
5.4 Prototipagem.....	51
5.4.1 Protótipos em papel de baixa fidelidade.....	52
5.4.2 Prototipagem de alta fidelidade	52
5.5 Resultados Parciais	52

5.6 Avaliação do Protótipo	60
5.6.1 Pontos a melhorar	63
5.6.2 Pontos positivos	63
5.7 Resultados do refinamento do protótipo.....	64
5.8 Considerações Finais	66
6. Desenvolvimento do Sistema Amadeus-TV.....	67
6.1 Arquitetura.....	67
6.2 Aplicação Núcleo do Amadeus-TV.....	68
6.3 Núcleo do Amadeus LMS	71
6.4 Portal Amadeus-TV	72
6.4.1 Problemas enfrentados e Soluções encontradas	75
6.5 Portal Amadeus Web	75
6.6 Portal Amadeus Mobile	79
6.7 Ferramentas de Desenvolvimento	80
6.8 Considerações Finais	81
7. Conclusão	82
7.1 Perspectivas Futuras	83
Referências Bibliográficas.....	84
Apêndice A	91
Apêndice B	95
Apêndice C	97
Apêndice D	99
Apêndice E.....	100

1. Introdução

Embora muito seja discutido sobre a importância da inserção das novas tecnologias no ambiente educacional, pouco tem sido feito na prática de forma eficaz. Sobre este problema, Gláucio Aranha (2006) aborda a falta de cuidado com que profissionais da informática e pedagogos vêm trabalhando. Segundo ele, o primeiro grupo atua no desenvolvimento de produtos, que embora computacionalmente de boa qualidade, não atendem aos requisitos educacionais de forma adequada. Estes muitas vezes visam apenas interesses comerciais e limitam a individualidade do aprendiz. Diante deste fato, torna-se visível a carência desses profissionais a uma base pedagógica, útil para uma exata compreensão do processo de ensino-aprendizagem. Por outro lado, as tentativas de desenvolvimento de ambientes virtuais de ensino, jogos educacionais, objetos de aprendizagem, conteúdo audiovisual e demais tecnologias, pelos pedagogos, sem o auxílio de pessoal qualificado no campo da informática, vêm trazendo resultados que acabam não sendo colocados em prática. Um exemplo disso é a geração de sistemas e aplicações pouco atrativos ou com uso limitado dos recursos computacionais disponíveis.

Apesar das dificuldades e desafios inerentes à aplicação destas novas tecnologias para fins educacionais, elas têm contribuído para tornar o processo de ensino-aprendizagem algo mais agradável, acessível e eficaz. Assim, mídias que antes já eram exploradas para o simples entretenimento passaram a ser usadas como um auxílio no aprendizado. Um exemplo deste caso é o uso de materiais instrutivos através da televisão (TV).

A aplicação da TV no processo de aprendizagem, com conteúdos audiovisuais educativos, vem sendo utilizada, desde 1996, com o TV Escola, Programa da Secretaria de Educação a Distância, do Ministério da Educação, que já atinge mais de cinco mil municípios, cobrindo todos os estados brasileiros [SEED, 2008].

Outras iniciativas privadas seguem a mesma proposta, que é disponibilizar material instrutivo de qualidade para a grande parcela da população brasileira que tem acesso à TV. Entre estes programas, se destacam: Telecurso 2000 [TELECURSO2000, 2008], TV Cultura [TV CULTURA, 2008] e o Canal Futura [CANAL FUTURA, 2008].

No entanto, com o advento da TV Digital (TVD), além do conteúdo audiovisual, a programação pode ser enriquecida com diversos recursos interativos. Esta evolução potencializa ainda mais a aprendizagem, pois cria novas formas de interação com o conteúdo. Em outras palavras, o aprendiz agora pode controlar o fluxo de informações que estariam disponíveis em paralelo à programação principal.

A aplicação da mídia televisiva ao contexto educacional dá origem ao termo *T-Learning*. Este campo de pesquisa combina os benefícios da mídia contínua (audiovisual), naturalmente popular, informal e lúdica, a recursos computacionais assíncronos (aplicações). Assim, juntamente com as novas possibilidades, surgem também novos problemas e preocupações, tanto com relação às limitações técnicas, como também às implicações sociais resultantes.

A concepção de novos produtos para a plataforma de TVD requer alguns cuidados, que vão além de questões técnicas. O levantamento de requisitos, análise de riscos e identificação de novas possibilidades para o desenvolvimento de aplicações na Televisão Digital deve considerar: usuário, contexto social e tecnológico [GOMES *et al.*, 2008]. É evidente que a forma de interação com a TV é diferente do que se está acostumado em frente ao computador. Por isso, novas pesquisas devem ser feitas buscando analisar o impacto desta nova tecnologia na vida do usuário e os novos estilos de interação provenientes deste cenário. Os aspectos social, econômico e tecnológico da região também deverão ser levados em conta na geração de produtos inovadores que realmente supram as necessidades desta população.

1.1 Motivação

Apesar de todo conjunto de avanços tecnológicos presenciados, principalmente nas telecomunicações, é importante prestar uma atenção especial à realidade brasileira, onde a distribuição irregular de tecnologia e comunicação pode ser visível no acesso à Internet e no uso do computador, que correspondem respectivamente a apenas 17% e 24% da população, segundo pesquisa do Comitê Gestor da Internet no Brasil. Em contrapartida, 98% dos brasileiros têm acesso à TV [CGI, 2007].

Para o Brasil, um padrão de televisão digital deve atender às necessidades da sociedade brasileira, levando em consideração aspectos como a renda da população e as novas possibilidades disponíveis através da interatividade. Logo, baixo custo, robustez na recepção, flexibilidade, interatividade, domínio tecnológico e disponibilização de novas aplicações à população, são alguns dos principais objetivos desta iniciativa. Estas metas visam proporcionar educação e cultura, de forma a contribuir com a formação de uma sociedade apta a enfrentar os desafios de um mundo onde a informação e o conhecimento são cada vez mais importantes para alcançar o progresso econômico e bem-estar social [BRASIL, 2003; SBTVD, 2008].

Estes objetivos estão formalizados no Decreto nº 4.901 [BRASIL, 2003], que especifica características únicas em um modelo de TV Digital. Estas metas explicitam a preocupação com a inclusão social e a pesquisa e inovação, que podem ser conferidos nos trechos a seguir:

i. promover a inclusão social, a diversidade cultural do País e a língua pátria por meio do acesso à tecnologia digital, visando à democratização da informação;

ii. propiciar a criação de rede universal de educação a distância;

iii. estimular a pesquisa e o desenvolvimento e propiciar a expansão de tecnologias brasileiras e da indústria nacional relacionadas à tecnologia de informação e comunicação;

Ainda é possível observar na Exposição de Motivos, anexa ao Decreto Presidencial nº 4.901, outro trecho que sintetiza este relacionamento entre tecnologia e sociedade:

A televisão digital não é apenas uma evolução tecnológica da televisão analógica, mas uma nova plataforma de comunicação, cujos impactos na sociedade ainda estão se delineando.

O cenário descrito mostra-se favorável à utilização da TV no combate a exclusão digital e social, uma vez que passaria a ser uma ferramenta de extrema importância na transmissão de conteúdo instrutivo de qualidade e tornaria esses recursos acessíveis à maior parcela da população, que atualmente sofre com a falta de fontes de informação de qualidade. Este objetivo também corre em paralelo com a necessidade de desenvolvimento de soluções inovadoras e tecnologia nacional.

Com o advento desta nova plataforma, no Brasil, o usuário pode agora interagir com o conteúdo apresentado, permitindo direcionar a exploração do conteúdo, buscar novas fontes de informação, trocar mensagens com outros usuários e participar de simulações interativas. Estes recursos respeitam os limites e habilidades de cada aprendiz, tornando-o livre para construção do seu próprio conhecimento. No processo de ensino-aprendizagem, de acordo com a ideia da aprendizagem significativa, o aprendiz necessita ter uma experiência pessoal ao consultar o material didático utilizado na abordagem de determinado conteúdo. Com base nesse requisito, busca-se, no uso da interatividade, através de objetos de aprendizagem adequadamente adaptados ao contexto da televisão digital interativa (TVDi), uma solução para o desenvolvimento cognitivo do aprendiz de forma eficiente [AUSUBEL *et al.*, 1978; MONTEIRO *et al.*, 2008]. Além disto, os benefícios desta mídia são também embasados pelas teorias de desenvolvimento e aprendizagem colaborativo de Vygotsky, pois permite a

um grupo de pessoas possa interagir e discutir diante de um determinado conteúdo, proporcionando a troca de conhecimentos e significados [VYGOTSKY, 2000].

Por se tratar de um recurso acessível à grande maioria da população, como afirmado anteriormente, na área educacional a TV já possui uma história de cursos a distância, como por exemplo, TV Escola [SEED, 2008] e o Telecurso 2000 [TELECURSO2000, 2008]. Entretanto, apesar da enorme distribuição da mídia televisiva no país, que chega a 98%, de acordo com as pesquisas, como já foi visto, é necessário observar que apenas 17% da população possui acesso à Internet, envolvendo todas as tecnologias disponíveis, inclusive a conexão através de telefone fixo. Este fato acaba restringindo a um grupo pequeno de pessoas a utilização de recursos que explorariam o canal de retorno nas aplicações para TVDi, através da Internet, candidata natural deste canal [MONTEZ & BECKER, 2005]. Além desta limitação, Becker *et al.* (2005) traz à tona as experiências de outras emissoras quanto à utilização deste recurso:

A televisão interativa começou a se delinear no final da década de 1990. Desde então inúmeras emissoras têm iniciado a transmissão de aplicações e de serviços interativos, com foco em diversos tipos de interatividade. De uma maneira geral, a interatividade sem canal de retorno é a que tem feito mais sucesso.

Por outro lado, esta restrição, originada do contexto socioeconômico brasileiro, instiga pesquisas inovadoras e originais que objetivam contornar as atuais limitações e dificuldades.

1.2 Objetivo

Este trabalho objetiva conceber um conjunto de soluções técnicas e conceituais, que explorem da melhor forma as potencialidades da TVDi no contexto educacional, baseada nos padrões do Sistema Brasileiro de TV Digital [ABNT, 2008]. Como resultado final, busca-se o desenvolvimento de um sistema que integre a emissora televisiva (que adota a plataforma de TVDi) e um Sistema de Gestão de Aprendizagem (*Learning Management System*, LMS), no caso o Amadeus LMS [LOBATO *et al.*, 2008; AMADEUS LMS, 2008], fazendo uso de sua atual arquitetura, resultando em um sistema integrado, denominado Amadeus-TV.

Portanto, para que esta meta seja cumprida, alguns objetivos específicos precisam ser atendidos, que não englobam necessariamente apenas questões tecnológicas, mas também aspectos das práticas humanas e sociais:

- Associar as informações da grade de programação da emissora com as informações contidas nas instâncias do Amadeus LMS, a fim de relacionar os programas

televisivos aos cursos cadastrados e conseqüentemente ao perfil dos usuários matriculados;

- Disponibilizar as informações resultantes desta associação em três interfaces: Web, Mobile e TVD (portal principal do Amadeus-TV);
- Organizar a grade de programação da emissora de acordo com os assuntos (palavras-chaves) abordados por cada programa televisivo, no portal principal do Amadeus-TV;
- Disponibilizar as principais informações do programa televisivo corrente (referente à data e hora atual), no portal principal do Amadeus-TV;
- Possibilitar a inclusão de aplicações interativas, na forma de Objetos de Aprendizagem, relacionadas ao conteúdo televisivo atual, anexando-as ao portal principal do Amadeus-TV;
- Tornar as aplicações interativas do Amadeus-TV compatíveis com as versões mais simples de *Set-Top-Box* (contendo o ambiente declarativo do *Middleware* Ginga), sem necessitar de aparatos extras ou canal de retorno como requisitos obrigatórios;
- Desenvolver recursos que facilitem a participação do professor no processo de construção de conteúdos pedagógicos, disponibilizados através do portal Amadeus-TV;
- Disponibilizar ferramentas que facilitem a gerência do sistema Amadeus-TV;
- Incluir o usuário final no processo de concepção das aplicações interativas envolvidas no sistema Amadeus-TV; e
- Desenvolver o sistema Amadeus-TV, e seus demais artefatos, fazendo uso, sempre que possível, de ferramentas e tecnologias *Open Source* ou *Freeware*, a fim de reduzir os custos do desenvolvimento.

1.3 Metodologia

Para que o trabalho aqui proposto possa ser desenvolvido com sucesso, serão executadas as seguintes atividades:

1. *Levantamento bibliográfico.* Fase responsável pela identificação de trabalhos relacionados, compreensão dos detalhes tecnológicos envolvidos, e revisão do estado da arte. Esta fase é de extrema importância para o sucesso do trabalho, justamente por se tratar de uma pesquisa bastante interdisciplinar. Sua abrangência envolve as mais diversas áreas do conhecimento, que vão desde os campos da Ciência da Computação e Telecomunicações, até as Ciências Humanas e Sociais;

2. *Levantamento de requisitos.* Esta etapa visa coletar as necessidades e possibilidades de sistemas de *T-Learning*. Alguns destes requisitos podem ser descritos de forma consciente pelos usuários, porém outros estão ocultos para eles, sendo tarefa do pesquisador explorar novas possibilidades que ainda não foram vislumbradas. Esta fase também proporciona apontar funcionalidades e conceitos proibitivos para a plataforma de TVD, através da análise de sistemas correlatos, pelo estudo de comportamento dos usuários, ou por limitações tecnológicas e sociais;
3. *Implementação do protótipo.* Esta fase visa projetar um protótipo que respeite as características selecionadas com base no resultado da etapa anterior, de levantamento de requisitos;
4. *Avaliação do protótipo.* Esta etapa foca na realização de experimentos com usuários reais. Desta forma, busca-se validar os requisitos selecionados como chave para o desenvolvimento de aplicações para TVD eficazes no campo educacional;
5. *Melhorias e refinamentos.* Esta atividade buscará identificar e realizar refinamentos que melhorem os resultados até o momento obtidos; e
6. *Desenvolvimento.* Com base nos requisitos levantados e avaliação do protótipo, nesta etapa será desenvolvida uma versão preliminar do Amadeus-TV. A importância desta fase está na aplicação dos conceitos técnicos, estudados nas fases anteriores, para geração de um produto final concreto.

1.4 Publicações relacionadas

Os resultados das pesquisas desenvolvidas durante este trabalho, até o momento, resultaram nas seguintes publicações:

- Monteiro, Bruno de Sousa; Gomes, Alex Sandro; Prota, Thiago Monteiro; Souza, Fernando da Fonseca. Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem para TVDi. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Fortaleza, 2008.
- Gomes, Alex Sandro; Monteiro, Bruno de Sousa; Melo, Cássio; Arcoverde, Daniel; Frota, Carina. Design da Interação de Novos Produtos para TVD: Abordagens Qualitativas. Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC). Porto Alegre, 2008.
- Lobato, Luanna Lopes; Monteiro, Bruno de Sousa; Silva, Hugo Torres Calazans Ramos; Luna, Fábio Caparica; Gomes, Alex Sandro. Novos estilos de interação em Sistemas de Gestão de Aprendizagem. Workshop sobre Informática na Escola. XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC). Belém, 2008.

1.5 Organização do texto

Este trabalho foi organizado considerando-se desde a contextualização dos principais conceitos envolvidos na pesquisa, até os resultados adotados na concepção do Amadeus-TV e os detalhes técnicos referentes ao desenvolvimento. Com esse objetivo, o restante dessa dissertação encontra-se organizado nos seguintes capítulos:

- **Capítulo 2 – TV Digital Interativa.** Neste capítulo são descritas as principais características de um sistema de TVD e as tecnologias envolvidas nos sistemas atualmente adotados no cenário mundial, com destaque aos padrões do Sistema Brasileiro de TVD.
- **Capítulo 3 – Interação e Usabilidade na TVDi.** Explicita a importância do cuidado com a interação e usabilidade nas aplicações desenvolvidas para a plataforma de TVD. São descritas também as peculiaridades e diferenças com relação ao contexto dos computadores pessoais.
- **Capítulo 4 – T-Learning: Educação através da TV.** Neste capítulo serão abordados ferramentas e os principais conceitos pedagógicos relacionados ao desenvolvimento de aplicações para TVD.
- **Capítulo 5 - Concepção do Amadeus-TV.** Este capítulo descreve o ciclo de design que deu origem aos principais requisitos do Portal Amadeus-TV, incluindo o processo de prototipagem.
- **Capítulo 6 – Desenvolvimento do Amadeus-TV.** São descritas as principais atividades e ferramentas relacionadas ao desenvolvimento do projeto de acordo com a arquitetura especificada.
- **Capítulo 7 – Conclusão.** São apresentadas as contribuições e conclusões das atividades desenvolvidas durante o projeto, bem como perspectivas de trabalhos futuros.

2. TV Digital Interativa

Em 2003, o governo federal formalizou o estabelecimento de um Sistema de Televisão aberta Digital, o SBTVD, através do decreto 4.901 [BRASIL, 2003]. Entretanto, esta iniciativa não ficou apenas no plano político. Foram lançados 22 editais de pesquisa, que contou com a participação de 72 universidades, 34 instituições de pesquisa e empresas privadas, envolvendo quase mil e quinhentos pesquisadores distribuídos em 106 instituições, em onze Estados e Distrito Federal, sob a coordenação técnica da Fundação CPqD e FINEP [TONIETO, 2006].

Diante desta movimentação política e social, surge de repente uma enorme quantidade de informação circulando nos meios de comunicação a respeito da TV Digital. Porém, o conceito e o processo de digitalização do sistema de TV não é novidade. Esta tecnologia já é bastante explorada pelas empresas de televisão por assinatura, usando, entretanto, padrões proprietários, aplicações interativas e diferentes meios de transmissão (cabo e satélite).

Entretanto, no cenário mundial, na década de 1990, iniciou-se a corrida dos padrões de TV Digital aberta, resultando em três sistemas consolidados atualmente: o *Advanced Television Systems Committee* (ATSC), desenvolvido nos Estados Unidos [ATSC, 2008]; o *Digital Video Broadcasting* (DVB), utilizado na maioria dos países europeus [DVB, 2008] e o *Integrated Services Digital Broadcast* (ISDB), desenvolvido no Japão [ISDB, 2008]. Cada um desses padrões apresenta características específicas referentes à modulação, ao transporte do sinal, à compressão dos dados e à especificação do *middleware* [MONTEZ & BECKER, 2005]. No Brasil, a preocupação com a desigualdade na distribuição de tecnologia e acesso à informação levou o Governo Federal a buscar as melhores soluções aplicáveis à realidade brasileira, na digitalização da TV aberta, através do projeto SBTVD [SBTVD, 2008].

Todo o esforço gasto para digitalizar o sistema de televisão não é por acaso. Entre as principais vantagens da TVD, frente à TV analógica tradicional, estão [MONTEZ & BECKER, 2005]:

- Melhor qualidade do vídeo e áudio;
- Interatividade, através de aplicações executadas no Set-Top-Box (STB);
- Conteúdo sob demanda, quando há canal de retorno disponível;
- Otimização do espectro de frequência;
- Mobilidade; e
- Multiprogramação;

2.1 Infra-Estrutura de um Sistema de TVD

De modo geral, um sistema de TV digital interativa pode ser decomposto em três grandes partes [MONTEZ & BECKER, 2005], conforme pode ser visto na Figura 2.1:

- Difusor – responsável por prover o conteúdo a ser transmitido, e dar suporte às interações com os telespectadores;
- Receptor – recebe e apresenta o conteúdo; também possibilita ao telespectador interagir com o difusor; e
- Meio de Transmissão – responsável pela transmissão de dados. É composto por canal de difusão e canal de retorno.

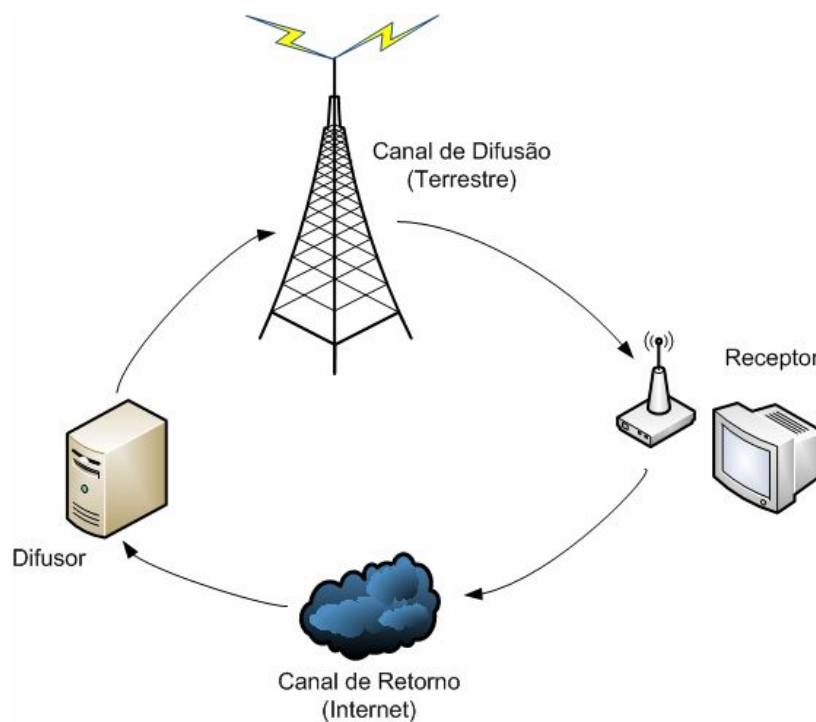


Figura 2.1. Modelo simplificado da infra-estrutura da TV Digital Interativa com meio de transmissão terrestre, que usa Internet como canal de retorno.

Detalhando este modelo, o difusor e o receptor são compostos por subcamadas, que se comunicam entre si, formando um fluxo de etapas que compõem a arquitetura do sistema de TVD, representada na Figura 2.2.

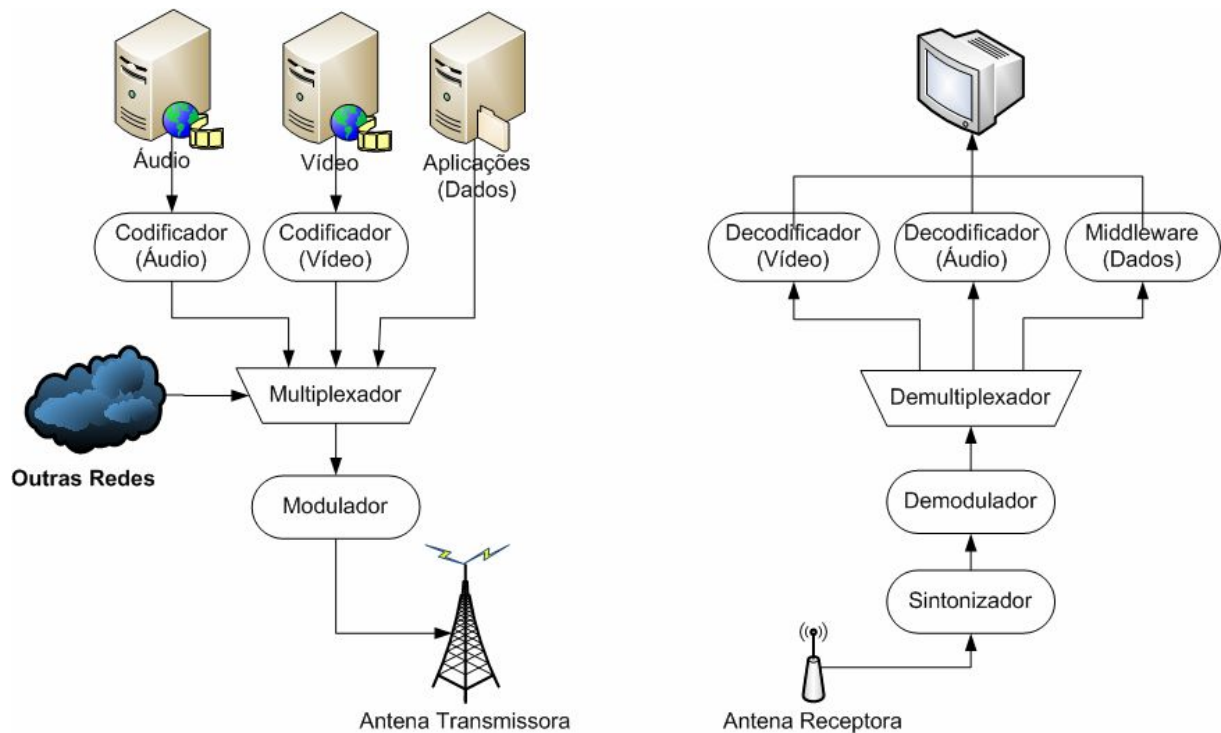


Figura 2.2. Componentes básicos de um Sistema de TVD.

2.1.1 Captura (amostragem, quantização)

Da mesma forma que na TV convencional (analógica), o sistema de televisão digital, lida com áudio e vídeo, caracterizando um sistema multimídia. A captura destes fluxos é a primeira etapa do ciclo de um sistema televisivo.

Supondo que um vídeo (e o áudio) seja capturado por uma câmera analógica, para ser manipulado e posteriormente transmitido digitalmente, é preciso converter o sinal de analógico para o formato digital. Essa conversão envolve as etapas de amostragem e quantização [MONTEZ & BECKER, 2005]:

- Amostragem: processo responsável por capturar, de forma periódica, os valores do sinal analógico (Figura 2.3a);
- Quantização: processo responsável por representar cada um destes valores, obtidos na amostragem, usando uma escala discreta bem definida (Figura 2.3b);

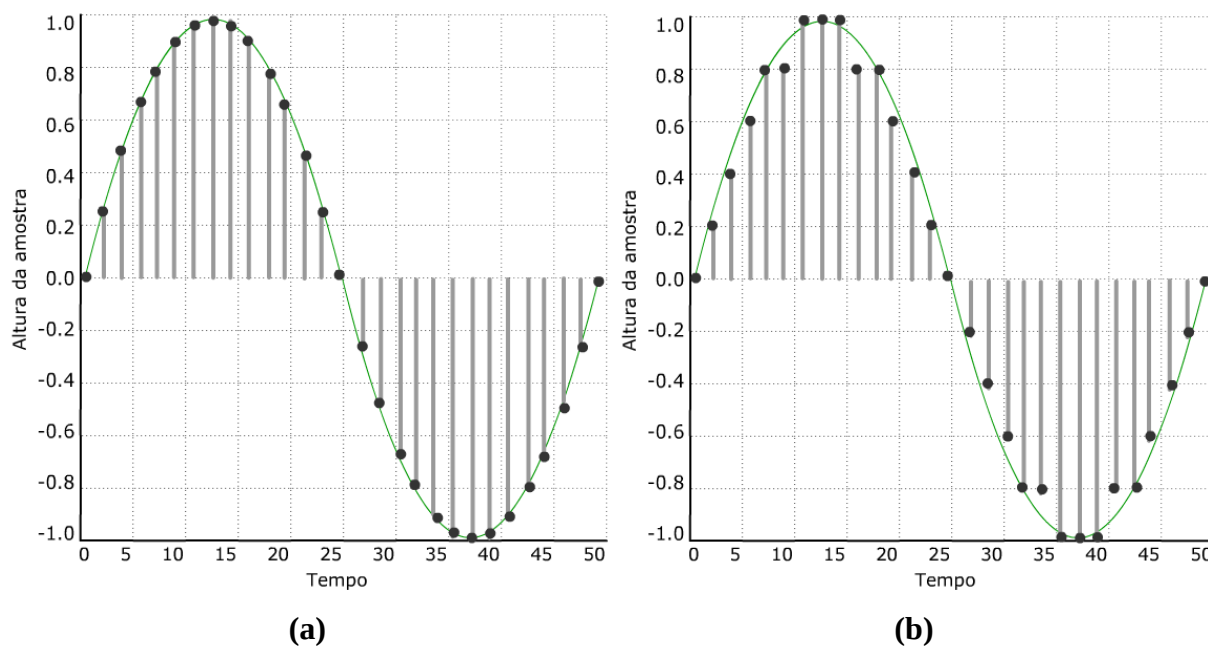


Figura 2.3. (a) Amostragem e (b) Quantização de um sinal analógico.

Mesmo as produtoras (emissoras), que utilizam ainda o sistema televisivo analógico, optam por utilizar equipamentos de captura que já produzem material digitalizado, realizando internamente os procedimentos de amostragem, quantização, e codificação. Esta escolha proporciona maior flexibilidade na fase de edição, além de tornar a produtora melhor preparada para uma futura mudança do sistema, do analógico para o digital.

2.1.2 Codificação (compressão)

O sinal obtido no processo de amostragem e quantização finalmente precisa ser representado por um conjunto de bits, ou seja, codificado. Porém, na prática, para a realidade de um sistema de TVD, se estes dados não forem representados de forma otimizada, a quantidade de dados tende a ser muito grande, o que impossibilita sua transmissão, devido às limitações de largura de banda, processamento e armazenamento. A solução para este problema é codificar este sinal de um modo que possa ocupar menos espaço, mas que mantenha a qualidade da mídia, ou seja, é preciso realizar uma compressão dos dados.

A compressão desse tipo de mídia é possível graças a duas abordagens complementares, que são exploradas nos algoritmos de codificação: eliminação de redundância nos dados e exploração das propriedades da percepção humana [MONTEZ & BECKER, 2005]. No contexto da TVD, os codificadores mais utilizados para efetuar a compressão dos fluxos de áudio e vídeo são: MPEG-2 ou MPEG-4 [ISO, 2008].

2.1.3 Multiplexação

Entre os atuais sistemas mundiais de TVD, inclusive no SBTVD, a etapa de multiplexação segue o modelo de referência da UIT (União Internacional de Telecomunicações), que é constituído por um multiplexador MPEG-2 *System: Transport Stream* (ISO/IEC 13.818 parte 1 ou ITU-T H.222). Esta camada provê o tratamento dos fluxos de áudio, vídeo, dados (aplicações), que formam os Fluxos Elementares de informação (*Elementary Stream*). Os Fluxos Elementares (Figura 2.4) podem ainda ser agrupados logicamente para formarem diferentes serviços, também chamados de programas. Estes Fluxos de Serviços são finalmente agrupados de modo a formar um feixe único de dados, chamado Fluxo de Transporte (*Transport Stream*). Este fluxo é dividido em pequenos pacotes de 188 bytes que, depois de modulados, serão transmitidos aos receptores que demodulam e demultiplexam este mesmo fluxo, extraindo as informações de áudio, vídeo e dados originais [BECKER *et al.*, 2005; TOME *et al.*, 2007].

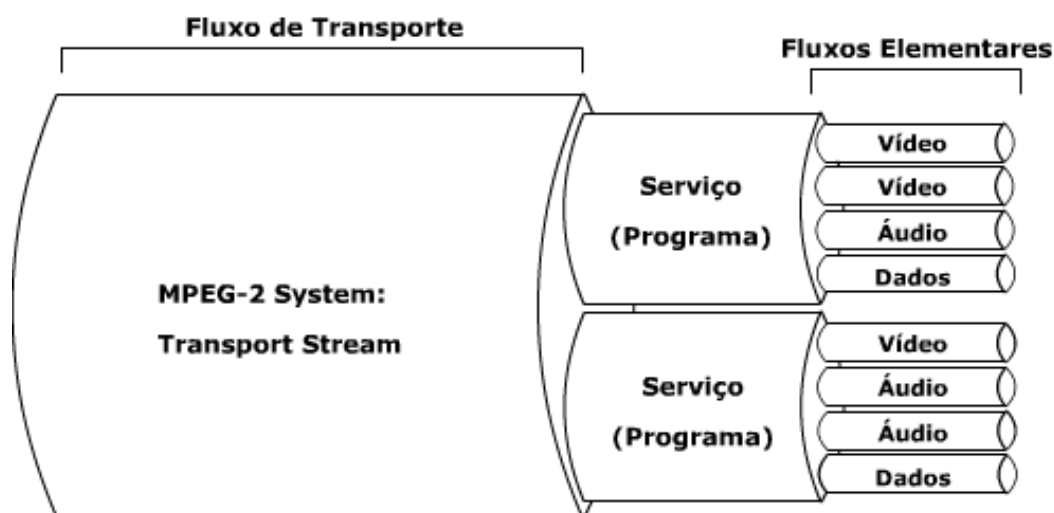


Figura 2.4. Fluxo de Transporte e seus subfluxos.

Quando este fluxo de transporte chegar ao receptor, os pacotes dos fluxos elementares (áudio, vídeo e dados) estão misturados e sem necessariamente seguir uma ordem. Então, para que o demultiplexador consiga remontar os serviços (programas) e cada fluxo elementar, o multiplexador precisa inserir informações de controle que, no padrão MPEG-2 System, são representadas por um conjunto de tabelas de controle PSI (*Program Specific Information*) [BARBOSA & SOARES, 2008]. Entre as principais tabelas estão:

- PAT (*Program Association Table*) – possui sempre identificador, *Packet Identification* (PID), igual a zero. Carrega informações sobre o Fluxo de Transporte e uma lista de PID para tabelas PMT;

- PMT (*Program Map Table*) - tabela que descreve cada serviço contido no Fluxo Principal. Carrega uma lista de PIDs para cada Fluxo Elementar; e
- CAT (*Conditional Access Table*) – tabela que garante o acesso condicional e descreve como os fluxos são decodificados.

A Figura 2.5 ilustra a relação entre o fluxo de transporte e as tabelas PSI, mais especificamente as tabelas PAT e PMT, que carregam as referências para os serviços (programas) e seus respectivos fluxos elementares.

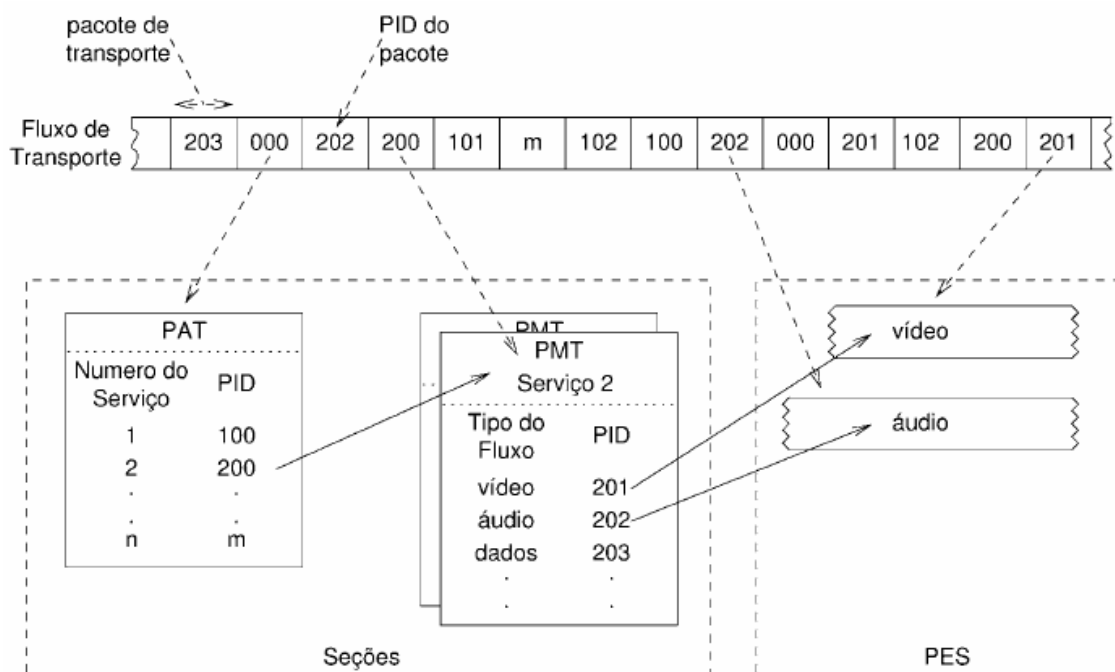


Figura 2.5. Tabelas de controle do MPEG-2 System [BECKER *et al.*, 2005]

A etapa de multiplexação também é responsável por realizar a interconexão e prover a interoperabilidade entre a plataforma do SBTVD e as demais plataformas de telecomunicações. Entretanto, para que esta interface funcione corretamente, é necessária a definição dos protocolos envolvidos e da gerência dos serviços atendidos. Por isto, em um primeiro momento, o esforço deverá se concentrar na interconexão do SBTVD à Internet, implicando no tratamento do protocolo IP [TOME *et al.*, 2007].

As especificações MPEG-2 System também definem o DSM-CC (*Digital Storage Media Command and Control*), que são especificações de um conjunto de protocolos que fornecem funções e operações de controle para gerenciar fluxos de dados. Pois, considerando que os usuários telespectadores podem sintonizar os canais em momentos diferentes, os dados (aplicações, textos, imagens, e até arquivos de mídia contínua) são normalmente enviados de maneira cíclica, através de um mecanismo denominado “carrossel de dados”. Ou seja, quando

o receptor (*middleware*) necessitar de determinado pacote, deve apenas aguardar o instante da próxima repetição no fluxo de dados. Em um carrossel de dados, cada item simples e completo de dados é definido como um módulo (por exemplo, um arquivo de texto) e cada um desses módulos é dividido em um ou mais blocos [BECKER *et al.*, 2005].

Os fluxos elementares de dados são transportados sob o mesmo meio físico que o conteúdo audiovisual (áudios e vídeos), encapsulados em um programa, por isto compartilham a mesma largura de banda deste meio. Esta característica, aliada ao funcionamento cíclico do carrossel de dados, exige que o tamanho da aplicação para TVDi, incluindo os elementos que a compõe (como imagens e arquivos de texto), seja reduzido, pois quanto mais blocos originados da aplicação houver, maior será o tempo de espera do receptor para poder executá-la corretamente [MONTEZ & BECKER, 2005].

2.1.4 Modulação

Depois de gerado um fluxo único de transporte no processo de multiplexação, estes dados precisam ser transmitidos aos receptores. Porém, antes, o Fluxo de Transporte precisa ser modulado, ou seja, é necessário deslocar a frequência original do sinal de dados para a faixa operacional do canal de transmissão, e para isto, faz-se uso de um sinal auxiliar chamado de “portadora”.

Os padrões de modulação digital com maior utilização atualmente são: QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*), QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*), BST-COFDM (*Band Segmented Transmission - Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), COFDM, BST-OFDM e 8VSB (*8 Vestigial Side Band*) [BITTENCOURT & BENNERT, 2007].

2.1.5 Middleware

O *middleware* é uma camada de *software* que fornece uma abstração da heterogeneidade da rede, *hardware* e sistema operacional. Esta camada fornece um conjunto de serviços e modelo computacional uniforme para ser usado pelos programadores de aplicações [COULOURIS *et al.*, 2007].

No contexto da TVD, este componente é responsável por executar aplicações interativas não-residentes, além de propiciar todas as funcionalidades necessárias para a criação e reprodução de programas interativos, multimídia e hipermídia [TOME *et al.*, 2007].

2.2 Sistemas Atuais de TVD e Cenário Mundial

É impossível tratar de um sistema de TVD sem levar em conta a realidade de cada país ou região. Aspectos como cultura, economia, e até mesmo, relevo e clima influenciam diretamente na escolha do conjunto de padrões que formam um sistema televisivo.

2.2.1 Sistema ATSC

O sistema de televisão digital ATSC (*Advanced Television Systems Committee*) foi desenvolvido nos Estados Unidos e já está em funcionamento desde novembro de 1998. Este sistema também foi posteriormente adotado pelo Canadá, Coréia do Sul, Taiwan, e México. O padrão de modulação é o 8-VSB (*8 Level Vestigial Side Band Modulation*), que prioriza a transmissão por cabos, e possui uma taxa de transmissão de 19,8 Mbps, ocupando uma largura de banda de 6, 7 ou 8 MHz. No processo de codificação do vídeo, faz uso do padrão MPEG-2, enquanto a codificação de áudio é realizada através do padrão *Dolby AC-3*. A multiplexação dos fluxos elementares fica a cargo do padrão MPEG-2 *System: Transport Stream*. O *middleware* utilizado é o DASE (*DTV Application Software Environment*) [MONTEZ & BECKER, 2005].

2.2.2 Sistema DVB

O consórcio DVB (*Digital Video Broadcasting*) é atualmente composto por mais de 300 membros, de 35 países e é conhecido popularmente como o sistema europeu de televisão digital. A especificação para difusão terrestre, DVB-T, utiliza o padrão de modulação COFDM (*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) cuja taxa de transmissão varia entre 5 a 31,7 Mbps, dependendo dos parâmetros utilizados na codificação e modulação do sinal. Pode operar em canais de TV de 6, 7 ou 8 MHz. A codificação (áudio e vídeo) é realizada através do padrão MPEG-2, e a multiplexação dos fluxos elementares é feita pelo padrão MPEG-2 *System: Transport Stream*. O *middleware* utilizado é o MHP (*Multimedia Home Platform*) [MONTEZ & BECKER, 2005; BITTENCOURT & BENNERT, 2007].

2.2.3 Sistema ISDB

O ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*) é o sistema de TVD desenvolvido no Japão, em 1999. Utiliza o padrão de modulação BST-COFDM, com algumas variações, para transmissão terrestre. Possui uma taxa de transferência que varia entre 3,65 à 23,23 Mbits/s, e largura de banda de 6, 7 ou 8 MHz. As maiores vantagens deste sistema são: grande flexibilidade de operação e potencial para transmissões móveis. Para codificação de vídeo faz

uso do padrão MPEG-2, enquanto pra codificação de áudio utiliza o MPEG-2 ACC Audio. O processo de multiplexação dos fluxos elementares é realizado pelo padrão MPEG-2 System: Transport Stream. O *middleware* adotado é o ARIB (Association of Radio Industries and Businesses) [MONTEZ & BECKER, 2005; BITTENCOURT & BENNERT, 2007].

2.2.4 Sistema SBTVD

Com o estabelecimento de um sistema brasileiro de televisão digital (SBTVD), firmaram-se as regras e especificações que servirão de parâmetro para o novo sistema. O SBTVD rege e normatiza itens como o *middleware*, o canal de interatividade e as técnicas de compressão, multiplexação, modulação, transmissão e recepção de vídeo, áudio e dados.

Na especificação do SBTVD, foi escolhida a codificação de vídeo H.264 ou MPEG-4 AVC (Advanced Video Coding, ISO/IEC 14.496 Parte 10). O MPEG-4 utiliza a mesma estrutura básica do algoritmo de codificação utilizada no MPEG-2, porém, incorpora novas funcionalidades que proporcionam um ganho significativo na razão taxa de bits por distorção. Para a codificação do áudio, o SBTVD utiliza o MPEG-2:AAC bem como o MPEG-4:AAC, para que possa dar suporte ao som estéreo e ao recurso do *surround* [TOME *et al.*, 2007]. Enquanto a camada de transmissão, no SBTVD, fica sob a responsabilidade do padrão MPEG-2 System: Transport Stream, que é o mesmo adotado pelos demais sistemas mundiais.

O padrão de modulação especificado no sistema brasileiro de TVD é o BST-OFDM (Band Segmented Transmission-Orthogonal Frequency Division Multiplexing), que é baseado no padrão de modulação do sistema Japonês. Esta modulação prioriza a transmissão terrestre e recepção em dispositivos móveis.

Com relação ao *middleware* padrão, a solução adotada no Brasil, denominada Ginga, é um produto de tecnologia nacional, sendo composto por um ambiente procedural, denominado Ginga-J, e um módulo declarativo, o Ginga-NCL [MENDES, 2007].

Algumas características tornam o sistema digital brasileiro único no mundo. A modulação especificada permite a transmissão simultânea de sinal digital tanto para aparelhos de TV quanto para dispositivos móveis como celulares e PDA (Personal Digital Assistants) [SILVA *et. al.*, 2007]. Quanto à compressão de vídeo, todos os padrões de TV Digital Terrestre do mundo, exceto o brasileiro, utilizam o MPEG-2. No Brasil, a técnica empregada, H.264, mais conhecida como MPEG-4, faz uso de um algoritmo mais recente do que aqueles em vigência em outros países. Outra característica relevante no SBTVD está relacionada à tecnologia empregada no *middleware*, que dá suporte tanto à linguagem declarativa (NCL) quanto à procedural (Java) para o desenvolvimento de aplicações interativas.

2.3 Serviços e Aplicações

Referente às vantagens provenientes do processo de digitalização da TV, será dado destaque a interatividade nesta seção. Para que este recurso possa ser explorado, aplicações precisam ser desenvolvidas e executadas na TV do usuário. Entretanto, é preciso deixar claro que o contexto destes componentes de *software* é bastante diferente das aplicações para computador, a que se está acostumado.

Segundo Nuno Bernardo (2002), os serviços oferecidos para TVDi podem ser divididos em dez categorias: EPG (*Electronic Program Guide*), comércio eletrônico, banco eletrônico, e-mail, Internet, portais de televisão interativa, aplicações transversais aos canais, programas interativos, publicidade interativa, jogos e outras aplicações.

Embora algumas dessas aplicações possam parecer bastante atrativas, como por exemplo, o serviço de e-mail e banco eletrônico, eles não tiveram grande sucesso na Europa, por exemplo. Constatou-se que aplicações intrínsecas à realidade da Internet, não foram bem aceitas na TVD [PJB, 2003]. Este fato mostra a visível diferença entre a realidade das aplicações para computadores e TV, e as peculiaridades intrínsecas a cada uma dessas plataformas [BECKER *et al.*, 2005].

Sabe-se que aplicações para computador são desenvolvidas através de linguagens de programação e de uma plataforma que interprete estas instruções e as execute. No contexto da TVD, o *middleware* é o componente, presente no receptor (*Set-Top-Box*, STB) responsável por executar as aplicações interativas enviadas pela emissora. Portanto, cada sistema de TVD possui uma especificação diferente de *middleware*, e conseqüentemente, um conjunto de instruções que ele é capaz de interpretar.

No SBTVD, como já abordado neste trabalho, o *middleware* padrão, denominado Ginga, dá suporte a dois ambientes de desenvolvimento: o Ginga-J, para o desenvolvimento de aplicações procedurais na linguagem de programação Java [SUN, 2008], e o Ginga-NCL [GINGA-NCL, 2008], cujo encargo é dar suporte à criação de *software* declarativo em NCL (*Nested Context Language*), juntamente com a linguagem de *script* Lua [LUA, 2008].

De forma análoga aos *softwares* para computador, as aplicações para TVD também podem se comunicar com um servidor remoto, enviando e recebendo informações de forma individualizada. Porém, para explorar esta funcionalidade é preciso que o telespectador tenha um canal de retorno disponível (tipicamente uma conexão com a Internet). Caso isto não seja possível, ele só poderá ter acesso às informações que a emissora envia de forma generalizada

para todos os demais telespectadores (*broadcast*), ou seja, neste caso a aplicação que estiver sendo executada no *middleware* não poderá se comunicar com o servidor de aplicação.

Referente à discussão de interatividade e a existência de canal de retorno, quando se utiliza uma plataforma de televisão digital., Giansante et. al. (2004) afirma que não há obrigatoriedade de existir um canal de retorno para que haja interatividade, existindo vários níveis de interatividade possíveis:

- Interatividade Local – quando não há canal de retorno, o usuário interage apenas com os componentes que estão instanciados localmente no *Set-Top-Box* (STB), recebidos através do canal de difusão (*broadcast*);
- Interatividade Intermitente – o canal de retorno é utilizado apenas nos momentos que é necessário enviar informações para o servidor da aplicação; e
- Interatividade Permanente – o canal de retorno é utilizado de forma integral, tanto para o envio de informações para o servidor, quanto para receber informações.

2.4 Ambientes de Desenvolvimento do SBTVD

Programas para TV digital interativa são casos particulares de aplicações hipermídia e devem lidar com a sincronização espacial e temporal de objetos de diferentes tipos de mídia, além dos objetos de vídeo e áudio que compõem o fluxo principal. No âmbito das aplicações para a TVD, existem três possíveis classificações quanto ao tipo de execução do *software*:

- Procedural – necessita de uma plataforma de execução (máquina virtual) e no caso do *middleware* Ginga este módulo é denominado Ginga-J. Por utilizar a linguagem de programação Java, possibilita que o programador seja capaz de estabelecer todo o fluxo de controle e execução de seu programa;
- Declarativo – necessita de um engenho de apresentação (*Browser*) e é apresentada similarmente como uma página HTML (*HyperText Markup Language*) podendo conter *scripts* e folhas de estilo. No *middleware* Ginga, este módulo é denominado Ginga-NCL, que utiliza como base o NCL, linguagem que define uma separação entre a estrutura e o conteúdo. Geralmente as aplicações declarativas fazem uso de conteúdos em *script*, que no caso do NCL há o suporte à linguagem Lua; e
- Híbrido – representa a união dos dois grupos, procedural e declarativo. Esta arquitetura se faz necessária, pois as aplicações de TVD são usualmente desenvolvidas utilizando estes dois paradigmas de programação. Entretanto, estes ambientes de

programação não estão precisamente disjuntos, ou seja, um pode utilizar as facilidades do outro através das API (*Application Programming Interface*) contidas na *middleware*. Esta característica possibilita a criação de aplicações híbridas, que são suportadas pela arquitetura do Ginga, ilustrada pela Figura 2.6 [BARBOSA & SOARES, 2008].

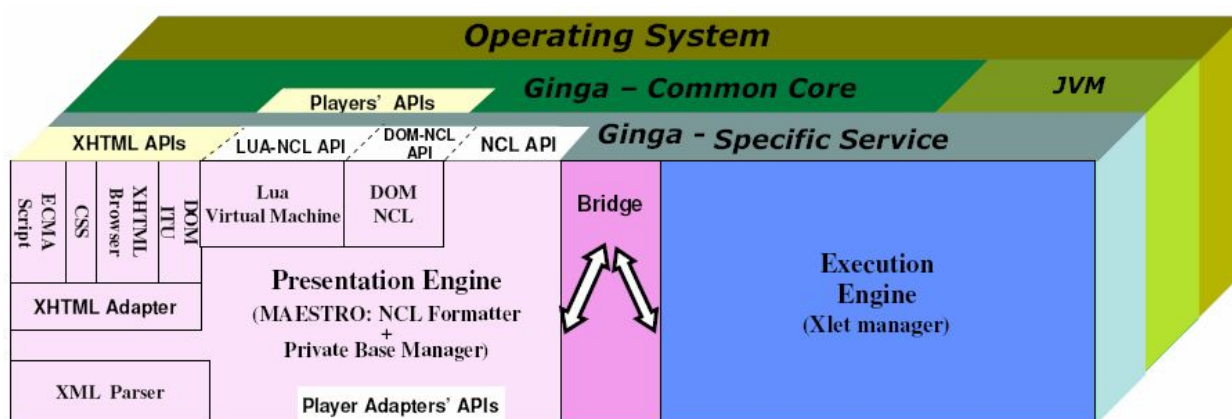


Figura 2.6: Arquitetura do Middleware Ginga [SOARES et. al., 2007]

2.4.1 Ambiente Procedural: Ginga-J

Os ambientes procedurais se caracterizam pelo fato do programador possuir um maior controle sobre o código e um maior poder de expressão, devido ao nível de abstração ser mais baixo, se comparado com linguagens declarativas. Desta forma, ele torna-se capaz de definir todo o fluxo de controle e execução da aplicação. Entretanto, possui um elevado custo de implementação, devido ao aumento da complexidade do código fonte, e não são adequadas para o desenvolvimento de programas não-lineares. O Ginga-J é o responsável pelo processamento de aplicações procedurais escritas utilizando a linguagem Java [SUN, 2008]. Ele é dividido em três módulos: a Máquina Virtual Java, o núcleo e suas API [BARBOSA & SOARES, 2008]. O conjunto de API é dividido em três categorias:

- Verde – mantém a compatibilidade com os sistemas americano e europeu;
- Amarela – suporte a múltiplos usuários, dispositivos e redes; e
- Vermelha – suporte às aplicações que podem ser recebidas, armazenadas e executada.

As aplicações de natureza procedural desenvolvidas em Java são denominadas “Xlets” [BATISTA, 2006]. Estas aplicações possuem uma interface que permite que uma fonte externa inicie, pare, ou controle de várias outras formas sua execução [PICCIONI & MONTEZ, 2004]. A linguagem Java também dá suporte a aplicações para TV Digital principalmente através de sua API Java TV que fornece as seguintes funcionalidades:

- Fluxo de áudio e vídeo;
- Acesso aos dados nos canais de transmissão;
- Acesso aos dados do *Service Information*;
- Controle do sintonizador de canais;
- Sincronização da mídia; e
- Gerenciamento do ciclo de vida das aplicações.

2.4.2 Ambiente Declarativo: Ginga-NCL

O Ginga-NCL é o ambiente do *middleware* Ginga responsável pelo processamento das aplicações declarativas que utilizam a linguagem NCL [GINGA-NCL, 2008]. Esta especificação é baseada em XML (*eXtensible Markup Language*) [W3C, 2008] para autoria de documentos hipermídia e tem como vantagem adicional a utilização da linguagem de *script* Lua [LUA, 2008] para a manipulação de suas variáveis, por adotar o paradigma imperativo, ser eficiente, rápida, leve e projetada para estender aplicações.

NCL define o modo com os objetos de mídia são estruturados e relacionados, no tempo e espaço, proporcionando um controle maior sob o conteúdo. Outra característica importante de NCL é a facilidade de reuso das especificações, ou seja, todos os documentos podem importar elementos já declarados em outros documentos. NCL também oferece um nível mais alto de abstração para a autoria de programas. Além disso, é adequada no desenvolvimento de aplicações não-lineares por se tratar de uma linguagem para integração e sincronização de mídias, ou seja, facilita a sincronização temporal e espacial das mídias, dispensando muitas vezes a programação por *scripts* (ou outras estratégias de programação algorítmica) [BARBOSA & SOARES, 2008; SOARES & SOUZA FILHO, 2007].

No Ginga-NCL, uma aplicação de TVD pode ser gerada ou modificada ao vivo, através de comandos de edição, pois ela oferece uma separação entre o conteúdo e a estrutura da apresentação [BARBOSA & SOARES, 2008]. Com as linguagens declarativas, o programador fornece apenas o conjunto das tarefas a serem realizadas, não necessitando, em geral, de tantas linhas de código para definir certa tarefa, se comparado a implementações algorítmicas,

As linguagens declarativas têm como foco o sincronismo de mídias, a adaptabilidade, edição e produção de conteúdo e o suporte a múltiplos dispositivos. Provêm facilidades para a especificação de aspectos de interatividade e sincronismo espaço-temporal entre objetos de mídia. Define também o modo como estes objetos de mídia são estruturados e relacionados no tempo e espaço. Estes objetos de mídia podem ser: imagens, vídeos, áudio, texto e objetos de execução (Xlet e Lua).

2.5 Considerações Finais

Antes de começar o desenvolvimento de aplicações para uma determinada plataforma, é fundamental ter conhecimento sobre os padrões e a infra-estrutura dos componentes de *hardware* e *software* envolvidos. Esta bagagem de informações permite que programadores, tradicionalmente formados para desenvolver sistemas para computador, entendam que desenvolver aplicações para um sistema de TVD é bastante diferente da realidade na qual eles estão acostumados. Conseqüentemente, alguns erros (relacionados às restrições tecnológicas) podem ser evitados e as potencialidades podem ser melhor exploradas, quando o profissional se dispõe a sair um pouco do mundo limitado pelas linhas de código e busca entender o funcionamento das camadas de baixo nível, que são a base do sistema.

3. Interatividade e Usabilidade na TVDi

Com a digitalização da TV, é necessário tratar conceitos que antes eram vistos apenas no contexto dos computadores pessoais. Se antes o telespectador recebia em sua casa apenas áudio e vídeo, agora, além destas mídias, ele pode acessar também aplicações interativas, desenvolvidas com alguma linguagem de programação, podendo estar conectadas a servidores ou aplicações distribuídas. Entretanto, se o telespectador da TV analógica só precisava se preocupar em mudar de canal e o volume do áudio, será que agora ele está preparado a lidar com programas interativos executados na televisão?

No universo da TV Digital, a usabilidade é um requisito não-funcional que precisa ser destacado. Se no contexto dos *softwares* para computador, este requisito serve para ganho de mercado, na realidade da TVD ele deve ser levado ainda mais a sério, pois é um fator crítico para aceitação do produto final, devendo estar no topo da lista de preocupações.

3.1 Conceitos de Interatividade

Embora o termo “interatividade” tenha surgido na década de 60, ainda existe dificuldade em defini-lo, havendo inúmeras interpretações. Lippman (1998) descreve-o como uma “atividade simultânea da parte dos participantes, normalmente trabalhando em direção de um mesmo objetivo”. No contexto tecnológico, no qual este trabalho está imerso, pode-se citar a definição de Rafaeli (1988) que define interatividade como sendo “a extensão do quanto um usuário pode participar, influenciar ou modificar a forma e o conteúdo de um ambiente computacional”. Porém, este fenômeno está restrito à tecnologia atualmente disponível e à compreensão sobre as formas de interatividade. É possível encontrar ainda inúmeras definições, em diferentes contextos e campos, como na pedagogia, comunicações, psicologia, biologia, entre outros. Portanto, ainda não há um consenso sobre interatividade que seja transdisciplinar [WAISMAN, 2006].

3.2 Interatividade para TVDi

Em relação à interatividade na TVD, também é possível encontrar inúmeras definições e novas críticas, como sintetiza Lemos (1997): “hoje tudo se vende como interativo; da publicidade aos fornos de microondas”.

Atualmente, diante das limitações tecnológicas, mercadológicas e da carência de compreensão do fenômeno da interatividade para TVD, o usuário tem à disposição apenas a tela da TV e um controle remoto. Este cenário limita as possibilidades de serviços que

poderiam estar disponíveis e torna desafiadora a adoção e aceitação desta tecnologia, como é relatado por Waisman (2006). Segundo esta autora, a variedade de definições e discussões, comentadas anteriormente com respeito à interatividade, vem do fato que classificações podem levar em consideração um destes fatores: o contexto, o usuário, a mensagem, ou os aspectos tecnológicos.

3.3 Conceitos de Usabilidade

A possibilidade de interagir com aplicações através da televisão por meio do uso do controle remoto, antes usado em um número limitado de funcionalidades, requer a criação de novos estilos de interação. Para atingir tal objetivo, são necessários estudos detalhados do comportamento dos usuários neste contexto, além de criatividade para a concepção de soluções que satisfaçam requisitos de usabilidade. Neste trabalho, é adotado o conceito de usabilidade definido no padrão ISO 9241-11 (1998): “o alcance pelo qual um produto e/ou serviço pode ser usado por usuários específicos para atingir metas específicas com eficácia, eficiência e satisfação em um específico contexto de uso”.

Uma importante característica presente em aplicações, desenvolvidas com foco na usabilidade, é a consistência. Com relação a este conceito, de acordo com Dix *et. al.* (1998) a consistência está relacionada com a semelhança em comportamento que ocorre em situações similares ou em tarefas com objetivos similares. Ainda sobre esta definição, Smith *et. al.* (1983) complementa: “Consistência dita que mecanismos devem ser usados da mesma forma onde quer que ocorram”.

O guia de estilo da Apple [APPLE, 1992] também descreve formas possíveis de consistência, destacando duas em especial: a consistência visual, quando explora a similaridade dos componentes gráficos em tarefas semelhantes, e a consistência de comportamento, quando o sistema se comporta sempre de maneira semelhante.

Em interfaces consideradas consistentes, o usuário forma um modelo coerente da interface, o que permite generalizar sua experiência em uma interface específica para as demais. Desta forma, com um conjunto pequeno de regras universalmente aplicáveis, o usuário pode utilizar novas interfaces com uma curva de aprendizagem mínima o que aumenta a facilidade de aprendizagem [BARROS, 2006].

Do ponto de vista do usuário final, a consistência traz benefícios diretos, tais como: facilidade de aprendizagem, facilidade de uso, menor taxa de erros, proporciona uma sensação de domínio e melhora a autoconfiança do usuário. Para desenvolvedores de *software*, observam-se também vantagens importantes: Reduz custos de suporte e de desenvolvimento, aumenta a expectativa de utilização e de vendas, tem potencial de melhorar os aspectos estéticos da interface e traz benefícios do ponto de vista de marketing [NIELSEN, 2002].

3.4 Usabilidade em TVDi

Para os desenvolvedores e designers de novos produtos de *software* para TVDi, o processo de concepção impõe diversos desafios que precisam ser contornados. O mais preocupante deles é o fato de que as aplicações para TV não podem ser cópias daquelas desenvolvidas no contexto *Web* ou para o computador pessoal. Os modelos mentais de designers e programadores podem representar fontes de erros em projetos de interface gráfica para TVDi. Assim, questões relativas aos modelos mentais de usuários e designer precisam ser compreendidas e tratadas adequadamente para que um nível de aceitação seja alcançado junto aos usuários. O Quadro 1 apresenta as principais diferenças técnicas e culturais entre os contextos de aplicações para computador e televisão. Estas características implicam em um grande impacto nas decisões de design de aplicações para estas plataformas.

Quadro 1. Televisão x Computador [PICCOLO & BARANAUSKAS, 2006].

Característica	Televisão	Computador
Resolução da tela (quantidade de informação exibida)	Relativamente pobre (640 x 480 pontos)	Varia entre telas médias e grandes (de 800 x 600 a 1280 x 1024 pontos, por exemplo)
Dispositivos de entrada	Controle remoto e, no melhor caso, teclado sem fio	Mouse e teclado situados em posição fixa
Distância de visualização	Alguns metros	Alguns centímetros
Postura do usuário	Relaxado, reclinado	Ereto, sentado
Ambiente	Sala de estar, quarto (ambientes que sugerem o relaxamento)	Escritório (ambientes que sugerem trabalho)
Oportunidades de integração com outras coisas no mesmo dispositivo	Vários programas de TV	Atividades pessoais, atividades de trabalho
Número de usuários	Normalmente, muitas pessoas estão na sala enquanto a TV está ligada. Uso social e coletivo	Normalmente o uso é individual (poucas pessoas podem ver a tela)
Envolvimento do usuário	Passivo: A emissora seleciona e envia a informação apresentada. O usuário somente a recebe.	Ativo: Usuário comanda e o computador obedece

Como forma de ajudar os desenvolvedores de aplicação nessa nova realidade, algumas organizações buscaram escrever manuais e guias com sugestões e informações úteis que, se seguidos, possibilitam o desenvolvimento de interfaces gráficas mais agradáveis e intuitivas. Um exemplo deste esforço é o guia desenvolvido pela produtora BBC [BBCi, 2006].

Pelo fato de não haver um estilo unificado de interação para aplicações na TVD, este tema está sendo fortemente estudado por empresas e instituições de pesquisa, na busca de padrões que permitam bons níveis de usabilidade. Por outro lado, estudos voltados especificamente aos dispositivos de interação, como por exemplo, controles remotos, teclados virtuais, conectividade com celulares e PDA, também permitem novas possibilidades no campo da usabilidade [SILVA *et. al.*, 2007].

A preocupação com a questão da usabilidade é tema de pesquisas baseadas em teorias e modelos encontrados na literatura especializada. Entretanto, elas têm como resultado prático o desenvolvimento de aplicações e serviços com diferencial mercadológico considerável, inclusive com efeitos refletidos no retorno dos investimentos [MARCUS, 2002].

3.5 Recomendações para o Design de Interfaces para TVDi

Um risco que está, inevitavelmente, presente nas equipes de desenvolvimento de aplicações para tecnologias recentes, que possuem contextos bastante particulares, é basearem-se nas aplicações para *Desktop* ou *Web*. Para evitar este problema, foram adotadas guias de desenvolvimento (*guidelines*), que são regras e princípios documentados na literatura e que podem ser utilizados como orientação no processo de avaliação e design de aplicações. A seguir são listadas seis publicações relevantes no contexto da TVD [BARROS, 2006]:

- BBCi Interactive Television Style Guide [BBCi, 2006];
- A Guide for Digital TV Service Producers [ARVID, 2004];
- Interactive Television Design Guide [LIBERATE, 2002];
- Tiresias.org Television Guidelines [TIRESIAS, 2008];
- Interactive Television Production [GAWLINSKI, 2003]; e
- Case Study: The Usability of Electronic Programme Guides [DALY-JONES, 2003].

Com base nestes guias, a seguir, serão descritas algumas “boas práticas” de desenvolvimento de aplicações para TVD, divididas nos seguintes aspectos: tamanho e aproveitamento da tela; correto uso de cores; linhas e gráficos; textos; tempo de resposta; dispositivos de interação; e navegabilidade.

3.5.1 Tamanho da Tela

Nos sistemas PAL-M e NTSC-M (analógico) a área visível da tela é de 480 x 640 linhas por colunas. Em sistemas PAL a dimensão da tela é de 576 x 720 linhas por colunas. Entretanto, é importante observar que, nem todos os aparelhos de TV aproveitam toda a área útil, podendo haver uma perda de 5% na tela, dependendo do televisor. Esta margem de segurança é denominada *action-safe* [BARROS, 2006]. Em interfaces que utilizam texto ou elementos de navegação, esta margem de segurança sobe para 10% de espessura, e é chamada de *title-safe* [GAWLINSKI, 2003].

Na maioria dos televisores que existem atualmente a relação entre largura e altura da tela é 4:3. No entanto, a tendência atual é que cada vez mais aparelhos de TV tenham o formato *wide screen*, em que a tela é mais retangular e a relação entre largura e altura é 16:9. Como forma de contornar a diferença entre estes dois formatos, utiliza-se normalmente uma borda ao redor do conteúdo ou mesmo através do corte da imagem original [BBCi, 2006].

Com relação à exibição de uma aplicação, ela pode sobrepor o conteúdo televisivo ou redimensioná-lo. Caso se pretenda sobrepor o vídeo com a aplicação, esta deve ocupar as bordas da tela e possuir fundo de tela com um percentual de transparência, com o objetivo de não atrapalhar a visão do telespectador. Por outro lado, se a escolha for redimensionar o vídeo, este não pode ocupar menos de um quarto da tela.

O principal fator da escolha entre o enfoque de conteúdo sobreposto ou de vídeo reduzido está relacionado à importância entre o conteúdo audiovisual e o conteúdo adicional a ser apresentado. Logo, a resposta para a pergunta: “qual paradigma utilizar?” vai depender da natureza dos conteúdos e da intenção da produtora, com relação à prioridade que ela quer dar: ou ao fluxo audiovisual, ou ao conteúdo interativo.

3.5.2 Cores

Entre a televisão e o monitor do computador, existe uma diferença entre seus respectivos *gamute*, que é o conjunto das cores suportadas pelo dispositivo. Por isso, recomenda-se não utilizar cores muito saturadas ou com luminosidade muito alta [GAWLINSKI, 2003]. Em outras palavras, as cores utilizadas devem ter valores, no sistema RGB, não menores que 16 e não maiores que 236 (na escala de 0 a 256) [BBCi, 2006; TIRESIAS, 2008].

3.5.3 Linhas e gráficos

Há uma característica peculiar na tela de um aparelho de TV que está relacionada à exibição de suas linhas, que são apresentadas de forma alternada. Primeiro são desenhadas as linhas ímpares e depois as linhas pares. Assim, a tela toda é redesenhada a uma frequência de 60 Hz, entretanto, as linhas individuais são desenhadas a uma frequência de 30 Hz, que é perceptível ao olho humano e dá a ilusão de uma imagem em movimento.

Por este motivo qualquer elemento que tenha apenas uma linha de altura aparecerá piscando na tela, gerando um efeito indesejável e conhecido como *flicker*. Isto também acontece nas bordas horizontais, pois a última linha irá piscar na frequência de 30 Hz. De forma geral, este efeito pode ser evitado pelo uso de linhas com no mínimo 2 pixels de altura [TIRESIAS, 2008; ARVID, 2004] ou através de um filtro para borrar as bordas da imagem [BBCi, 2006; LIBERATE, 2002].

3.5.4 Textos

O conteúdo televisivo tem naturalmente como linguagem principal a exploração da imagem e do áudio, tornando este meio de comunicação tão popular. Logo, os telespectadores não estão acostumados a ler muitos textos, o que torna o uso deste recurso um grande desafio, aliado também ao fato da definição de tela da maioria dos aparelhos de TV ser muito reduzida. Estas limitações fazem com que seja recomendável que o tamanho dos caracteres não seja menor que 18 pontos, sendo ideal o uso de 22 pontos ou maior. O espaçamento entre linhas e entre caracteres deve também ser maior do que o utilizado para impressão, e a quantidade máxima de palavras em toda a tela não deve passar de 90 [BARROS, 2006].

Devido ainda ao fato da definição dos aparelhos de TV tradicionais ser baixa, deve-se dar preferência às famílias de letras sem *serifa* e sem muitos detalhes. Também é recomendável o uso de *anti-alias*, que suaviza as bordas das letras. Entre as fontes recomendadas para inserção de textos em aplicações na TVD, estão: Tiresias, Gill Sans, Gill Sans Bold, Zurich, Trebuchet e Univers [TIRESIAS, 2008; BBCi, 2006; LIBERATE, 2002; GAWLINSKI, 2003; ARVID, 2004].

O uso de texto claro sobre um fundo escuro também é uma recomendação [TIRESIAS, 2008; ARVID, 2004]. Em Gawlinski (2003) é especialmente recomendado o uso de textos branco sobre fundo azul.

3.5.5 Tempo de Resposta de Interação

Durante o desenvolvimento de aplicações interativas para TVD, deve haver uma preocupação constante com o tempo de resposta do sistema, que não pode ultrapassar os limites aceitáveis da percepção humana [GAWLINSKI, 2003]:

- 0,1 segundo - é o limite para ter a ilusão de que o sistema está reagindo instantaneamente; todas as respostas abaixo deste valor tendem a ser percebidas como instantâneas;
- 1 segundo - é o limite para não interromper a linha de pensamento do usuário. Acima deste valor a ilusão de manipulação direta é interrompida, mas não é necessário nenhum aviso para o usuário; e
- 10 segundos - é o limite para manter a atenção do usuário em uma mensagem; Durante este tempo é necessário indicar que o sistema está ocupado (mas que não parou de funcionar) e informar também o tempo de espera estimado, principalmente se for variável. Se o tempo de espera for maior que 10 segundos deve-se permitir que o usuário realize outra atividade enquanto espera.

3.5.6 Dispositivo de Interação

No contexto da TVD, um aspecto específico de consistência entre terminais de acesso é a questão de um conjunto mínimo de teclas que deve existir em todos os controles remotos. Sobre isso, Hedman (2002) explica que a falta de botões universalmente disponíveis, entre equipamentos, é prejudicial para os desenvolvedores, pois acabam sendo forçados a utilizar associações dissonantes entre as teclas do controle remoto e dos elementos da tela. Esta falta de padronização entre controles remotos é bastante relatada na literatura e é bem exemplificada no guia de estilo da BBC [BBCi, 2006].

A escolha do conjunto de botões, pela equipe de desenvolvimento, também afeta a consistência da interface. O conjunto de teclas funcionais deve ser o menor possível, e suas funções devem ser semelhantes, mesmo em diferentes telas da interface. Além disto, o uso de opções claramente disponíveis na tela é recomendável, ao invés da utilização de teclas dedicadas do controle remoto, com funcionalidades específicas [DALY-JONES, 2003]. Estas recomendações evitam que o telespectador tenha que mudar o foco, entre a TV e controle, muitas vezes, pois pode tornar a interação cansativa [GAWLINSKI, 2003; BARROS, 2006].

3.5.7 Navegação

Em termos de navegação, o guia da BBC [BBCi, 2006] apresenta duas possibilidades interessantes: o uso de setas direcionais mais uma tecla de confirmação ou o uso de setas direcionais sem a tecla de confirmação. Porém ressalta que se deve tomar muito cuidado ao mesclar estas duas formas de navegação para não confundir o usuário. O uso de números como atalhos para navegação também é apresentado como uma alternativa interessante [BBCi, 2006; GAWLINSKI, 2003; ARVID, 2004; DALY-JONES, 2003].

O cursor utilizado deve ser proeminente e claramente destacado do resto da interface [GAWLINSKI, 2003] e deve-se tomar um cuidado especial quando existem apenas duas opções, pois pode não ficar claro qual item está selecionado e qual não está [ARVID, 2004]. Os menus de opções devem ser circulares, ou seja do primeiro item é possível ir para o último e vice-versa. Também é desejável que as instruções de navegação sejam apresentadas na tela, pois muitos usuários não estão acostumados a estes mecanismos [BBCi, 2006].

De acordo com o estudo desenvolvido por Brecht *et. al.* (2005), durante o levantamento de requisitos para uma aplicação jornalística, são confirmadas estas necessidades. Durante entrevistas em grupos focais, os usuários destacaram que a facilidade de interação está diretamente relacionada com o uso efetivo e a satisfação. Outro requisito que foi levantado é referente à separação clara entre elementos de conteúdo e navegação.

3.6 Considerações Finais

Desenvolvedores de *software* precisam ter em mente que, nem sempre, o usuário final vai ser uma pessoa que passa horas em frente ao computador ou que já está familiarizada com equipamentos eletrônicos digitais. É também bastante comum o desenvolvedor achar que o usuário final possui os mesmos equipamentos que ele, como computadores rápidos ou a última versão de determinado sistema operacional. Embora pareçam óbvios, estes tipos de erros ainda são muito comuns.

Este capítulo teve como objetivo alertar e instruir os programadores que se interessam pelo desenvolvimento de aplicações para TVD. Primeiramente, é preciso lembrar que parte do público alvo desta nova geração de aplicações é formada basicamente por pessoas que não possuem computador e que estão acostumadas em apenas mudar o volume e o canal da TV. Em seguida, foram explicitadas as diferenças entre o contexto dos computadores e a realidade da TVD. Por último, uma compilação dos principais *guidelines* e recomendações, presentes na literatura especializada, serve de guia para o desenvolvimento de aplicações interativas.

4. T-Learning: Educação através da TV

Na literatura especializada, há inúmeras definições para o termo “T-Learning”. De acordo com Bates (2003), refere-se, de uma forma mais ampla, ao acesso de materiais de aprendizagem ricos em vídeo, através de uma TV. Complementando esta definição, pode-se considerar também a convergência entre TV e tecnologia computacional, como as aplicações interativas no ambiente de TVDi, para apoiar atividades educacionais.

Já é possível encontrar algumas iniciativas de aplicações interativas, com fins pedagógicos, executadas sobre a plataforma da TVDi e desenvolvidas por produtoras e emissoras televisivas, como por exemplo a BBC [BBC, 2008]. Projetos acadêmicos também se encontram em desenvolvimento nos demais centros de pesquisa do país, contribuindo assim com a evolução desta área no Brasil [TONIETO, 2006]. Entre alguns exemplos de aplicações interativas no contexto do *T-Learning*, tem-se:

- Educação para Crianças;
- Narrativas não lineares;
- Reforço escolar;
- Extensão das informações audiovisuais;
- Enciclopédia; e
- Objetos de Aprendizagem.

Estes e outros exemplos serão discutidos mais adiante, no Capítulo 5, com o objetivo de investigar características positivas, que podem ser reaproveitadas, como também, pontos negativos, que devem ser evitados durante a concepção de aplicações no campo do *T-Learning*.

4.1 Motivação

A forma como esta modalidade é implementada vai depender das características sócio-culturais de uma região, porém sua importância é notável, independente dos índices socioeconômicos de um país. Por exemplo, em uma pesquisa realizada no Reino Unido, que desenvolve o sistema aberto de TVD desde 1998, foi analisada a expectativa dos futuros usuários sobre os possíveis serviços que deveriam ser oferecidos. Aproximadamente 67% dos

entrevistados responderam que usariam serviços de educação ou treinamento, este percentual ficou atrás somente de serviços de aconselhamentos médicos, com 69% [PJB, 2003].

Em países como o Brasil, onde os índices de qualidade na educação estão ainda muito baixos, mesmo se comparados a outras nações da América Latina [UNESCO, 2008], a adoção de novas estratégias educacionais, como o *T-Learning*, é ponto chave para o desenvolvimento do país. Esta demanda é justificada não só pela imediata necessidade, mas também pela familiaridade da população com este meio de comunicação, presente em 98% dos lares.

T-Learning é considerado um subconjunto *do E-Learning*, mas que pode contribuir de um modo que a aprendizagem através da Internet não consegue contemplar. Entre algumas das principais vantagens dessa modalidade, estão:

- Grande quantidade de aparelhos de TV no Brasil;
- Familiaridade que a população tem com a TV;
- A TV já é usada como veículo de Informação;
- Nem toda casa possui acesso à Internet;
- Menor custo do receptor de TVD, se comparado ao computador;
- Qualidade na Transmissão;
- Prática da aprendizagem informal e colaborativa; e
- Prática da aprendizagem significativa através de objetos de aprendizagem na TVDi.

4.2 Aprendizagem Informal e Colaborativa

Explorar o aprendizado informal é uma ótima vantagem que pode ser proporcionada através do uso da televisão, pois possibilita que até mesmo ambientes desvinculados dos ambientes tradicionais de educação, tornem-se propícios ao aprendizado, embora ocorrendo de modo informal. Em outras palavras, a televisão estimula o aprendizado informal quando proporciona ao aprendiz executar atividades que não estão diretamente associadas à formalidade da educação tradicional.

De acordo com Schugurensky (2000), aprendizagem informal é qualquer tipo de aprendizado que ocorre fora de uma instituição formal de ensino. Este tipo de aprendizado pode ser realizado de duas formas: intencional ou acidental.

A primeira configuração acontece quando o aprendiz participa de atividades informais, mas tem consciência de estar inserido em um ambiente propício ao aprendizado e, portanto,

está aprendendo enquanto interage. Já o segundo tipo, por sua vez, acontece de forma não intencional, sem que o aprendiz saiba que está aprendendo, ou seja, o indivíduo executa uma determinada atividade sem intenção direta de aprender, mas acaba absorvendo novos conceitos sem a consciência de estar diante de um recurso educacional.

Embora a TV possa ser utilizada de forma individual, a prática de assistir TV em grupo é bastante comum. Este fato pode ser um aliado no processo de aprendizagem colaborativa, quando devidamente estimulado por um programa televisivo, que pode conter opcionalmente algum recurso interativo, onde as pessoas envolvidas precisam discutir sobre algum tema, por exemplo, na resolução de um problema proposto, promovendo o debate e a troca de conhecimentos e significados [VYGOTSKY, 2000].

A definição destas atividades é sintetizada por Faqueti & Albino (2008):

Os processos cooperativos ocorrem em qualquer atividade onde haja o engajamento de mais de um indivíduo em determinado processo de aprendizagem, buscando construir um conhecimento novo, baseado em relações de parceria entre os aprendizes envolvidos no processo, orientados ou não por um tutor.

4.3 Aprendizagem Significativa

A aprendizagem significativa está relacionada à construção do conhecimento respeitando a natureza humana, ou seja, deve olhar o indivíduo em sua condição de vida concreta, considerando seu espaço, história e tempo próprios [OLIVEIRA *et. al.*, 2007]. Esta definição pode ser ainda complementada por Coll (1994):

A idéia essencial da tese construtiva, que subjaz ao conceito de aprendizagem significativa, é que a aprendizagem que o aluno leva a cabo não pode ser entendida unicamente a partir de uma análise externa e objetiva do que lhe ensinamos e de como lhe ensinamos, mas também que é necessário levar em conta, além disso, as interpretações subjetivas que o próprio aluno constrói a este respeito.

No processo de ensino-aprendizagem, de acordo com a idéia da aprendizagem significativa, o aprendiz necessita ter uma experiência livre e pessoal ao consultar o material didático utilizado na abordagem de determinado conteúdo. Com base neste requisito, busca-se no uso da interatividade uma solução para desenvolvimento cognitivo do aprendiz de forma eficiente [AUSUBEL *et al.*, 1978]. Assim, sugere-se neste trabalho o uso de ferramentas já bastante consolidadas no contexto *web*, tais como os Objetos de Aprendizagem (ou Objetos Educacionais), que intrinsecamente se destacam por sua natureza lúdica e dinâmica [MONTEIRO *et al.*, 2006].

4.4 Objetos de Aprendizagem

Atualmente, os objetos de aprendizagem são capazes de integrar diversas mídias, tais como texto, animação, vídeo, áudio, entre outras. Desta forma, o desenvolvimento destes tipos de aplicativos deve levar em conta conceitos cognitivos que orientem a combinação desse conjunto de mídias. A partir de pesquisas, como as de Mousavi *et al.* (1995) e Tindall-Ford *et al.* (1997), foi constatado que o cérebro é capaz de processar, em paralelo, informações vindas de mais de um canal da percepção humana. Sistemas que exploram essa característica são chamados de multimodais. Contudo, as prioridades dadas para cada um desses canais devem ser bem combinadas, com o intuito de favorecer, da melhor forma, o desenvolvimento cognitivo do aprendiz [TUOVINEN, 2001].

Obviamente, ajustes precisam ser realizados quando se pretende mover esses tipos de recursos pedagógicos, tipicamente executadas em um computador, para a perspectiva da plataforma de TVD. Esta preocupação tem como objetivo conservar a integridade do conteúdo, como também resolver problemas de usabilidade, devido às diferenças dos dispositivos de entrada e saída de dados. Assim, para demonstrar a viabilidade e benefícios dessas ferramentas, este trabalho aborda o desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem que tem como estudo de caso o experimento do efeito fotoelétrico, fenômeno físico estudado por Einstein que resultou no prêmio Nobel de Física em 1921 [TAVOLARO *et al.*, 2002]. Na Figura 4.1 é possível visualizar a versão deste objeto em sua versão para computador. O desenvolvimento deste recurso, juntamente com o conjunto de adaptações que precisaram ser feitas, será melhor descrito no Capítulo 5 deste trabalho, que trata das funcionalidades envolvidas no projeto Amadeus-TV.

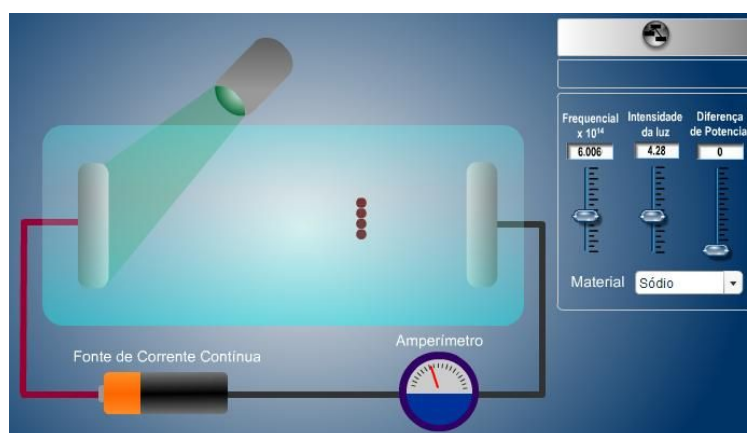


Figura 4.1. Objeto de Aprendizagem que simula o experimento do efeito fotoelétrico, para computador.

Entretanto, é importante deixar claro que os Objetos de Aprendizagem, anexados ao portal do Amadeus-TV, podem envolver os mais diferentes temas e níveis de escolaridade, desde simulações de experimentos químicos, até alfabetização de crianças e adultos, por exemplo.

4.5 Mapas Conceituais

Outro recurso explorado neste trabalho são os mapas conceituais. Eles são representações gráficas semelhantes a diagramas utilizados para representar um conjunto de significados conceituais (Figura 4.2). Por se tratar de uma técnica flexível, os mapas podem ser utilizados em diversas situações e finalidades como: recurso de aprendizagem, meio de avaliação e outros [MOREIRA, 1983].

Embora esta ferramenta possa ser explorada em papel, quando há computadores os dispositivos de entrada e saída, como o mouse, por exemplo, permitem maiores possibilidades de interação. O usuário ao “navegar” pelo mapa pode selecionar um conceito correspondente, e logo em seguida é exibido um pequeno texto aprofundando o conceito relacionado.

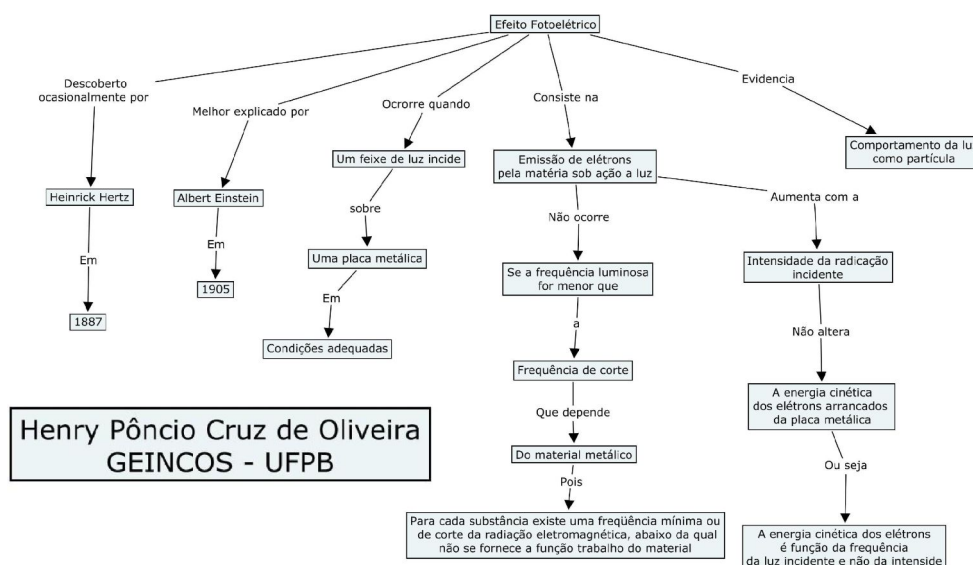


Figura 4.2. Modelo de Mapa Conceitual que descreve os principais conceitos do fenômeno fotoelétrico.

Quando utilizados no contexto televisivo, o usuário pode explorar, de forma contextualizada, por exemplo, os conceitos envolvidos em um determinado programa audiovisual (programa de TV), ou em outros objetos de aprendizagem. Entretanto, pelas limitações existentes nos dispositivos de entrada e saída, o estilo de interação do mapa conceitual idealizado para plataforma de TVD precisou ser adaptado. Os conceitos foram então simplificados e redistribuídos de forma linear, porém mantém a mesma lógica de níveis

dos mapas tradicionais. Este recurso, chamado aqui de Lista de Conceitos (ou Lista Conceitual), também será melhor descrito nos Capítulos 5 e 6 deste trabalho, descrevendo todas as fases de sua concepção.

4.6 Limitações

Algumas limitações e fatores de risco também devem ser bem observados no que se refere ao desenvolvimento de aplicações no contexto do *T-Learning*:

- As aplicações dependem fortemente da infra-estrutura;
- As tecnologias adotadas em uma região limitam o reuso e portabilidade;
- Os dispositivos usados pela grande maioria dos usuários é um simples controle remoto, o que limita a interação;
- Por mais louvável que sejam as intenções do *T-Learning*, o Plano de Negócio deve ser viável;
- O contexto regional pode não ser contemplado caso os serviços tenham um foco global; e
- Custos adicionais, como por exemplo, no uso da infra-estrutura do canal de retorno, podem atrapalhar a adoção de serviços.

4.7 Amadeus LMS

Os Sistemas de Gestão da Aprendizagem (*Learning Management System*, LMS) são sistemas que visam simplificar a administração de programas educacionais, sendo freqüentemente utilizados em instituições de ensino e em empresas, em programas de formação de recursos humanos. Os LMSs permitem que os usuários planejem individualmente as etapas de sua educação e colaborem para a construção do conhecimento. No que tange à gerência do processo educacional, os LMSs possibilitam ainda a disponibilização, análise e processamento do conteúdo informativo, bem como a geração de relatórios e diagramas que facilitem a condução e aperfeiçoamento do ensino.

Neste momento, primeiramente, é apresentada a Plataforma Amadeus [AMADEUS LMS, 2008], um LMS de segunda geração, orientado à integração de serviços multimídia. Este ambiente virtual é baseado no uso integrado e consistente de diferentes abordagens (*Blended Learning*) para a Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computadores (*Computer Supported Collaborative Learning*, CSCL), através da qual são estendidas as

possibilidades de interação entre os usuários e ampliam-se os tipos de situações didáticas adotadas. Essa ampliação permite criar situações a partir de diferentes orientações teóricas de aprendizagem e desenvolvimento [LOBATO *et al.*, 2008]. O Amadeus LMS tem seus principais serviços disponibilizados na *Web* (Amadeus Web), porém sua infra-estrutura serve de base para extensões acessadas através de dispositivos móveis (Amadeus Mobile) e agora, a partir deste projeto, na TVD (Amadeus-TV).

Integrar e coordenar esses diferentes canais de informação, compostos por diferentes tecnologias, é o novo desafio. Os sistemas de informação devem permitir que os fluxos destes canais cheguem ao usuário de forma transparente, sem que ele perceba as diferenças dos limites tecnológicos ou detalhes técnicos. Para esse fenômeno é dado o nome de ubiquidade [COULOURIS *et al.*, 2007].

4.7.1 Amadeus Mobile

As atuais perspectivas sobre *mobile learning* geralmente recaem, em sua maioria, sobre o foco da mobilidade do aprendiz. Para O'Malley e Stanton (2002), *mobile learning* é qualquer forma de aprendizado que acontece quando o aprendiz não está parado, em local predeterminado, ou o aprendizado que acontece quando o aprendiz faz uso das vantagens e oportunidades do aprendizado oferecido por tecnologias *mobile*.

O Amadeus Mobile é a adaptação do módulo *Web* para dispositivos móveis, sendo portanto uma extensão que trata a gestão de conteúdo, oferecendo ao usuário uma visão do ambiente Amadeus LMS através do celular, dentro das restrições que estes dispositivos impõem. Além do acesso às informações sobre cursos e artefatos, o sistema permite ao usuário manter-se atualizado sobre modificações gerais e sobre os cursos em que ele está matriculado. Com isso, há uma expansão no conhecimento e percepção do ambiente pelos usuários, sem que esses tenham que estar conectados ao computador, facilitando o acesso às informações.

A interação dos participantes com o ambiente Amadeus é também facilitada pela distribuição de mensagens SMS (*Short Message Service*) sobre as modificações ocorridas nos cursos nos quais estão inscritos. Este recurso evita que o usuário tenha que procurar por novas informações constantemente através de um computador, que somente será necessário para obter informações mais detalhadas de tais modificações e para interação do aluno nas atividades propostas nos cursos. No decorrer deste trabalho serão descritos os recursos do Amadeus LMS (e Amadeus Mobile) que foram estendidos e integrados ao Amadeus TV.

4.8 Considerações Finais

Durante o desenvolvimento de aplicações *Web* ou *Desktop*, o desenvolvedor precisa ter conhecimento dos principais aspectos das áreas de domínio do *software* que ele está desenvolvendo, que vão muito além dos conceitos técnicos que fizeram parte da formação deste profissional. Portanto, esta prática também não pode ser omitida no processo de concepção de aplicações para TVD, por ser um campo bastante interdisciplinar. Esta postura permite que o programador entenda melhor as necessidades do usuário final e evita erros relacionados à natureza da aplicação.

Este capítulo abordou a área de domínio central do sistema Amadeus-TV. Foram descritos os principais conceitos envolvendo o uso de tecnologia na educação, como: Objetos de Aprendizagem, Mapas Conceituais, Aprendizado Informal, Sistemas de Gestão de Aprendizagem (LMS), e o uso da TV aplicada à educação. Mais especificamente sobre T-Learning, foram abordados os benefícios e motivações (especialmente voltados ao contexto brasileiro), sua definição, exemplos de aplicações, limitações e dificuldades inerentes a esta área.

5. Concepção do Sistema Amadeus-TV

O estado da arte sobre processos de concepção de produtos para TVD apresenta os principais desafios da criação de produtos de *software* para esta plataforma. Ainda não há um entendimento exato sobre as funcionalidades necessárias para satisfazer os requisitos e desejos dos usuários, dado que são produtos ainda pouco familiares a designer e usuários. Um desses fatores críticos é a existência de poucos produtos similares que possam ser usados como *benchmarking*. Assim, o projeto corre o risco de começar sem um direcionamento claro a respeito das definições do produto [ERONEN, 2004]. Recentemente, diversas pesquisas têm procurado compreender e moldar estilos de interação para TVD que sejam aceitos pelos usuários, principalmente aqueles com pouca ou nenhuma familiaridade com esta tecnologia [PICCOLO & BARANAUSKAS, 2006].

Diante desses desafios, a literatura especializada apresenta diversas abordagens de *design* que descrevem a criação de produtos para esse contexto, todas preocupadas com o uso de formas mais adequadas de conceber novos estilos de interação. Levando em consideração as expectativas do usuário, Norman & Draper (1986), Eronen (2004), Lamont (2003) adotam o paradigma de Design Centrado no Usuário para concepção de produtos para TVD, fazendo uso também de técnicas de pesquisa qualitativa.

Entretanto, pesquisadores como French e Springett (2003), acreditam que o uso de metáforas e análise semiótica sejam a melhor forma de mapear requisitos para projetos de interfaces aceitáveis, pelo fato de tratar-se de uma tecnologia nova para a grande maioria dos usuários finais. Dessa forma, busca-se através da compreensão de meios já consolidados, como o celular e a TV analógica, estratégias para adaptar estilos de interação para a TVD.

Por outro lado, Konstantinos Chorianopoulos (2004) critica a ênfase que é dada aos aspectos técnicos e computacionais pelas pesquisas de IHC (*Interactive Human-Computer*) tradicionais, que acabam deixando de lado aspectos relacionados ao conteúdo televisivo. Ele apresenta um modelo conceitual que realmente vê o usuário de TVD como um telespectador e aborda os conflitos de interesse existente entre emissoras, consumidores, desenvolvedores de aplicações e produtores de conteúdo.

Além desse conjunto de perspectivas, neste trabalho defende-se a idéia de adotar uma metodologia orientada por princípios do Design da Iteração, auxiliada por técnicas de pesquisa qualitativa, abordadas na próxima seção. Em seguida, alguns sistemas correlatos serão analisados, a fim de fornecer aspectos proibitivos ou contribuições relevantes em aplicações de *t-Learning*.

5.1 Ciclo de Design Iterativo

Para um melhor entendimento da metodologia proposta, torna-se necessária uma breve apresentação da tradição de Design da Interação [PREECE *et. al.*, 2002]. Essencialmente, o processo é composto por quatro atividades básicas: Identificação das necessidades dos usuários, desenvolvimento de alternativas de design, construção de versões iterativas (evoluções cíclicas) e avaliação do design. É importante destacar que essas atividades estão inter-relacionadas fornecendo informações umas às outras, podendo ser inclusive repetidas.

O Design Iterativo considera ainda três aspectos chaves do processo, a saber: foco no usuário, definição de metas de usabilidade e iteração. O foco no usuário é central no processo de design, abrindo oportunidades para a participação do usuário dentro do processo. Os critérios de usabilidade devem ser identificados, concordados e documentados no início do projeto e são especialmente importantes no momento da escolha das alternativas de *design*. Por último, a iteração deve estar sempre presente e é por meio dela que se permite o refino baseado em resultados de avaliações de versões intermediárias.

5.1.1 Ciclo de Vida da Metodologia

A metodologia proposta e adotada neste trabalho baseia-se nas quatro principais atividades do Processo de Design Iterativo que por sua vez são compostas por atividades reconhecidamente importantes para a pesquisa de IHC. Por estar baseada em um processo orientado pela pesquisa qualitativa, em todas as fases do ciclo de vida existe um conjunto de métodos de caráter qualitativo que são utilizados para a coleta e análise dos dados.

O processo de pesquisa tem sido bastante beneficiado pelo emprego de métodos quantitativos para explicar e descrever os fenômenos [NEVES, 1996]. Recentemente, porém, com a preocupação de melhor compreender os fenômenos sociais, uma abordagem de pesquisa vem sendo considerada cada vez mais freqüentemente: a pesquisa qualitativa. Apesar de alguns estudos diferirem entre si quanto ao método, à forma e aos objetivos, a pesquisa qualitativa está preocupada em compreender os componentes de um sistema complexo de significados e tem por objetivo traduzir e expressar o sentido dos fenômenos do contexto social.

A concepção de novos produtos interativos destinados a classes de usuários tão diferentes como na televisão, envolve a compreensão de tais fenômenos. Usuários realizam atividades no seu dia-a-dia utilizando processos cognitivos que explicam como eles conduzem essas atividades e como eles aprendem. Compreender esse tipo de conhecimento não é bem

realizado pela abordagem quantitativa que está mais preocupada em seguir planos estabelecidos e baseados em hipóteses do que em tentar chegar a essas hipóteses. A pesquisa qualitativa busca primeiro entender os fenômenos sob a ótica dos participantes da situação estudada e, só então, dá a sua interpretação dos fenômenos estudados [NEVES, 1996]. Assim, na pesquisa qualitativa obtém-se maior riqueza de informações a partir da percepção do comportamento e das necessidades dos potenciais usuários. Isso reforça a adequação do método qualitativo no processo de pesquisa de novos estilos e produtos. Uma visão geral do processo é apresentada na Figura 5.1.

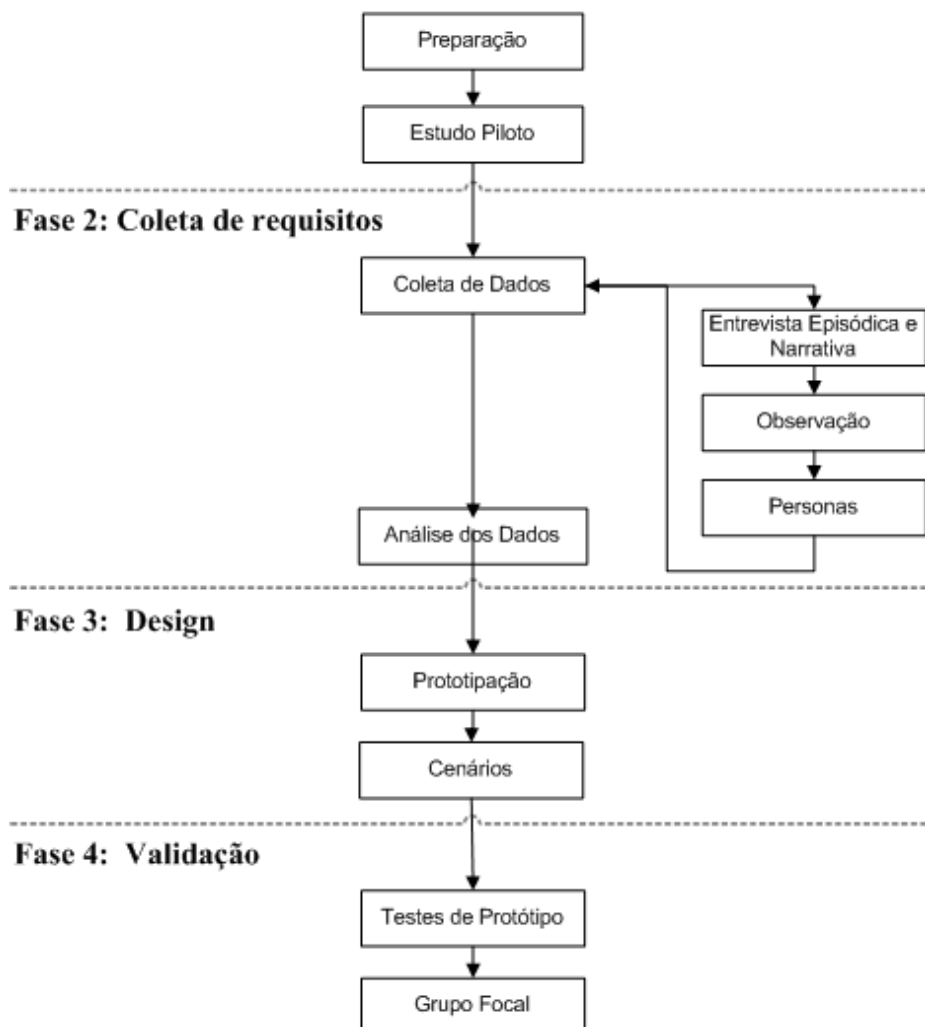
Fase 1: Identificação das necessidades dos usuários

Figura 5.1: Ciclo de Vida da pesquisa baseada na metodologia de Design Iterativo.

O processo tem uma estrutura flexível, portanto, o ciclo metodológico pode ser adaptado a cenários específicos. Em outras palavras, a metodologia pode ser expandida para projetos de maior duração onde a fase de Design necessite ser dividida conforme o processo

original de Design da Iteração. Por outro lado, algumas atividades podem também ser resumidas em projetos de menor duração. A seguir, são descritas brevemente as principais fases da metodologia sugerida e as atividades correspondentes.

FASE 1: Identificação das necessidades dos usuários

A principal motivação para o estudo do usuário reside no fato de que diferentes usuários têm diferentes necessidades e produtos interativos devem ser projetados de acordo com esses desejos e expectativas. Isso exige uma compreensão de quem é o público-alvo do produto ou sistema que está sendo projetado e que tipo de suporte é necessário. O resultado desse processo de elicitação é a base para os requisitos do produto [PREECE *et. al.*, 2002].

Preparação ou planejamento da coleta de dados: Esta é a fase que dá início ao trabalho a ser realizado para concepção do novo produto. A equipe inicia a fase com a definição de um tema a ser abordado, a identificação dos objetivos, a definição do público-alvo, a definição das técnicas que serão empregadas e o desenvolvimento dos instrumentos de coleta necessários para usar as técnicas.

Estudo piloto: Após a escolha das técnicas, é realizado um estudo piloto que funciona como uma pré-validação dos instrumentos de coleta. Durante o desenvolvimento desses instrumentos, simulações são feitas com o objetivo de revisar tais instrumentos e aperfeiçoá-los. Por não serem os instrumentos finais da pesquisa, os dados obtidos neste estudo piloto não são considerados válidos para a pesquisa.

FASE 2: Elicitação de requisitos

Enquanto a fase anterior está mais preocupada com o tema, quais os usuários cujas necessidades serão estudadas e com a escolha das técnicas, a fase de Elicitação de Requisitos está mais focada em executar o estudo e analisar os dados. O resultado final desse processo de elicitação é a base para os requisitos do produto.

Coleta de dados: A coleta de dados tem por objetivo a busca de informações suficientes e relevantes para a definição de um conjunto estável de requisitos [PREECE *et. al.*, 2002]. Usuários são bastante amplos e complexos e a sua compreensão exige métodos adequados para que informações relevantes sejam coletadas. Para essa coleta de dados, utiliza-se uma abordagem qualitativa da pesquisa descrita em Flick (2004), que tem grande aplicabilidade na análise do contexto. Existem várias técnicas e a escolha entre essas várias técnicas depende do tipo de informação que se quer, dos recursos disponíveis, do acesso aos *stakeholders*, entre outras razões. O contexto no qual o produto está inserido também influencia no resultado do estudo.

Entrevista episódica e narrativa: Nesta técnica, busca-se extrair do entrevistado uma série de narrativas de eventos (episódios) relacionados à questão de pesquisa, além de respostas a questões concretas que demandem abstrações e generalizações sobre tais episódios. A entrevista narrativa inicia-se com uma questão gerativa narrativa sobre determinado assunto, a partir da qual o entrevistado irá narrar fatos.

Observação de campo: Há necessidade de obter dados comportamentais não-verbais dos grupos estudados em uma pesquisa qualitativa, ou seja, reações que fogem à consciência do indivíduo e por tal motivo não podem ser obtidos através de entrevista ou narrativa. Por isto, surge a necessidade da coleta de dados visuais e informações diretas do campo de pesquisa. Flick (2004) define vários aspectos acerca dos métodos de observação, mas dentre estes os mais importantes dizem respeito ao posicionamento do observador frente ao objeto de observação. Este autor classifica o observador em quatro perfis: Participante completo, participante como observador, observador como participante e observador completo.

Personas: Este termo refere-se a personagens/usuários fictícios com representações concretas que podem ter um nome, e terem identificadas suas preferências, roupas, ocupações, amigos, animais de estimação, entre outros itens que o definem. Por apresentar características assim definitivas de um personagem, o objetivo de um persona é fazer referência a um público/usuário bem delimitado. Esta técnica permite, portanto, estabelecer qual é o perfil do usuário para o qual determinado produto está sendo desenvolvido. Segundo Nielsen (1993), a técnica de criação de personas ajuda a entender os aspectos sociais e psicológicos dos usuários, o que contribui com um melhor entendimento das motivações que permeiam suas ações. Por estas razões, esta técnica é bastante útil na concepção de produtos que pretendem servir milhões de pessoas.

Análise dos dados: Uma vez que a coleta dos dados tenha sido encerrada, tem início a análise dos dados obtidos. Isso deve ser feito preferencialmente logo após a coleta, uma vez que as informações estão mais novas na mente dos que conduziram a coleta de dados. O objetivo é iniciar a estruturação e o registro dos requisitos.

Várias técnicas podem ser utilizadas, cada uma contribuindo mais enfaticamente em investigar aspectos diferentes dos dados. Alguns aplicativos podem também ser utilizados para análise dos dados. O seu uso amplia significativamente o conjunto final de categorias que podem ser identificadas pelos pesquisadores.

FASE 3: Design

Uma vez que as principais necessidades dos usuários tenham sido identificadas, são iniciadas as atividades de design. O principal objetivo é a busca por idéias que atendam às

necessidades identificadas na fase anterior. Esta atividade pode ainda ser dividida em duas outras sub-atividades, que são: design conceitual, que envolve a criação do modelo do produto; e design físico, que envolve os detalhes do produto, tais como telas e menus.

Com a obtenção dos resultados da coleta e a análise dos dados da etapa anterior, são usadas técnicas de design que possibilitem a criação de versões que permitam a interação do usuário. Em especial, técnicas de prototipagem rápida e de baixa fidelidade permitem avaliar as melhores soluções mesmo antes de o sistema começar a ser implementado. Quanto mais protótipos e iterações, maiores as chances do produto final ser adequado ao público ao qual ele se destina [SNYDER, 2003].

Prototipagem: Para a concepção do produto que atenda aos requisitos estabelecidos, faz-se uso intensivo de protótipos. Estes artefatos podem ser construídos em papéis, ou até modelos digitais próximos do produto final. Protótipos permitem que os usuários interajam com um modelo de menor fidelidade que o produto final e possam expor suas primeiras percepções sobre o que está sendo desenvolvido.

Cenários: Outra alternativa para auxiliar na concepção do design é o uso de cenários. Cenários podem ser utilizados para explicar situações de trabalho existentes ou para expressar situações imaginadas, servindo dessa forma para verificar o uso dos modelos conceituais propostos até então e seu uso nesses cenários [PREECE *et. al.*, 2002]. Bødker (2000) identificou quatro papéis onde cenários têm sido sugeridos: como uma base para o design completo, para implementação técnica, como um meio de cooperação dentro de equipes de design e como base de comunicação em uma equipe multidisciplinar.

FASE 4: Avaliação do Design

Esta fase compreende a preparação, aplicação e análise de testes de usabilidade a serem realizados em diferentes versões dos protótipos em desenvolvimento. Estes testes permitem verificar se o produto atende a um conjunto de critérios de usabilidade e experiência anteriormente estabelecida do usuário [NIELSEN, 1993].

Nesta fase, testes são realizados nas versões intermediárias ou finais geradas como resultado das etapas anteriores. As alternativas de design propostas são confrontadas em relação ao atendimento das necessidades do usuário. Por ser um processo iterativo, os protótipos evoluem nas fases de Design e Avaliação em um ciclo iterativo de design-avaliação e re-design [PREECE *et. al.*, 2002], isto é, protótipos concebidos na fase de Design passam à fase de Avaliação onde são testados, e podem retornar à fase de Design para a correção e aprimoramento. Os vários protótipos desenvolvidos podem também ser mesclados em um único produto mais completo do que as suas partes.

A avaliação dos protótipos também é realizada a partir de técnicas da pesquisa qualitativa. Algumas técnicas utilizadas e recomendadas por sua aplicabilidade no contexto de TVD são: observação direta dos usuários, observação indireta (através de diários, por exemplo) e entrevistas de grupo (*focus groups*). Apesar de existirem várias técnicas, no caso de TVD, as práticas envolvendo o consumo da televisão podem estar bastante implícitas no comportamento de uma pessoa e, portanto, técnicas apropriadas para obter informações nesse contexto precisam ser escolhidas. Por isso, observações contribuem no entendimento desse comportamento implícito e entrevistas de grupo são mais apropriadas que individuais, pois permitem que várias pessoas opinem e corrijam umas às outras.

5.2 Sistemas Correlatos

Nesta seção são abordadas algumas iniciativas de aplicações educativas para a plataforma de TV Digital, com suas respectivas características, funcionalidades e contribuições. Estas aplicações em *T-Learning* podem variar em muitos aspectos, como por exemplo, o público alvo, recursos utilizados, mídias exploradas, níveis de interação e as metodologias aplicadas.

5.2.1 Portal para Aplicações Colaborativas

O projeto InteraTV [ANDREATA, 2006], desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Catarina, apresenta um portal para TVD que emprega aplicações colaborativas na área educacional, propondo seu uso em um cenário de ensino a distância (Figura 5.2). Utiliza o ambiente de desenvolvimento do padrão do *middleware* europeu, o MHP, baseado na linguagem Java.

Este portal contribui com a idéia de agrupar em único portal educacional várias outras aplicações interativas, exibidas em paralelo ao conteúdo principal televisivo. Porém, por necessitar de um canal de retorno, reduz o público atingido apenas àqueles que possuem acesso à Internet e equipamento específico. Além disso, em algumas situações, como em um bate-papo (*chat*), requer que o usuário insira símbolos alfa-numéricos; tarefa não-trivial quando se utiliza apenas um controle remoto, principalmente para usuários não familiarizados com este estilo de interação.



Figura 5.2. Protótipo do InterTV com aplicação de *chat* e *teletexto* em execução.

5.2.2 Educação para Crianças

O canal CBeebies, da emissora BBC do Reino Unido [BBC, 2008], disponibiliza um serviço com a finalidade de desenvolver habilidades em crianças com idade entre 3 e 5 anos. Enquanto a programação televisiva é apresentada na TV, no caso um programa infantil, a criança pode acessar uma série de atividades interativas como, por exemplo, reconhecimento de cores e de caracteres, conforme Figura 5.3.

Esta aplicação ilustra a clara delimitação do público alvo, no caso crianças, o que obriga um rigoroso estudo dos estilos de interação e qualidade da usabilidade, para torná-la intuitiva e atraente para seu público.

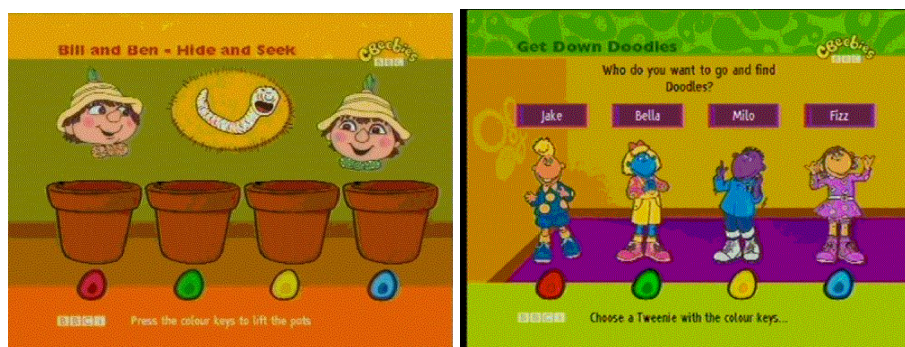


Figura 5.3. Aplicações educativas para crianças na TVD

5.2.3 Reforço Escolar

O Sistema de Televisão Interativa KIT (Kingston Interactive Television) [KIT, 2004], em parceria com a emissora BBC [BBC, 2008], disponibiliza um canal interativo dedicado ao reforço escolar. O estudante que acessar este serviço pode enviar, através do *Set-Top-Box* (STB), mensagens com dúvidas para uma equipe de professores, que são resolvidas durante a programação televisiva (Figura 5.4).

Embora seja bastante útil para o estudante, levanta uma questão, vinda do contexto televisivo: como dar conta de uma demanda crescente de estudantes que utilizam esta aplicação, na faixa dos milhares? Além disto, exclui os estudantes que não possuem acesso à Internet de participarem do envio de dúvidas.

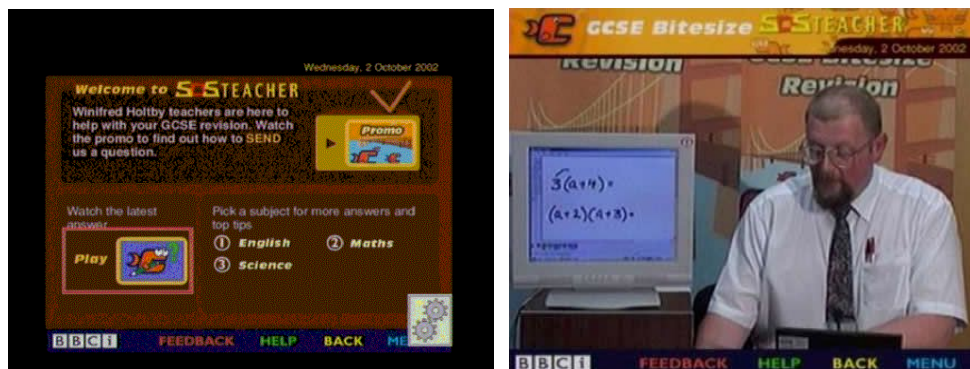


Figura 5.4. Reforço Escolar através da TVD.

5.2.4 Portal de Conteúdo Educativo

O protótipo desenvolvido por Waisman (2006), na Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo, propõe o desenvolvimento de um portal educacional, na forma de um “saiba mais” que reúne alguns tipos de objetos de aprendizagem, conforme Figura 5.5.

O ponto forte deste protótipo é o fato de que ele foi concebido baseado em um estudo sobre usabilidade para aplicações educativas, no contexto da TVD. Entretanto, limita os tipos de objetos de aprendizagem que podem ser utilizados; não redimensiona o conteúdo televisivo principal, fazendo com que o conteúdo interativo o sobreponha quase que totalmente; e não aborda aspectos técnicos relacionados ao ambiente de desenvolvimento.



Figura 5.5. Saiba Mais Interativo.

5.2.5 Informação sobre saúde

O projeto Living Health do NHS Direct [NHS DIRECT, 2008], no Reino Unido, disponibiliza aos seus assinantes um serviço que disponibiliza informações sobre vários aspectos dos cuidados de saúde através da TV. A maior parte da informação está na forma de menus e é de fácil utilização (Figura 5.6). Além de obter informações acerca de cuidados com a saúde, é possível também marcar consultas com um médico local.



Figura 5.6. Living Health: Informações sobre saúde na TV.

5.2.6 Enciclopédia na TV

O Sistema de Televisão Interativa NTL [NTL, 2008] disponibiliza para os seus assinantes uma Enciclopédia contendo um sistema de busca que facilita a pesquisa de assuntos. Esta aplicação disponibiliza também um sistema como várias questões para serem respondidas pelos telespectadores, em diferentes áreas, como Matemática, Biologia, Química e Física. Após o usuário responder uma determinada questão, é apresentado ao telespectador um material didático explicando a resposta correta (Figura 5.7).

Este tipo de aplicação vai de encontro a uma das limitações do contexto televisivo, o uso de textos. Este recurso que deve ser utilizado com bastante cuidado, para evitar que a aplicação não se torne cansativa ou evitar que a informação textual torne-se ilegível. No Capítulo 3, de acordo com os principais *guidelines*, foi visto que o número máximo de palavras não pode passar de 90, e o tamanho da fonte não pode ser menor do que 18 pontos.

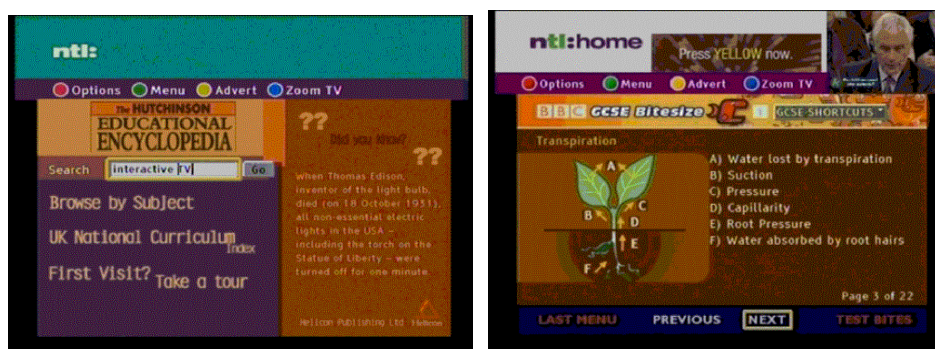


Figura 5.7. Interfaces da Enciclopédia do NTL.

5.3 Levantamento de Requisitos

Durante o período de desenvolvimento junto ao projeto Amadeus LMS, foi feita uma série de questionamentos: “Seria possível estender algumas funcionalidades deste LMS para a TVD? Se sim, quais os serviços oferecidos? Qual a melhor forma de oferecer este produto ao maior número de pessoas?” Este problema foi então aos poucos sendo respondido através de:

- Reuniões com os coordenadores do projeto, professores e demais colaboradores;
- Experiência com as extensões atuais do Amadeus LMS (Web e Mobile);
- Análise de sistemas correlatos;
- Entrevistas com usuários;
- Análise das tecnologias envolvidas em um sistema TVD;
- Estudo das particularidades de usabilidade no contexto da TVD; e
- Análise de recursos educacionais adaptáveis à realidade da TVD.

O resultado desta pesquisa resultou em um conjunto de requisitos, que deu origem ao sistema Amadeus-TV. Requisitos de um sistema descrevem os serviços oferecidos e suas restrições [SOMMERVILLE, 2007]. Eles estão normalmente classificados em dois tipos: Requisitos funcionais e não funcionais.

5.3.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais referem-se aos serviços e funcionalidades que um sistema deve disponibilizar. Em alguns casos, também podem descrever comportamentos que o sistema não deve fazer. No Quadro 5.1 estão descritos os principais requisitos funcionais do sistema Amadeus-TV.

Quadro 5.1. Requisitos Funcionais do Sistema Amadeus-TV.

ID	Requisito	Descrição
RF01	Relacionar programas televisivos e cursos	Uma vez que este processo for iniciado, os Programas Televisivos são periodicamente associados aos cursos do Amadeus-LMS.
RF02	Registrar instância do Amadeus-LMS no Núcleo Amadeus-TV	Permitir que instâncias do Amadeus-LMS sejam registradas no Núcleo Amadeus-TV. Criar ID único, e senha numérica, para cada usuário das instâncias recém cadastradas.
RF03	Remover instância do Amadeus-LMS do Núcleo Amadeus-TV	Permitir que instâncias do Amadeus-LMS sejam removidas do Núcleo Amadeus-TV.
RF04	Adicionar aplicação interativa ao Portal Amadeus-TV	Permitir que aplicações interativas sejam cadastradas na base de dados do Núcleo Amadeus-TV gerando um ID único para cada uma.
RF05	Buscar aplicações interativas cadastradas no Portal Amadeus-TV	Permitir a busca das aplicações interativas cadastradas no Núcleo do Amadeus-TV.
RF06	Remover aplicação interativa do Portal Amadeus-TV	Permitir que aplicações interativas sejam removidas da base de dados do Núcleo Amadeus-TV.
RF07	Relacionar aplicação interativa a programa televisivo	Permitir que as aplicações interativas cadastradas sejam associadas aos programas da grade de programação.
RF08	Carregar grade de programação	Permitir que programas televisivos sejam armazenados na base de dados do Núcleo Amadeus-TV.
RF09	Consultar informações do programa televisivo corrente	Disponibilizar informações detalhadas do programa televisivo atual no Portal Amadeus-TV.
RF10	Acessar aplicações interativas anexadas ao Portal Amadeus-TV	Disponibilizar aplicações interativas dentro do Portal Amadeus-TV.
RF11	Consultar informações dos programas televisivos organizados por assunto	Disponibilizar, através do Portal Amadeus-TV, programas televisivos (e informações relacionadas) organizados de acordo com os assuntos tratados.
RF12	Consultar informações dos programas televisivos relacionados aos cursos do usuário, no Portal Amadeus-TV	Disponibilizar, através do Portal Amadeus-TV, programas televisivos recomendados de acordo com os cursos que o usuário está matriculado no LMS.
RF13	Consultar informações dos programas televisivos relacionados aos cursos do usuário, no Portal Web do Amadeus-LMS	Disponibilizar, através do Portal Web do Amadeus-LMS, programas televisivos recomendados de acordo com os cursos que o usuário está matriculado no LMS.
RF14	Consultar informações dos programas televisivos relacionados aos cursos do usuário, no Portal Mobile do Amadeus-LMS	Disponibilizar, através do Portal Mobile do Amadeus-LMS, programas televisivos recomendados de acordo com os cursos que o usuário está matriculado no LMS.
RF15	Receber mensagens de texto no celular com lembretes de programas recomendados	Sistema envia mensagens de texto ao celular do usuário com lembretes sobre os próximos programas televisivos recomendados de acordo com os cursos que ele está matriculado no Amadeus-LMS.
RF16	Consultar dados de acesso aos serviços individualizados do Amadeus-TV, através do Portal Web do Amadeus-LMS	Disponibiliza, através do Portal Web do Amadeus-LMS, ID e senha, usados no Portal Amadeus-TV para acessar serviços individualizados dos usuários do LMS.
RF17	Consultar dados de acesso aos serviços individualizados do Amadeus-TV, através de mensagem de e-mail	Sistema envia mensagem de e-mail contendo ID e senha, usados no Portal Amadeus-TV para acessar serviços individualizados dos usuários do LMS.

O diagrama de Casos de Uso da Figura 5.8 ilustra as funcionalidades fornecidas pelo sistema Amadeus-TV de uma forma mais amigável, do ponto de vista dos usuários.

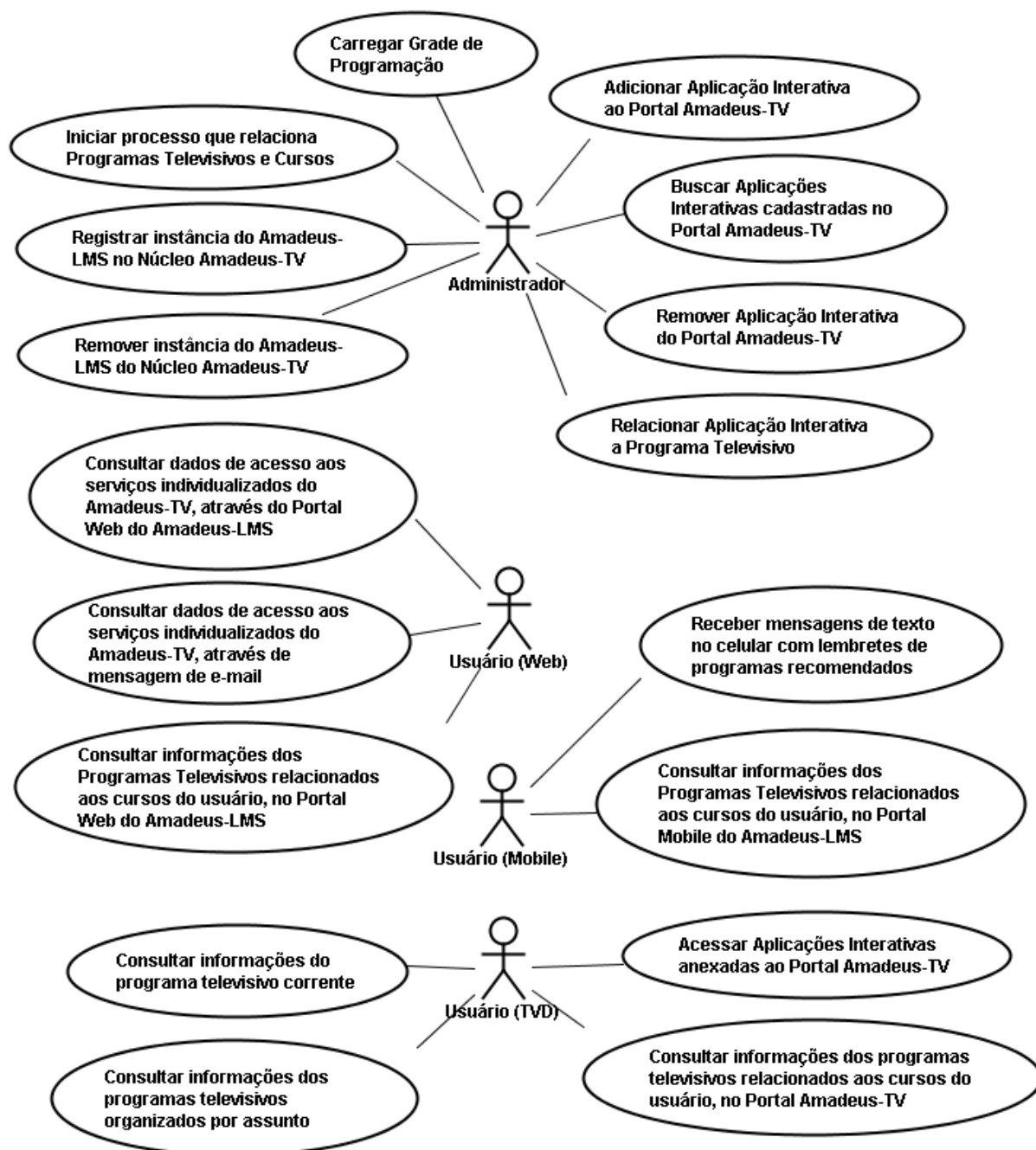


Figura 5.8. Diagrama de Casos de Uso que ilustra as principais funcionalidades do Sistema Amadeus-TV.

5.3.2 Requisitos não-funcionais

Os requisitos não funcionais estão relacionados às restrições sobre os serviços oferecidos pelo sistema. Normalmente, estes tipos de requisitos aplicam-se ao sistema como um todo, e não a serviços individuais. No Quadro 5.2 estão descritos os principais requisitos não funcionais do sistema Amadeus-TV.

Quadro 5.2. Requisitos Não-Funcionais do Sistema Amadeus-TV.

ID	Requisito	Descrição
RNF01	Popularização pela Compatibilidade	O desenvolvimento do Projeto Amadeus-TV deve ter a preocupação constante de evitar fazer uso de recursos técnicos que limitem sua popularização e difusão. Em outras palavras, deve utilizar recursos que estejam presentes na versão mais simples do <i>Set-Top-Box</i> (contendo o <i>Middleware</i> Ginga), sem necessitar de aparatos extras. Este requisito é originado da preocupação em utilizar a TVD no combate à exclusão social e digital.
RNF02	Preocupação com a Usabilidade	Por se tratar de uma tecnologia recente e por atingir as mais diversas classes sociais, as interfaces gráficas, presentes no projeto Amadeus-TV, devem ser intuitivas e atraentes aos usuários. Deve-se também seguir as recomendações e <i>guidelines</i> do desenvolvimento de aplicações para TVD.
RNF03	Privacidade	Os dados transferidos nas transações do sistema não devem conter informações pessoais que comprometam a privacidade dos usuários.
RNF04	Tempo de Resposta	O desempenho das aplicações para TVD não deve resultar em tempo de resposta maior que 1 segundo. Se isso acontecer, mostrar algum aviso para o usuário, mas não permitir um tempo de resposta maior que 10 segundos.

5.4 Prototipagem

A Engenharia de Software tradicional tem construído sistemas focados nas funcionalidades. Mesmo as metodologias mais conhecidas, como RUP (*Rational Unified Process*), caracterizam-se por um “processo centrado na arquitetura” e “dirigido a casos de uso” [SOMMERVILLE, 2007]. Entretanto, é necessária uma mudança de foco, do sistema (tecnológico) para o usuário (humano), pois é este quem realmente irá usar e avaliar o produto final. Essa preocupação, diferente do que é imaginado, não desperdiça tempo nem dinheiro, pelo contrário, evita que o código seja constantemente modificado, ou no pior caso, o produto ser rejeitado pelos usuários (devido a requisitos mal identificados) [AZEVEDO, 2005].

No ciclo de vida da metodologia de Design Iterativo, o processo de prototipagem é uma prática recomendada para o levantamento de requisitos e avaliação do sistema, mesmo nas fases iniciais do projeto. A intenção desta atividade é evitar que erros referentes a aspectos de usabilidade, como navegabilidade e consistência, se propaguem para as demais fases do projeto [PREECE *et. al.*, 2002].

Este processo de prototipagem, na concepção do portal Amadeus-TV, foi realizado em duas fases: prototipagem de baixa fidelidade e prototipagem de alta fidelidade.

5.4.1 Protótipos em papel de baixa fidelidade

No início do projeto, os requisitos ainda estão sendo estabelecidos, e são constantemente modificados. Além destes requisitos funcionais, os requisitos não-funcionais, relacionados aos aspectos de usabilidade e motivação, precisam também ser avaliados.

Primeiramente, para entender como seria a distribuição dos componentes gráficos e navegabilidade, que representam as funcionalidades do sistema, fez-se uso da prototipagem rápida em papel. Esta técnica mostrou-se útil nas fases iniciais de concepção do produto, pois possibilitou avaliar diferentes configurações de interfaces gráficas, descartando com antecedência aquelas que não se encaixavam no contexto de interfaces para TVD, de acordo com os *guidelines* consultados e abordados no Capítulo 3. Assim, foi possível evitar inconsistências e ambigüidades, que se fossem deixadas para serem avaliadas posteriormente, através de artefatos digitais, consumiriam um maior esforço na correção.

5.4.2 Prototipagem de alta fidelidade

Após o estabelecimento do esboço dos componentes de interface gráfica, através da prototipagem rápida em papel, seguiu-se para o segundo passo, que foi reproduzir estes protótipos em computador de forma que se aproximassem da realidade, e conseqüentemente, do produto final.

O benefício desta fase foi o melhor entendimento de como seria a distribuição dos componentes gráficos, que agora estavam sendo representados respeitando as proporcionalidades, o que não acontecia de forma exata nos protótipos em papel. Além disto, foi possível identificar ambigüidades relacionadas à navegabilidade, que poderiam causar desconforto ao usuário.

Estes protótipos foram desenvolvidos utilizando a ferramenta Adobe Flash [ADOBE, 2008] e alguns dos componentes gráficos foram obtidos do projeto Crystal [CRYSTAL PROJECT, 2008]. As recomendações de interface utilizadas foram as mesmas levantadas pelos *guidelines* vistos no Capítulo 3.

5.5 Resultados Parciais

A seguir são apresentadas as telas do protótipo inicial do portal Amadeus-TV. Estas telas refletem algumas das funcionalidades levantadas nos requisitos do sistema, e serão explicadas agora com mais detalhes.

Primeiramente, para ter uma idéia geral das telas que compõem este portal, para a plataforma de TVD, é descrito o mapa de navegação, representado por um diagrama de estados, como pode ser visto na Figura 5.9.

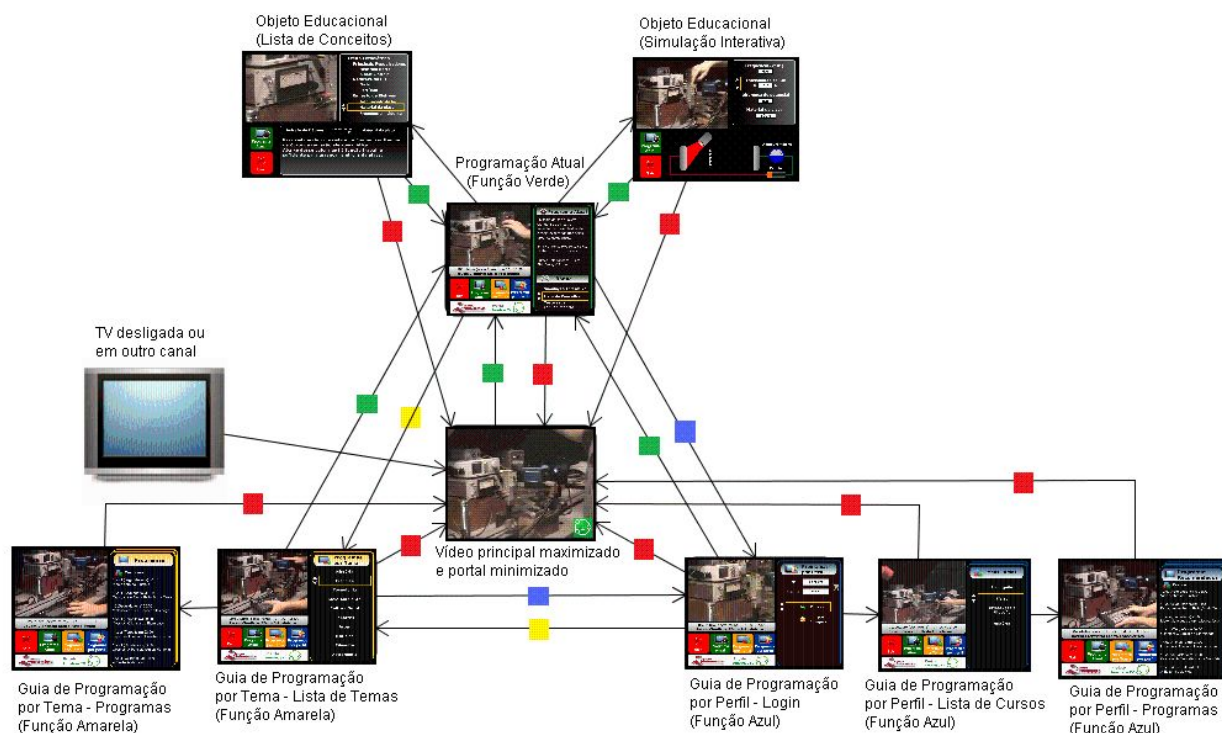


Figura 5.9. Mapa de navegação das telas do portal Amadeus-TV.

Observa-se que as transições entre as funcionalidades principais são feitas utilizando os botões coloridos do controle remoto, como segue:

- Botão Verde – detalhes da programação televisiva atual;
- Botão Amarelo - guia de programação por tema;
- Botão Azul - guia de programação por perfil do usuário; e
- Botão Vermelho - sair da aplicação.

A interação e transições internas a cada uma dessas funcionalidades principais são feitas utilizando as teclas direcionais do controle remoto, evitando que o usuário tenha que mudar o foco entre a tela da TV e o controle remoto várias vezes. Esta preocupação reflete no que foi estudado no Capítulo 3, que trata das questões de usabilidade, que é um dos requisitos não funcionais especificados.

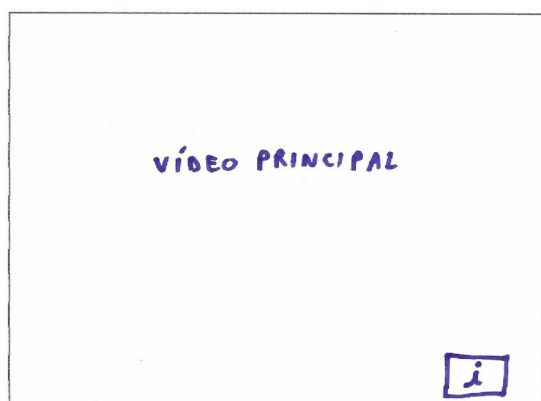
Outra característica, que garante a qualidade da navegação do usuário, é a noção clara da sua localização na aplicação. Isto é colocado em prática fazendo uso de cores padrão, adotadas em cada conjunto de telas que pertençam à mesma funcionalidade. Por exemplo, as

telas referentes ao Guia de Programação por Perfil do Usuário adotam o azul como cor padrão em seus componentes, pois foi o botão azul do controle remoto que foi utilizado para acessar esta funcionalidade. Entretanto, neste exemplo há três telas envolvidas; logo, a idéia de localização interna a uma funcionalidade é feita através do recurso visual de sobreposição de painéis. Estas soluções podem ser conferidas na Figura 5.10.



Figura 5.10. Detalhes no uso de padrões de cores e painéis sobrepostos.

Seguindo o mapa de navegação, anteriormente visto na Figura 5.9, no início, quando o usuário acaba de sintonizar no canal, o fluxo televisivo principal é exibido em tela cheia e a aplicação do portal interativo, permanece minimizada, sendo indicada apenas por um ícone no canto inferior direito da tela, como pode ser visto na Figura 5.11.



(a)



(b)

Figura 5.11. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: conteúdo televisivo maximizado e portal minimizado.

Após o usuário pressionar o botão verde do controle remoto, que é indicado pelo ícone verde, o conteúdo televisivo é redimensionado para um quarto da tela, posicionando-se no primeiro quadrante. Ao mesmo tempo, o portal interativo é maximizado, ocupando os demais três quadrantes. Nesta tela (Figura 5.12), além dos botões coloridos, que indicam o acesso a

outras telas funcionais, é possível obter **informações referentes ao programa televisivo atual**, tais como: nome do programa, horário e dia da exibição, sinopse, palavras-chaves e os cursos relacionados (obtidos através da integração com a base de dados do Amadeus LMS). É possível verificar ainda uma lista de aplicações interativas (Objetos de Aprendizagem), na seção “Bônus”, anexadas ao portal, que abordam a mesma temática do conteúdo televisivo atual. O uso da prototipagem em papel neste caso foi indispensável, pois o *layout* teve que ser refeito várias vezes para poder comportar, de forma organizada, todos os componentes necessários, e finalmente, formalizar o estilo de interação.

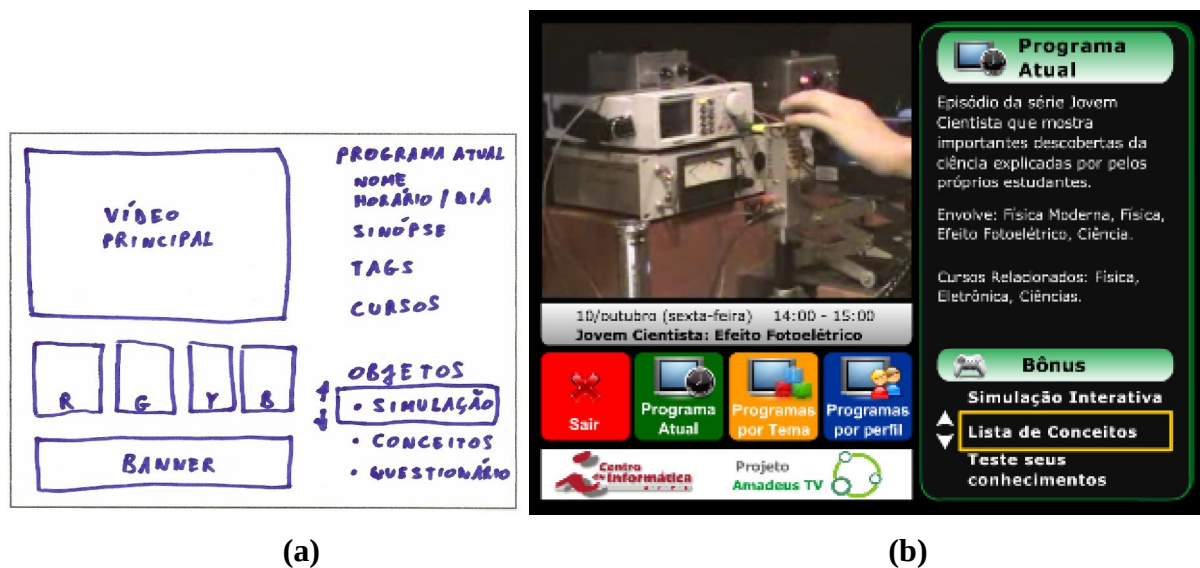


Figura 5.12. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: tela inicial do portal Amadeus-TV.

Anexadas ao portal Amadeus-TV, outras aplicações interativas relacionadas ao conteúdo televisivo corrente (que na interface são chamadas de “bônus”), podem estar disponíveis. Para o estudo de caso, foi idealizado um Objeto Educacional que descreve a simulação do efeito fotoelétrico, fenômeno estudado por Einstein que resultou no prêmio Nobel de Física em 1921 [TAVOLARO *et. al.*, 2002]. Esta aplicação poderia estar sendo disponibilizada, por exemplo, durante a transmissão de um documentário sobre este cientista, ou mesmo sobre as tecnologias atuais, que só puderam ser desenvolvidas graças aos conceitos de Física Moderna.

Uma observação interessante deste estudo de caso é o fato que este objeto de aprendizagem já havia sido anteriormente desenvolvido utilizando a tecnologia Adobe Flash [ADOBE, 2008], direcionada para ser executada em computadores. Portanto, o principal benefício de utilizar, primeiramente, a prototipagem rápida, na concepção deste objeto, foi identificar as diferenças e limitações entre uma versão desenvolvida inicialmente para o

computador (Figura 4.1.) e uma versão para a plataforma de TVD (Figura 5.13). O resultado deste processo foi o *redesign* do estilo de interação e dos componentes gráficos, que precisaram ser adaptados para o contexto televisivo.

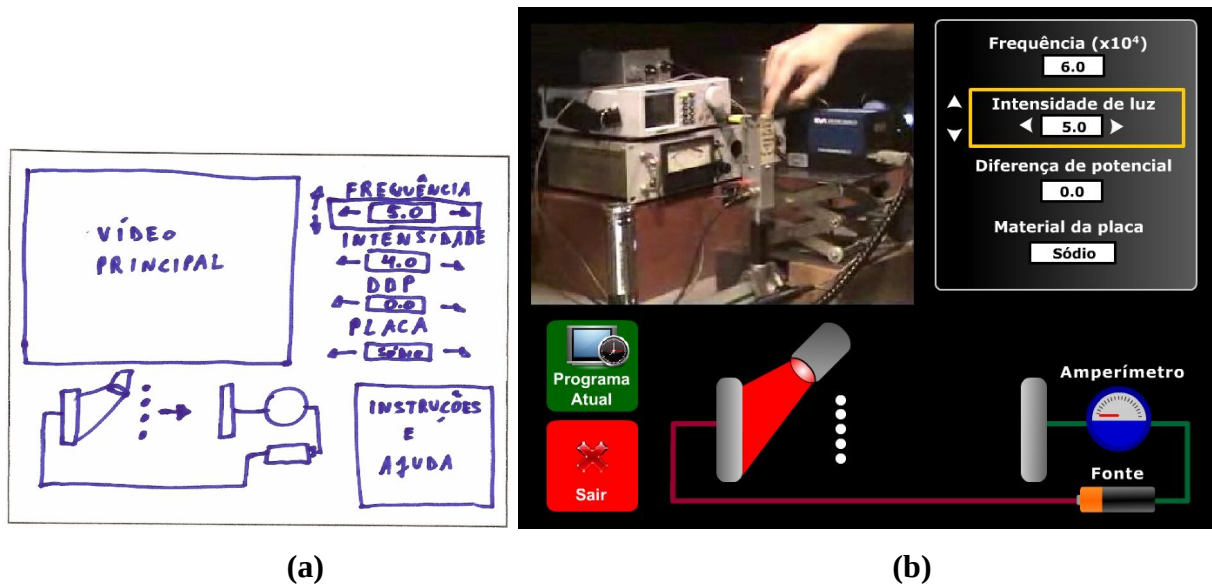


Figura 5.13. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: Objeto de Aprendizagem que simula o experimento do efeito fotoelétrico, para TVD.

Além de simulações e jogos interativos, o usuário pode ter acesso também aos conceitos envolvidos em um destes objetos de aprendizagem, ou que foram exibidos no conteúdo televisivo, através do uso de Mapas Conceituais. Entretanto, por conta das limitações existentes no contexto da TVD, como: baixa resolução do televisor, maior distância entre o usuário e a tela, e por utilizar apenas um controle remoto como dispositivo de interação, foi necessário adaptar a exibição e o estilo de interação deste recurso pedagógico.

A utilização da técnica de prototipagem rápida, neste caso, foi útil para encontrar uma solução que pudesse aproveitar os benefícios dos Mapas Conceituais, de sua versão para computador (Figura 4.2) para o contexto da TVD (Figura 5.14). A solução resultante caracteriza-se por uma Lista de Conceitos, ou Lista Conceitual [MONTEIRO *et al.*, 2008], de fácil navegabilidade, mesmo quando o dispositivo de interação é apenas um controle remoto. Embora organizados de forma linear, os conceitos continuam obedecendo a uma hierarquia de níveis e sua descrição pode ser consultada no painel inferior, tendo inclusive a presença de conectores entre os conceitos; características estas presentes nos Mapas Conceituais tradicionais [MOREIRA, 1983].

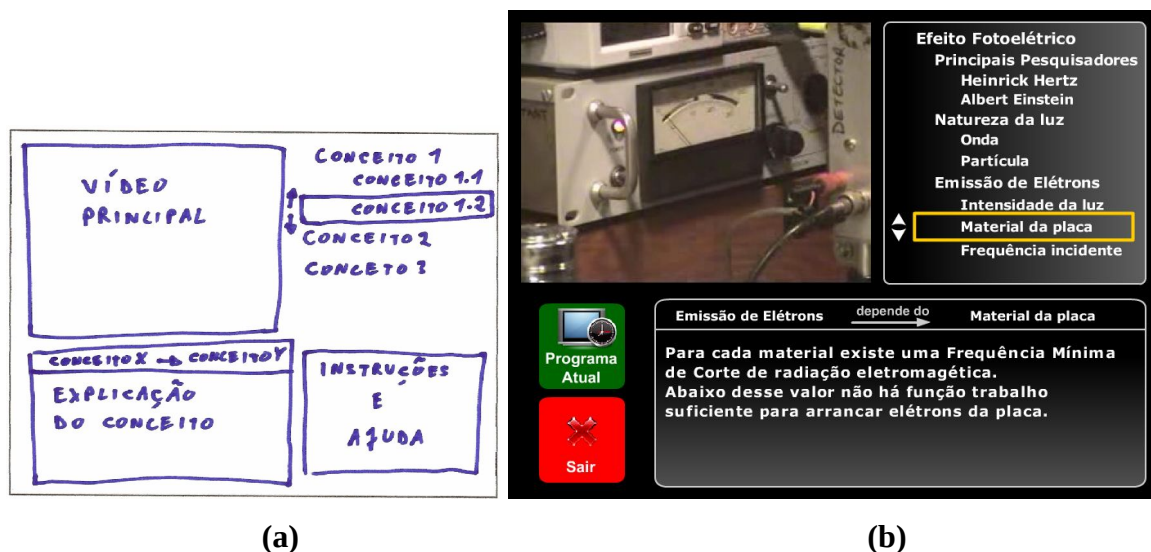


Figura 5.14. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: Mapa Conceitual adaptado ao contexto da TVD, caracterizando uma Lista de Conceitos.

Outra funcionalidade, acessível a todos os usuários (telespectadores) e especificada nos requisitos funcionais, é o desenvolvimento de um **guia de programação baseado no assunto do programa televisivo**. A implementação deste recurso é possível graças aos metadados, tais como palavras-chaves e sinopse dos programas de TV, que são enviados juntamente com o conteúdo audiovisual.

Uma grade de programação pode fazer uso de dezenas de palavras-chaves associadas aos seus programas televisivos. Entretanto, por conta das limitações de visualização e interação do contexto da TVD, a versão atual do portal Amadeus-TV exibe apenas as dez palavras-chaves mais utilizadas, na forma de um menu de itens (Figura 5.15).

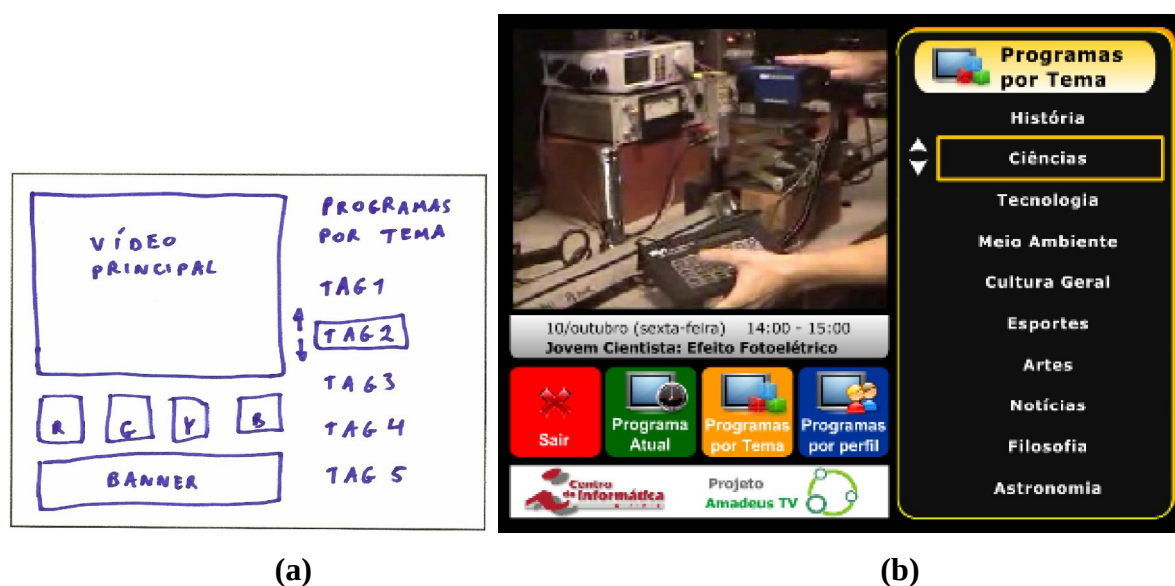


Figura 5.15. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: Lista dos dez assuntos mais frequentes da grade de programação.

Antes de prosseguir, é necessário ressaltar que a estrutura adotada pela implementação do Amadeus-TV, conforme será visto em detalhes no Capítulo 6, possibilitaria também que a programação fosse organizada pela data, hora ou mesmo pelo título do programa. Entretanto, a intenção desta versão inicial do portal é trazer novas possibilidades, como a organização dos programas de acordo com o assunto ou palavras-chaves, o que não impede que em versões futuras um guia de programação tradicional possa ser desenvolvido.

Após selecionar um dos itens do menu de palavras-chaves, um painel sobreposto exibe os programas que mais estão relacionados a ele. As informações referentes a cada programa são: a data (e hora) que será exibido e o nome do programa; sendo a lista ordenada pela data. Este resultado pode ser conferido na Figura 5.16.

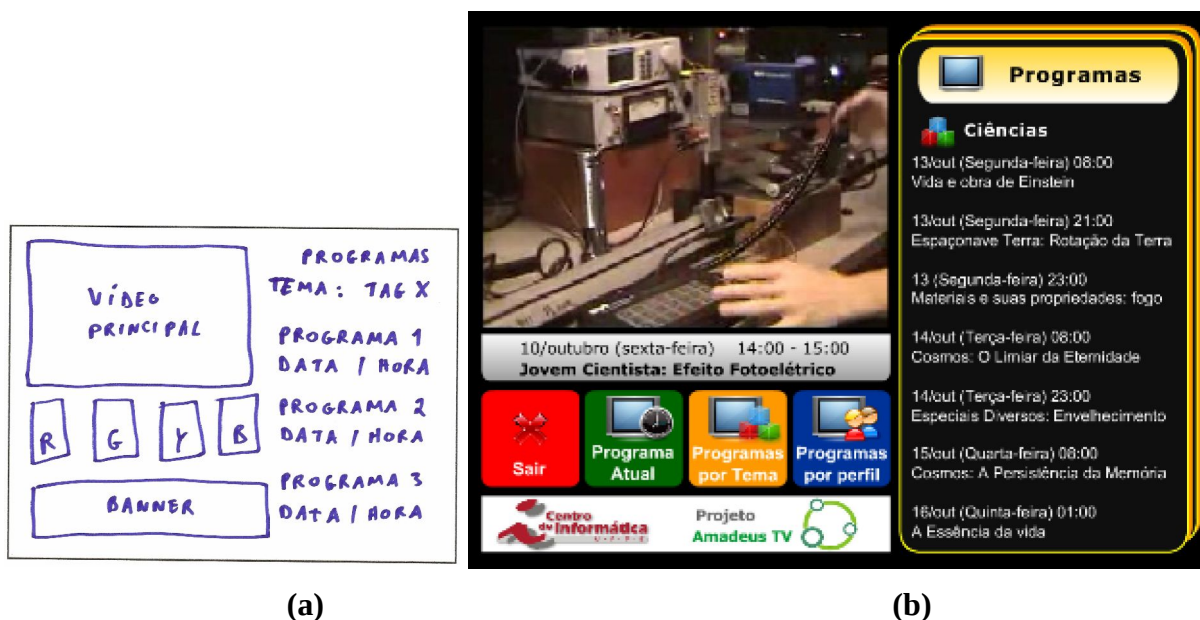
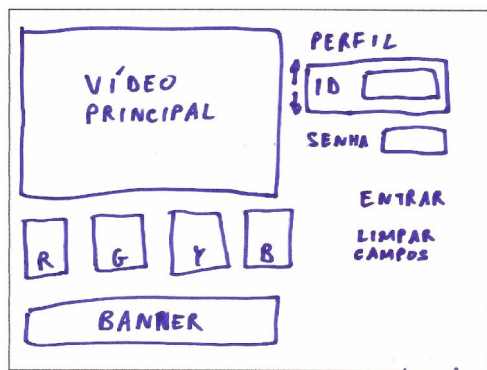


Figura 5.16. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: Lista de programas televisivos relacionados ao assunto escolhido.

Ao pressionar o botão azul do controle remoto o usuário acessa a funcionalidade do **Guia de Programação baseado no perfil do usuário**. Este perfil é originado do cadastro no Amadeus LMS, que além de informações cadastrais, obtém a lista de cursos que este usuário está matriculado. Assim, por necessitar de informações individualizadas, é necessário realizar *login* (Figura 5.17) com ID e senha (compostos apenas por números) gerados pelo sistema e disponibilizados no portal Web do Amadeus LMS e enviados também por e-mail.



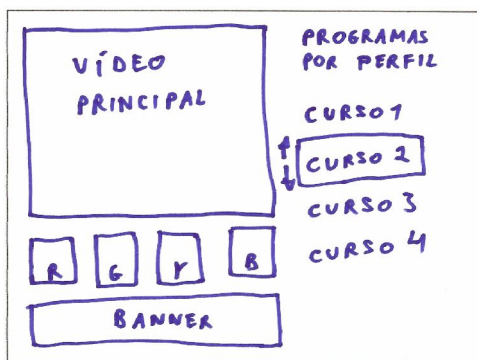
(a)



(b)

Figura 5.17. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: Login de usuário no Portal TVD

Após a aplicação validar o acesso, é exibido um menu de itens composto pelos cursos que o usuário está cadastrado, conforme Figura 5.18.



(a)



(b)

Figura 5.18. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: Lista de cursos do usuário.

Finalmente, depois de escolhido o curso de interesse, será exibida a lista de programas, relacionados ao curso selecionado. As informações referentes a cada programa são: a data (e hora) que será exibido e o nome do programa; sendo a lista ordenada pela data. Este resultado pode ser conferido na Figura 5.19.



Figura 5.19. (a) Protótipo em papel e (b) Protótipo de alta fidelidade: Lista de programas televisivos relacionados ao curso.

Por fim, é importante ressaltar que não foram realizados protótipos relacionados às interfaces Web (Amadeus Web) e Mobile (Amadeus Mobile), por se tratarem de sistemas concebidos e implementados anteriormente, por outros colaboradores. Ou seja, o *layout* e componentes gráficos utilizados são os mesmos adotados pelos padrões originais de cada uma dessas extensões. Os resultados (e as telas) relacionados à integração do sistema Amadeus-TV com estas outras duas plataformas, serão logo mais apresentados no próximo capítulo, que trata dos detalhes de desenvolvimento.

5.6 Avaliação do Protótipo

No cumprimento da metodologia proposta e validação dos componentes de *software* desenvolvidos neste trabalho, foi realizado um experimento controlado, que combinou técnicas de pesquisa quantitativa e qualitativa [FLICK, 2004].

Para o adequado registro e observação da interação do usuário, foi utilizado o laboratório de usabilidade do C.E.S.A.R (Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife) [CESAR, 2008], equipado com espelho translúcido e uma câmera de vídeo. O espelho permite a observação livre do contexto e a câmera registra a expressão facial e fala do usuário durante o teste. O laboratório também foi equipado com um televisor e um receptor de infravermelho ligado ao computador responsável por executar a aplicação. Essa infra-estrutura permitiu que o participante pudesse interagir de forma natural com a aplicação para TVD, fazendo uso do controle remoto, da mesma forma que em um ambiente real.

O experimento foi realizado com cinco participantes. Para cada um deles, antes da interação, foi entregue um questionário para identificação de perfil (Apêndice C). Um resumo do perfil destes participantes pode ser conferido no Quadro 5.3.

Quadro 5.3. Resumo do perfil dos participantes do experimento.

	Participante 1	Participante 2	Participante 3	Participante 4	Participante 5
Idade	25	22	23	25	26
Escolaridade	Superior incompleto	Superior completo	Superior completo	Superior completo	Superior completo
Quantos aparelhos de TV você tem em casa?	4	0	3	4	1
Quantas horas semanais em média você passa assistindo TV?	8	0	12	5	14
Quais tipos de programas televisivos você mais assiste?	Noticiários, programas esportivos, videoclipes, séries	Noticiários (quando estou na casa dos meus pais)	Esportivos, filmes, documentários	Futebol, noticiários	Noticiários e filmes
Possui TV Digital por assinatura? Se sim, quais aplicações interativas você normalmente utiliza?	Sim. Guia de programação, reserva de programas futuros.	Não.	Sim. Guia de programação	Não.	Não.
Há quanto tempo você utiliza o computador?	12 anos	11 anos	10 anos	13 anos	8 anos

Em seguida, após as instruções, o participante iniciou a interação de acordo com tarefas pré-definidas que refletem as funcionalidades principais da aplicação (Apêndice D). Seguindo a estratégia *Think Aloud* [FLICK, 2004], os participantes foram recomendados a falar em voz alta todas as impressões enquanto interagiam com aplicação, que foi devidamente registrado por gravador de voz e câmera de vídeo. Durante esta fase foi registrado pelo pesquisador o tempo total para conclusão das tarefas e observações referentes às reações do participante. Levando em conta a execução das tarefas dos cinco participantes, esta fase teve duração média de 22 minutos.

Ao final desta fase, foi passado a cada um deles um questionário de aceitação (Apêndice E), que contemplou os parâmetros: reação geral, tela, terminologia, aprendizado e gráficos. Para cada um destes parâmetros foi atribuída uma nota, na escala de 1 a 9. A média dos valores atribuídos pelos participantes foi calculada e exibida no Quadro 5.4.

Quadro 5.4. Média das notas do teste de aceitação.

Parâmetros	Média
REAÇÃO GERAL	
Reação geral	7,8
Expectativa	7,2
Motivação	8,2
Dificuldade	7,4
Adequação	8,2
Flexibilidade	7,6
TELA	
Caracteres na tela	7,8
O <i>layout</i> da tela foi útil	7
Quantidade de informação exibida na tela	7,8
Arrumação da informação exibida na tela	7,2
Seqüência de telas	7,8
Próxima tela na seqüência	8
Voltando para a tela anterior	7,2
Progressão do trabalho	7,8
TERMINOLOGIA	
Terminologia relacionada ao trabalho	8,2
Execução de uma tarefa leva a um resultado previsível	8,2
APRENDIZADO	
Início do uso	5,6
Tempo para aprender a usar o sistema	8,4
GRÁFICOS	
Qualidade das imagens	7,8
Cores usadas	8,4
Quantidade de cores	8,4

Logo após a coleta dos dados, foi iniciada a fase de análise, que tem como objetivo estruturar os dados coletados e interpretá-los. Os dados de entrada deste processo são formados pelos seguintes artefatos: questionário de identificação de perfil; observações do pesquisador registradas durante o experimento; transcrição da fala dos participantes durante interação; vídeo do participante; e questionário de aceitação.

De acordo com esta análise, a seguir são listadas as observações feitas pelos usuários organizadas em: pontos a melhorar e pontos positivos. Estas informações serviram de base para as melhorias do protótipo 1 e a conseqüente concepção do protótipo 2.

5.6.1 Pontos a melhorar

Durante o experimento, perceberam-se algumas falhas de usabilidade no protótipo identificadas pelos participantes, conforme segue:

- Para iniciar a aplicação, os usuários tentaram primeiro as teclas "OK", "Menu" e "i" do controle remoto. Eles tiveram dificuldade para entender que era necessário pressionar o botão verde. Foi interessante observar que esta reação foi unânime entre os entrevistados, sendo considerada portanto uma falha gravíssima. Como reflexo desta falha, o parâmetro de avaliação "Início de uso" (Quadro 5.4) resultou em um valor que fica no limite do padrão aceitável;
- Com relação às aplicações anexas, chamadas de "bônus", que no experimento foram: Simulação Interativa (Figuras 5.13) e Lista Conceitual (Figura 5.14), os participantes sentiram falta da presença de um título identificador dentro destas aplicações;
- Para sair de um "bônus" (aplicação anexa), houve confusão sobre qual botão usar, pois o botão "sair" estava saindo da aplicação totalmente, e não voltava para a tela anterior, como era esperado pelo usuário. Esta ambigüidade também foi considerada uma falha grave, pois foi observada durante a interação de todos os participantes;
- Os participantes reprovaram a lista de programas televisivos por blocos (Figuras 5.16 e 5.19), devido à falta de percepção da quantidade de programas na lista. Esta observação não gerou dificuldades na execução das tarefas, mas causou desconforto aos entrevistados.
- Ainda sobre a exibição da lista de programas em blocos, os usuários reclamaram que não era possível selecionar um determinado programa na lista para acessar mais informações sobre ele;
- Outra queixa com relação a esta forma de exibição da lista de programas é o fato de que os programas estavam muito próximos e sem nada que destacasse um do outro. Além disso, não há diferenciação entre as informações de Data/Hora e Título, nas listas de programas.

5.6.2 Pontos positivos

Durante a interação dos participantes com o portal Amadeus-TV, alguns pontos positivos foram unânicos:

- A tela inicial (Figuras 5.12), com informações da programação atual e lista de aplicações anexas, foi considerada agradável e organizada;

- Ótimo uso dos direcionais para menus e botões coloridos para funcionalidades. Depois de alguns minutos interagindo com a aplicação, os participantes não mais olhavam para o controle remoto. O posicionamento dos botões coloridos na mesma ordem em que estão no controle ajudou neste aspecto;
- Uso de cores nos detalhes das telas ajudou na navegabilidade;
- Usuários aprovaram a consulta de programas televisivos de acordo com o assunto, por ser uma forma de organização complementar à tradicional consulta por data e hora;
- O uso de perfil para recomendar programas foi bastante aceito pelos participantes;
- Aceitação, por parte dos participantes, da idéia de usar uma Lista de Conceitos para explicar termos específicos de um determinado programa televisivo;
- Os participantes aprovaram o fato de ter que realizar o *login* apenas uma vez pra acessar seu perfil, pois os dados ficam salvos na aplicação, até que ele mude de canal.

5.7 Resultados do refinamento do protótipo

De acordo a metodologia adotada neste trabalho, baseada no processo de design interativo, a concepção do produto final é incremental e conta com a participação do usuário no refinamento das várias versões deste produto a cada ciclo (ou iteração). Desta forma, com base nos resultados do experimento descrito na seção anterior, deu-se início a uma nova fase de prototipagem que teve com objetivo corrigir as falhas encontradas na versão anterior.

Com certeza, a falha mais crítica da versão anterior estava concentrada na dificuldade em iniciar a aplicação, devido à falta de significado do ícone (Figura 5.11). Com a substituição pelo novo ícone, torna-se clara a relação que há entre a seqüência de cores na tela e no controle, levando o usuário a pressionar a tecla verde em destaque, conforme Figura 5.20.

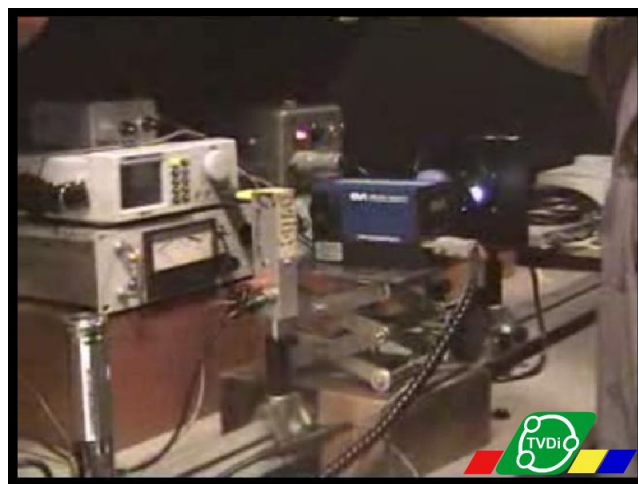


Figura 5.20. Protótipo refinado: mudança do ícone que sinaliza o botão a ser pressionado para iniciar aplicação.

As falhas de usabilidade relacionadas às aplicações educativas anexas, chamadas de “bônus”, também foram corrigidas (Figura 5.21). Primeiro, foi resolvido o problema da ação de voltar para a tela anterior, que havia na versão anterior (Figuras 5.13 e 5.14); a solução foi deixar apenas o botão vermelho ativo e explicitar sua função “voltar”. Em segundo lugar, em ambas as aplicações foram adicionados títulos, no canto superior direito, melhorando a percepção do que está sendo executado no momento.

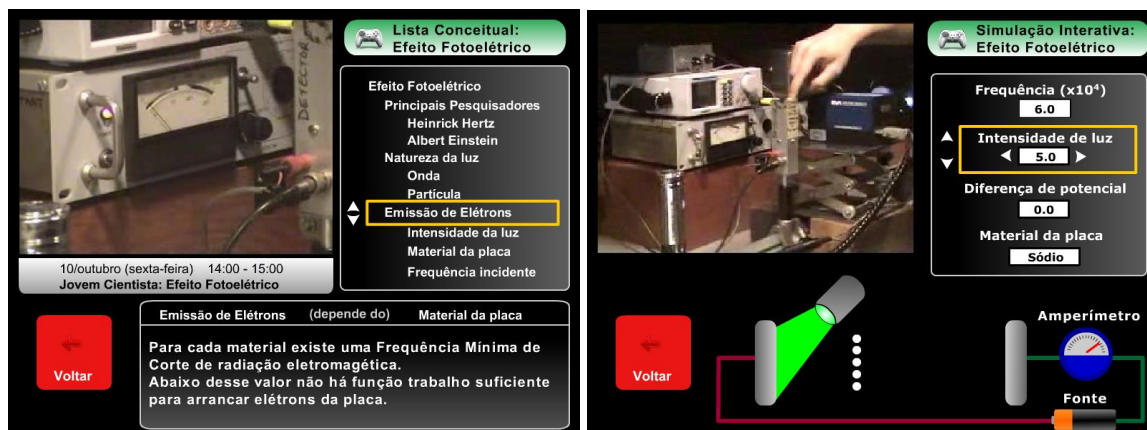


Figura 5.21. Protótipo refinado: correção nas aplicações anexas.

Outra falha grave da versão anterior era a forma de exibição da lista dos programas televisivos por blocos, nas funcionalidades de “Programas por Tema” e “Programas por Perfil”, onde eram exibidos cinco programas de cada vez (Figuras 5.16 e 5.19). A solução adotada foi organizar os programas de acordo com a data, habilitando para isto as setas esquerda e direita do controle remoto. O resultado desta mudança é mostrado na Figura 5.22.



Figura 5.22. Protótipo refinado: correção da lista de programas televisivos.

Por fim, foi dada ao usuário a liberdade de selecionar um programa desta lista para obter informações detalhadas, como a sinopse, palavras-chaves e cursos do Amadeus LMS relacionados, além das informações que já eram exibidas na lista (nome do programa, data e hora de exibição). Esta nova opção é mostrada na Figura 5.23.



Figura 5.23. Protótipo refinado: exibição dos detalhes de programa selecionado.

5.8 Considerações Finais

De acordo com os modelos de processo descritos pela Engenharia de Software, o desenvolvimento de um sistema passa por uma série de etapas e atividades, ou seja, não se faz um *software* complexo de qualidade indo direto para a escrita das linhas de código. Entre as atividades fundamentais, comuns a todos os processos, estão: Especificação e Análise, Projeto, Implementação, Validação e Evolução do Software [SOMMERVILLE, 2007].

Neste capítulo foram vistas as primeiras fases da concepção do sistema Amadeus-TV. A partir dos requisitos (funcionais e não-funcionais) protótipos em papel foram idealizados, e em seguida deram origem a um protótipo de alta fidelidade. Assim, obtendo-se uma versão estável, é feita a validação com usuários reais que não estejam envolvidos com o projeto, realimentando o ciclo do design iterativo. Estas atividades permitem que falhas possam ser corrigidas no início do projeto, evitando desperdício de tempo e recursos.

Entretanto, como pode ser visto nos requisitos, o Amadeus-TV não se resume apenas ao portal que será exibido na TV, através do Middleware Ginga. Foi necessário especificar uma aplicação (chamada aqui de Núcleo do Amadeus-TV), executada no servidor da produtora, que é responsável pela integração com as instâncias do Amadeus LMS, gerência dos materiais educacionais anexados ao portal na TVD, envio dos metadados relacionados à grade de programação, entre outras funcionalidades da camada de negócio do sistema. Além disto, foram adicionadas novas funcionalidades às extensões Amadeus-Web e Amadeus-Mobile deste LMS. Logo, os detalhes envolvidos no desenvolvimento destes requisitos serão vistos no próximo capítulo.

6. Desenvolvimento do Sistema Amadeus-TV

Depois das fases que respondem à pergunta “o que fazer?”, agora é chegado o momento de responder ao seguinte questionamento: “como fazer?”. Nesta fase são introduzidas as tecnologias e questões técnicas envolvidas no desenvolvimento. Neste capítulo, primeiramente será descrita a arquitetura do Amadeus-TV, que fornecerá visão geral do sistema. Em seguida, cada um dos componentes será descrito em detalhes, além das ferramentas e padrões utilizados.

6.1 Arquitetura

A arquitetura do sistema tem o objetivo de ilustrar, em uma visão geral, a distribuição e relacionamento dos componentes de *software* e *hardware* do Amadeus-TV, conforme pode ser visto na Figura 6.1. Para evitar ambigüidade, será utilizado o termo “produtora” como responsável pela geração dos fluxos televisivos (áudio, vídeo e dados), enquanto a “emissora” teria o papel da transmissão por difusão (*broadcast*) dos fluxos provenientes da produtora.

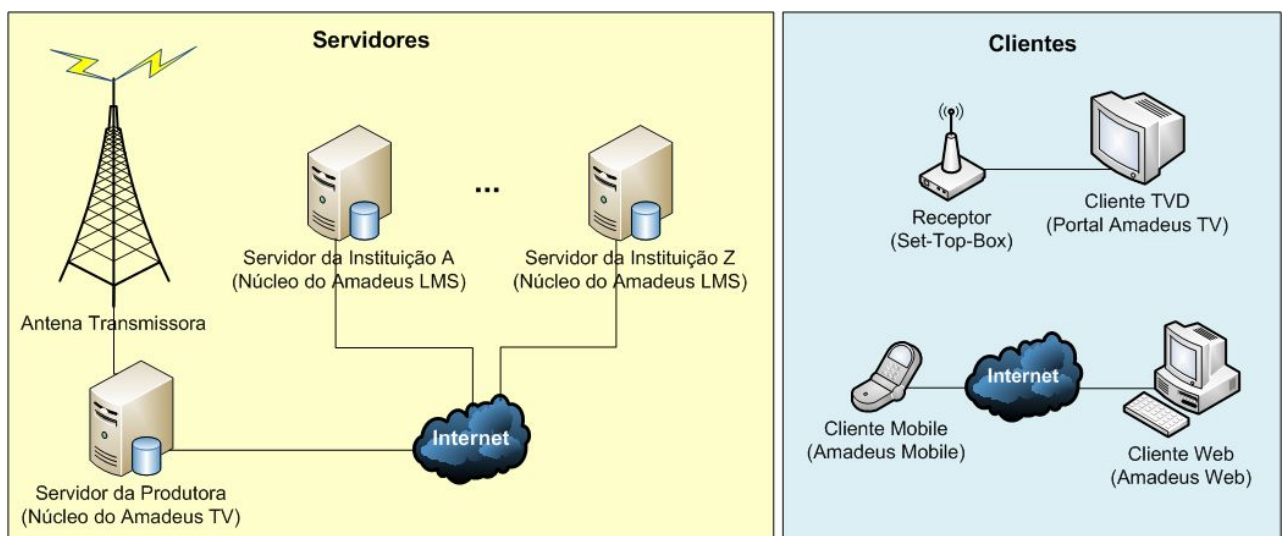


Figura 6.1. Distribuição das bases servidoras e os diferentes tipos de clientes.

Os componentes envolvidos nesta arquitetura são:

- Núcleo do Amadeus-TV (executado no servidor da produtora);
- Núcleo do Amadeus LMS (executado no servidor da instituição que adote este LMS);
- Portal Amadeus-TV (aplicação NCL/Lua executada no Middleware Ginga);
- Portal Amadeus Web (aplicação executada no navegador Web do computador);
- Portal Amadeus Mobile (aplicação executada no navegador Web do dispositivo móvel)

6.2 Aplicação Núcleo do Amadeus-TV

O núcleo principal do Amadeus-TV está localizado no servidor da produtora de conteúdo. O acesso às bases de dados das instâncias cadastradas do Amadeus LMS é realizado através da Internet. Este componente de software oferece os seguintes serviços:

- Carregar grade de programação no formato CSV (*Comma-Separated Values*) que pode ser facilmente manipulado em um editor de planilhas (Figura 6.2). Cada linha representa a descrição de um programa e as colunas devem ser preenchidas na seguinte ordem de atributos: dia, mês, ano, dia da semana, horário de início, horário de fim, título do programa, sinopse, palavras-chaves (separadas por vírgula);
- Gerenciar os recursos educacionais (Figura 6.3), anexados ao portal TVD, que podem ser: objetos de aprendizagem, jogos, listas conceituais e outros tipos de aplicações;
- Gerenciar as instâncias do Amadeus LMS (Figura 6.4) que pretendem estender sua visibilidade através da TVD;
- Integrar a base de dados da produtora com as bases cadastradas das instâncias do Amadeus LMS. Este processo é executado periodicamente e realiza duas atividades:
 - o Combinar as informações dos programas televisivos com os cursos cadastrados nas instâncias do Amadeus LMS. Por exemplo, torna possível associar um programa que trata de Astronomia, a um curso de Física, por exemplo;
 - o Disponibilizar acesso aos usuários cadastrados no Amadeus LMS, de modo a permitir que eles sejam identificados unicamente, e assim possam acessar através da TVD alguns serviços individualizados oferecidos pelo Amadeus-TV. Esse *login* é composto pelo ID da instância do Amadeus-LMS na base da produtora, mais o ID do usuário na base local;
- Transmitir os resultados do processo de integração. Este processo também é executado periodicamente e é feito em duas atividades paralelas:
 - o As informações geradas são enviadas através da Internet, para serem persistidas nas bases de dados das instâncias cadastradas do Amadeus LMS. Isto possibilita que estes dados possam ser exibidos aos usuários através dos portais Web e Mobile;
 - o As informações geradas são escritas em arquivos no formato CSV. Estes arquivos são enviados através da emissora (*broadcast*), que serão posteriormente lidos e seu conteúdo exibido pela aplicação TVD cliente (Portal Amadeus-TV), executada pelo Middleware Ginga

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	13	10	2008	Segunda-feira	06:00	07:00	Curso de línguas: connect with english	Episódio da série Connect With English,	idioma, inglês, english, língua
2	13	10	2008	Segunda-feira	07:00	08:00	O desafio das diferenças nas escolas	Episódio da série O Desafio das Diferenças	educação, pedagogia, ensino
3	13	10	2008	Segunda-feira	08:00	09:00	Física moderna: vida e obra de einstein	Episódio da série Física Moderna, que aborda	universo, astronomia, efeito fotoelétrico
4	13	10	2008	Segunda-feira	09:00	10:00	Connie, a vaquinha	Episódio da série de animação Connie, a vaquinha	animação, infantil, desenho, música
5	13	10	2008	Segunda-feira	10:00	11:00	Sinfalias: serenata em sol maior - mozart	Episódio da série de animação Sinfalias, a orquestra	animação, desenho, música
6	13	10	2008	Segunda-feira	11:00	12:00	Timothy vai à escola: a grande corrida de obstáculos	Episódio da série de animação Timothy, o menino	animação, infantil, desenho, música
7	13	10	2008	Segunda-feira	12:00	13:00	Coisas lá de casa: o lápis e a borracha / a escova e a pasta	Dois episódios da série de animação Coisas Lá de Casa	animação, infantil, desenho, música
8	13	10	2008	Segunda-feira	13:00	14:00	Educadores brasileiros: darcy ribeiro: um vulcão de idéias	Episódio da série Educadores Brasileiros	educadores, educação, biografia
9	13	10	2008	Segunda-feira	14:00	15:00	A história dos números primos: as hipóteses continuam	Episódio, da série A História dos Números Primos	matemática, números, história
10	13	10	2008	Segunda-feira	15:00	16:00	Os impressionistas: claud monet	Episódio da série Os Impressionistas, que aborda	arte, pintura, pintores, obra, impressionismo
11	13	10	2008	Segunda-feira	16:00	17:00	História do brasil por boris fausto: império	Episódio da série História do Brasil por Boris Fausto	história, brasil, historiador, império
12	13	10	2008	Segunda-feira	17:00	18:00	Para entender: os sentidos	Episódio da série Para Entender..., a qual aborda	animação, animações, ciências
13	13	10	2008	Segunda-feira	18:00	19:00	O abecedário de gilles deleuze: c2 - culture, cultura	Episódio da série O Abecedário de Gilles Deleuze	filosofia, filósofo, cultura, sociedade
14	13	10	2008	Segunda-feira	19:00	20:00	Educadores brasileiros: darcy ribeiro: um vulcão de idéias	Episódio da série Educadores Brasileiros	educadores, educação, biografia
15	13	10	2008	Segunda-feira	20:00	21:00	A história dos números primos: as hipóteses continuam	Episódio, da série A História dos Números Primos	matemática, números, história
16	13	10	2008	Segunda-feira	21:00	22:00	Espaçonave terra: semana 2 - rotação da terra	Episódio da série Espaçonave Terra, que aborda	cosmos, universo, astronomia
17	13	10	2008	Segunda-feira	22:00	23:00	Natureza sabe tudo: água e clima	Episódio da série de animação Natureza Sabe Tudo	natureza, meio ambiente, premissa
18	13	10	2008	Segunda-feira	23:00	00:00	Materiais e suas propriedades: fogo	Episódio da série Materiais e suas Propriedades	materiais, cotidiano, física, química
19	13	10	2008	Segunda-feira	00:00	01:00	Lendas da ciência: devir	Episódio da série Lendas da Ciência, em homenagem	ciência, filosofia, conhecer
20	14	10	2008	Terça-feira	01:00	02:00	As plantas: a couve-flor	Episódio da série As Plantas, que, a partir de	botânica, plantas, planta, biologia
21	14	10	2008	Terça-feira	02:00	03:00	Ecce homo: o sagrado	Episódio da série Ecce Homo, que aborda	filosofia, filósofo, cultura, sociedade
22	14	10	2008	Terça-feira	03:00	04:00	Especiais diversos: assembleias escolares	Programa sobre a experiência em uma escola	educação, pedagogia, ensino
23	14	10	2008	Terça-feira	04:00	05:00	A lei da escola: primeiro episódio	Episódio da série A Lei da Escola, que trata de	educação, pedagogia, ensino

Figura 6.2. Arquivo no formato CSV, aberto em um editor de planilha, contendo a grade de programação de uma emissora.

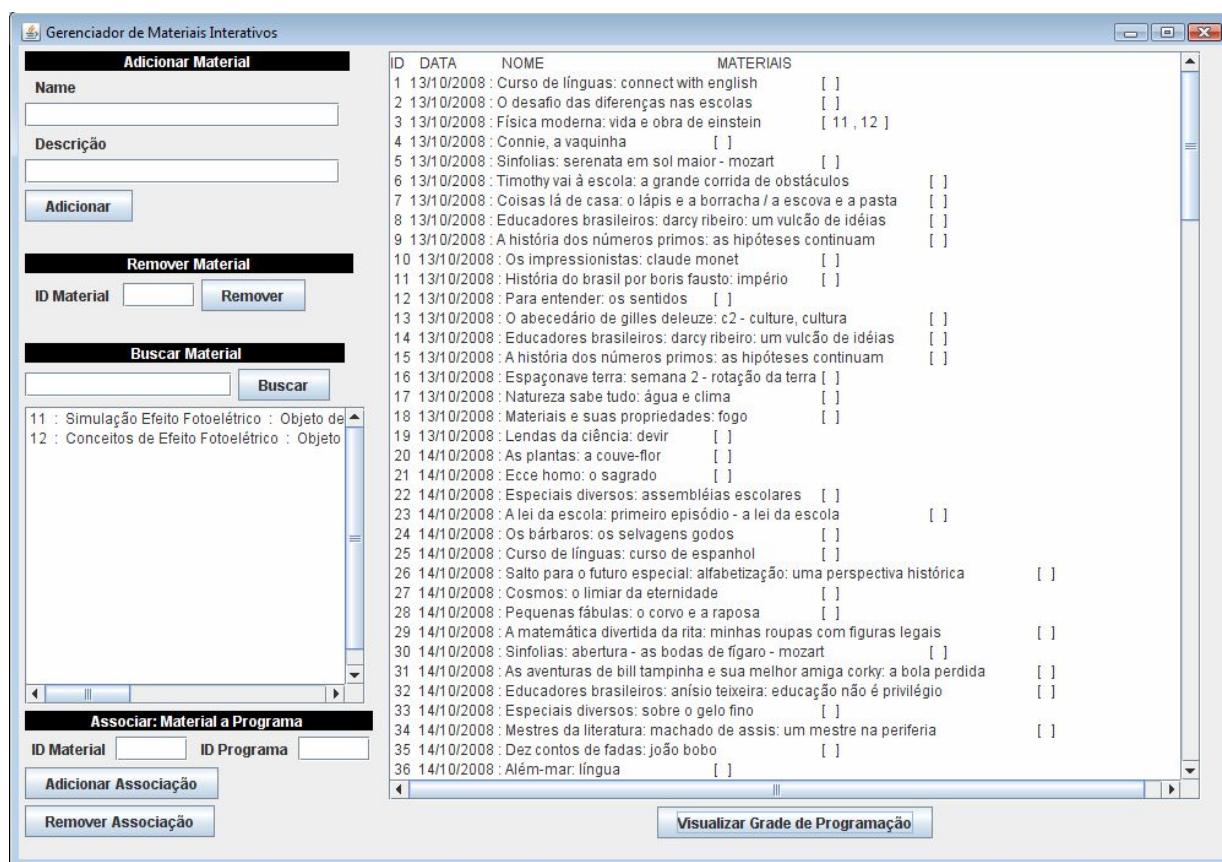


Figura 6.3. Gerenciador de Materiais (aplicações interativas) anexados aos programas televisivos.

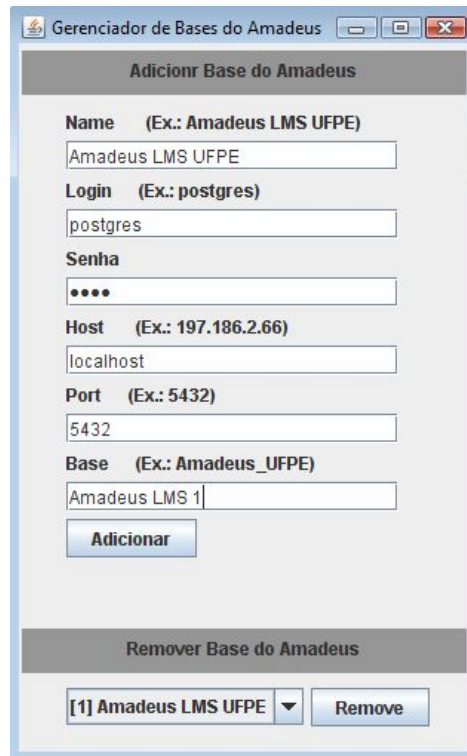


Figura 6.4: Gerenciador de Instâncias do Amadeus LMS.

Para a implementação deste componente foi utilizada a linguagem de programação Java [SUN, 2008], enquanto o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) adotado foi o PostgreSQL [POSTGRESQL, 2008]. Estas escolhas baseiam-se no fato destas tecnologias serem também adotadas nas demais extensões da plataforma Amadeus LMS, seguindo então os mesmos padrões, proporcionando compatibilidade.

No Diagrama de Classes da Figura 6.5 é possível ter uma visão geral da distribuição das classes desta aplicação, que funciona como Núcleo Principal do Amadeus-TV. Entretanto, no Apêndice A é descrita a versão completa e detalhada deste diagrama, com os atributos, métodos e relacionamentos de cada classe.

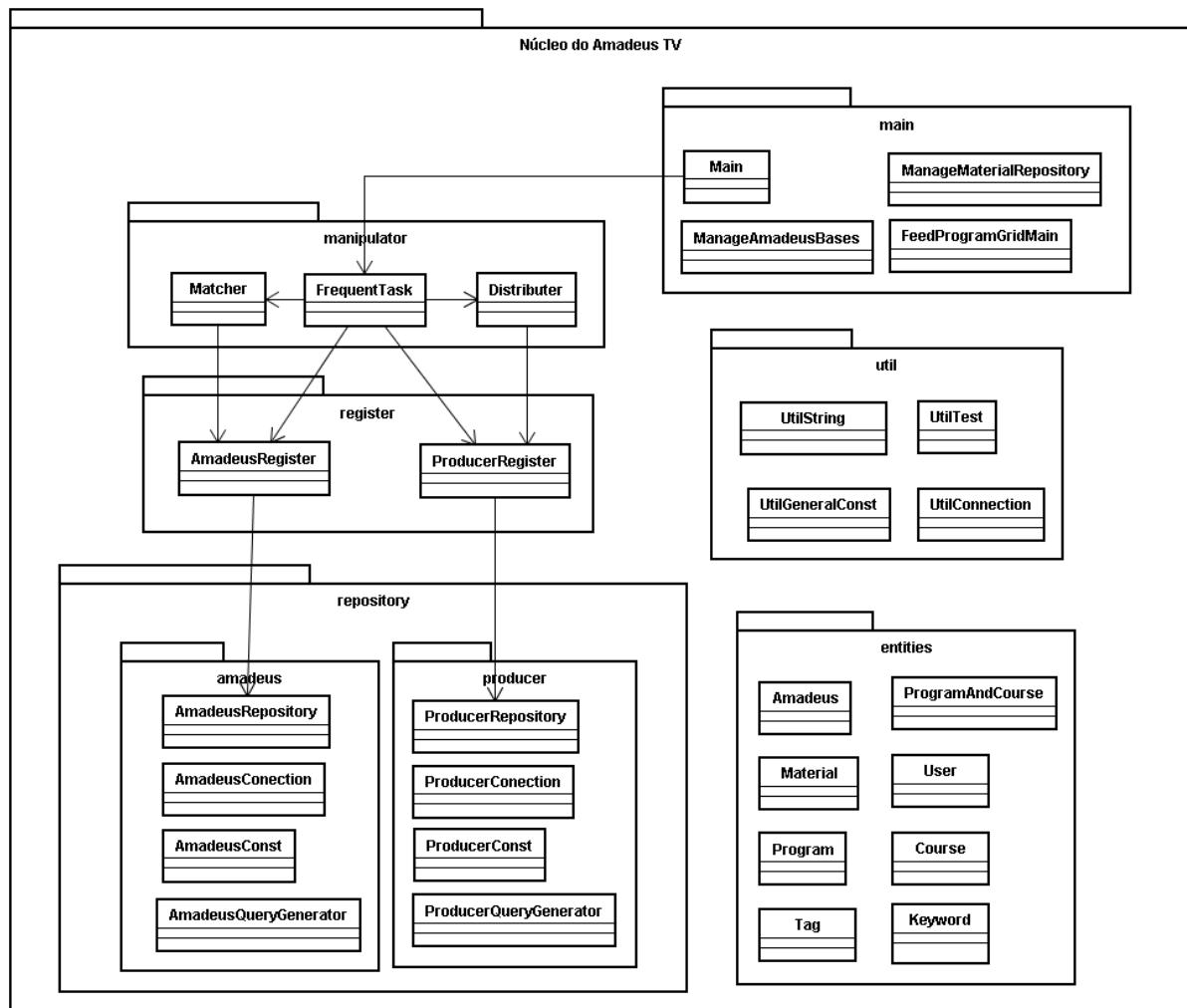


Figura 6.5: Diagrama de Classes da Aplicação Núcleo do Amadeus-TV.

6.3 Núcleo do Amadeus LMS

Conforme foi visto na seção anterior, o Núcleo do Amadeus-TV cruza as informações da grade de programação com os cursos presentes nas instâncias cadastradas do Amadeus LMS. Em seguida, os dados gerados dessa associação são persistidos nas bases destas instâncias. Logo, para que as interfaces *Web* e *Mobile* possam exibir aos usuários estas novas informações, um conjunto de classes para recuperação destes dados precisou ser implementado. Entretanto, pelo fato da plataforma Amadeus [AMADEUS LMS, 2008] estar em constante evolução, com equipes trabalhando em paralelo sobre o código principal do Núcleo do Amadeus LMS, a implementação foi realizada em um pacote independente do código principal. Além disso, os dados que precisam ser persistidos na base de dados são armazenados em novas relações, ou seja, não interferem nas demais tabelas originais do sistema.

Conforme será detalhado nas seções 6.5 e 6.6, a classe *AmadeusRegister* (Figura 6.6) é utilizada pelos arquivos JSP (*Java Server Pages*), que constroem as páginas HTML do Amadeus Web e Amadeus Mobile responsáveis por recuperar da base de dados e exibir:

- Informações dos programas televisivos, associados a cada curso;
- Dados de acesso (*login* e *senha*) do usuário, usado no portal Amadeus-TV.

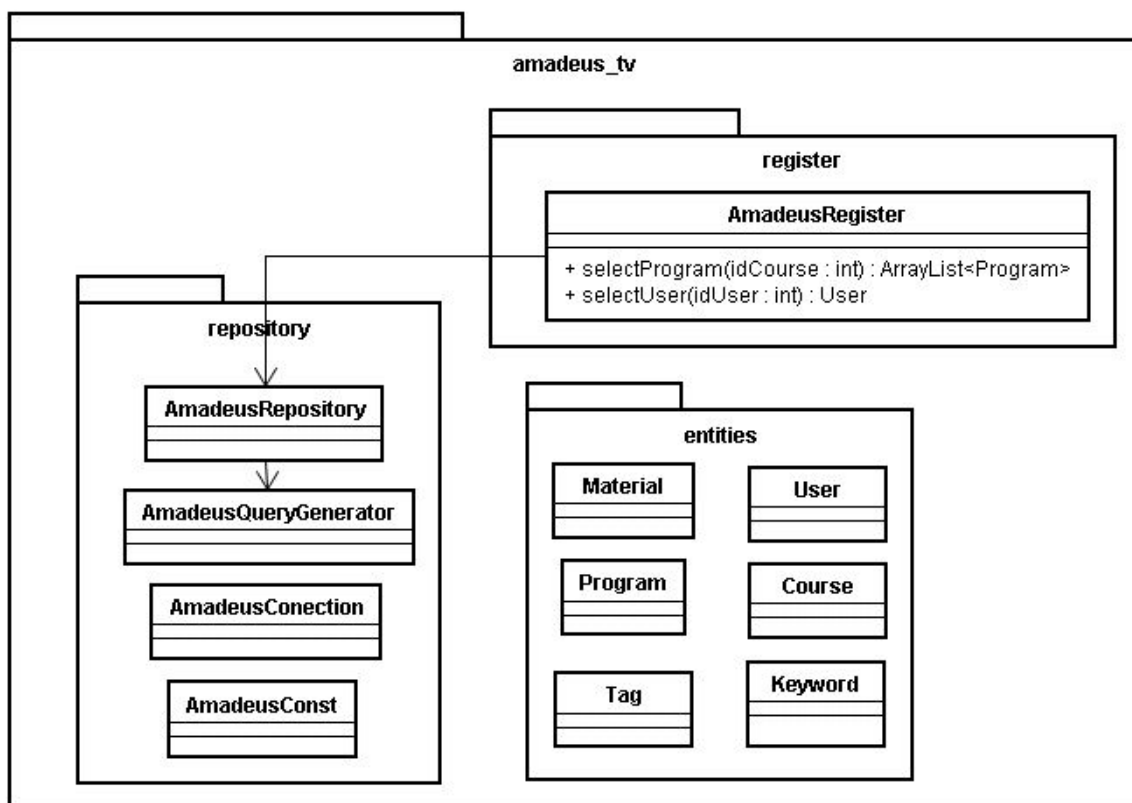


Figura 6.6. Diagrama de Classes do novo pacote adicionado no Amadeus LMS, após integração com Amadeus-TV.

6.4 Portal Amadeus-TV

O Portal TVD é armazenado no servidor da produtora e é transmitido (*broadcast*), juntamente com o conteúdo audiovisual, através dos equipamentos da emissora, fazendo uso do meio de transmissão terrestre. Em seguida, este fluxo principal é recebido pelo usuário através do receptor (*Set-Top-Box*) que identifica os subfluxos de áudio, vídeo e dados, sendo este último interpretado pelo *middleware*.

Para o desenvolvimento dos elementos de *software* (Portal TVD e demais Recursos Educacionais), foi escolhido o paradigma declarativo, no caso, utilizando o ambiente Ginga-NCL. Este é um dos ambientes do *middleware* Ginga responsável pelo processamento das aplicações declarativas que utilizam a linguagem NCL. Esta é uma linguagem declarativa baseada em XML [W3C, 2008] para autoria de documentos hipermídia e tem como vantagem

adicional a utilização da linguagem de *script* Lua para a manipulação de suas variáveis, por ser imperativa, eficiente, rápida, leve, e projetada para estender aplicações [BARBOSA & SOARES, 2008]. O diagrama, que ilustra a distribuição dos componentes de *software* implementados no portal do Amadeus-TV, pode ser visto na Figura 6.7.

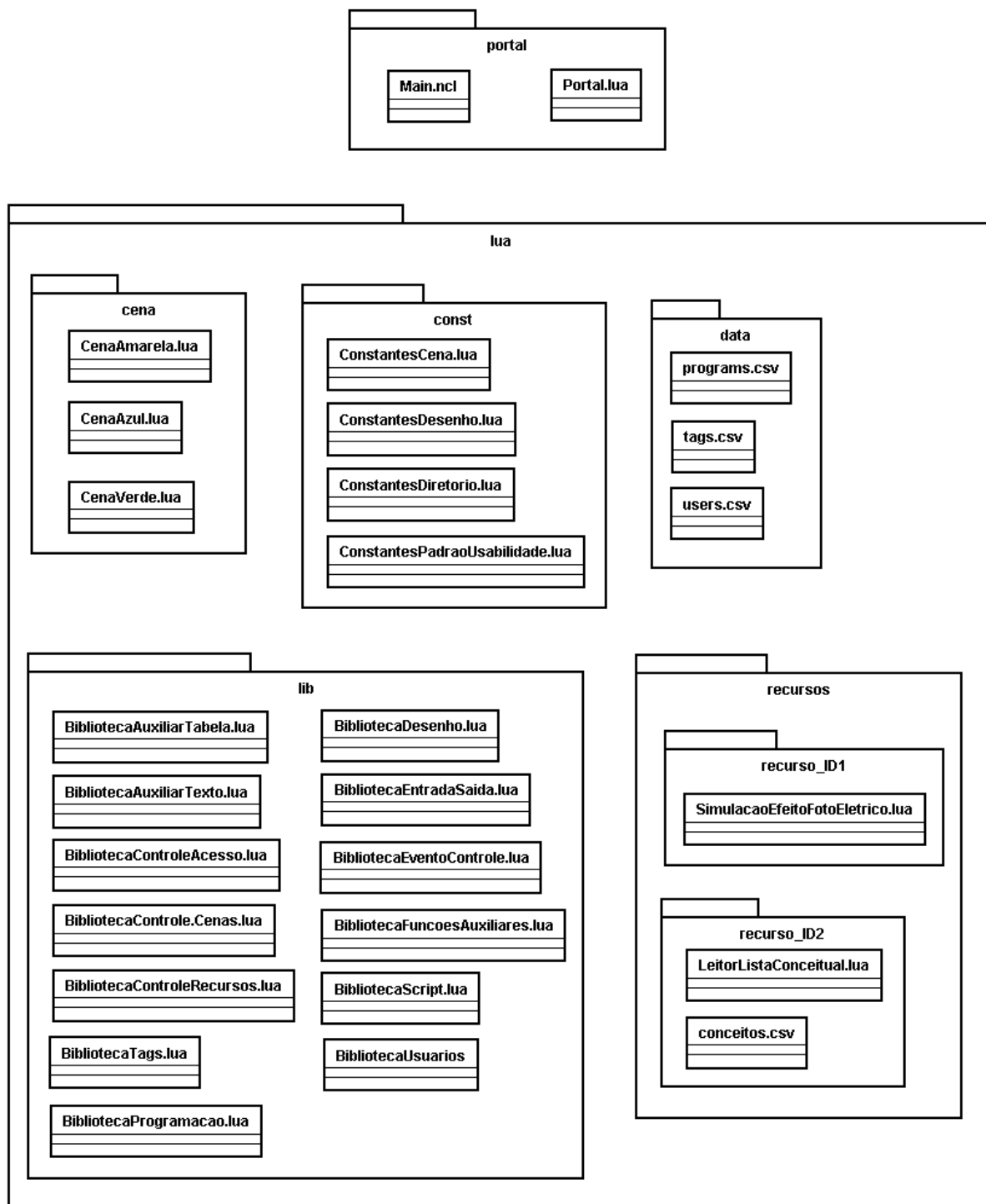


Figura 6.7. Distribuição dos pacotes contendo os scripts Lua, o arquivo de apresentação NCL, e os arquivos CSV.

Entre uma das recomendações especificadas nos *guidelines* adotados neste trabalho (Capítulo 3), a preocupação com o tempo de resposta da aplicação pôde ser observado durante esta fase de implementação. Os resultados, no nível de emulação, mostraram que as respostas da aplicação não ultrapassam os limites da percepção humana, não ocorrendo descontinuidade na interação; também não houve necessidade do uso de mensagens de espera para o usuário. Este resultado foi alcançado graças à escolha de estratégias e algoritmos mais eficientes em tarefas mais complexas.

Nas funcionalidades que manipulam e exibem os programas televisivos, foi decidido utilizar informações de uma grade de programação real de uma produtora, permitindo que os testes fossem feitos com mais fidelidade a um cenário real. Portanto, para alcançar este objetivo, foi consultada a grade de programação do TV Escola [SEED, 2008] entre os dias 13 a 19 de outubro de 2008.

Durante o desenvolvimento da Lista de Conceitos (Figura 5.14), descrita no Capítulo 5, resolveu-se montar seu conteúdo dinamicamente, ou seja, os conceitos e a descrição de cada um deles são lidos de um arquivo de texto no formato CSV (*Comma-Separated Values*). Isto permite que o conteúdo desta aplicação possa ser facilmente desenvolvido pelo professor, através de um editor de planilha eletrônica por exemplo, sem requerer detalhes técnicos de programação. Este recurso facilita a participação do professor, que tem papel fundamental na concepção dos artefatos pedagógicos, tanto das Listas Conceituais, quanto dos Objetos de Aprendizagem propriamente ditos.

Como resultado da integração de informações entre o Núcleo do Amadeus-TV e o Sistema de gestão de Aprendizagem, Amadeus LMS, foi possível recomendar aos usuários os programas relacionado ao seu perfil, baseado nos cursos que este usuário está matriculado. Observa-se que esta funcionalidade lembra uma requisição, como nas aplicações Web. Porém, como um dos requisitos deste projeto é permitir que o maior número possível de pessoas possa utilizá-lo, e conseqüentemente contribuir com a diminuição da exclusão social e digital, o uso de canal de retorno não é requisito obrigatório. Em outras palavras, as informações dos usuários são enviadas de forma *broadcast*, e localmente, são acessadas as informações individuais. Logo, este tipo de solução deve ser explorado com cuidado, pois como todos os usuários recebem os mesmos dados, pessoas mal intencionadas podem usar artifícios para burlar a segurança do sistema e acessar o fluxo de dados. Por isso, nesta versão do Amadeus-TV a única informação pessoal é o nome do usuário e a lista de cursos em que ele está matriculado.

Outro cuidado que precisa ser tomado está relacionado ao tamanho dos arquivos que são enviados no fluxo elementar de dados. No recurso descrito anteriormente, onde algumas informações do usuário são enviadas pelo canal de difusão, cada linha do arquivo, que representa o perfil de um usuário, ocupa 80 bytes de espaço. Embora a primeira vista pareça pouco, quando se multiplica este valor por um milhão de usuários tem-se 76 megabytes, que é inviável diante das restrições do carrossel de dados (Capítulo 2). Por isso, recomenda-se o uso de um método de compressão sem perdas, associado a uma estratégia de envio dos perfis de usuário que pertencerem à mesma região de cobertura da transmissão.

6.4.1 Problemas enfrentados e Soluções encontradas

No início da fase de codificação, o principal problema foi a dificuldade em encontrar referências de qualidade, devido à escassez de materiais que tratassem do desenvolvimento de aplicações para TVD. Após a realização de estudos comparativos e optar pelo desenvolvimento da aplicação utilizando NCL/Lua, foi necessário um estudo técnico mais específico nestas linguagens, pois se tratava de uma sintaxe e abordagem totalmente novas. Novamente, a escassez de materiais de referência foi bastante visível, principalmente aqueles voltados a questões específicas, como modelos arquiteturais e padrões de projeto. Outro desafio, da fase de codificação, foi a configuração do ambiente de desenvolvimento, pois as IDE (*Integrated Development Environment*) e simuladores ainda não estão maduros o suficiente; apresentando erros de inconsistências técnicas, ausência de manual de referência e também a ausência de módulos de tratamento de erros e *debug*.

Por não possuir um padrão bem definido, houve um grande investimento de tempo para entender e dividir o que era responsabilidade da linguagem NCL e da linguagem Lua. A solução foi criar uma arquitetura própria para o desenvolvimento do portal Amadeus-TV, que fosse capaz de anexar outras aplicações desenvolvidas com Lua. Além disso, como não foram encontradas bibliotecas em Lua específicas para aplicações para TVD, foram desenvolvidas bibliotecas próprias para manipulação de textos, componentes gráficos, controle de eventos, entre outros.

6.5 Portal Amadeus Web

O Amadeus LMS possui atualmente duas interfaces com o usuário, o Amadeus Web e o Amadeus Mobile. Porém, é no Portal Web (Figura 6.8) que se encontram as principais funcionalidades deste Sistema de Gestão de Aprendizagem.

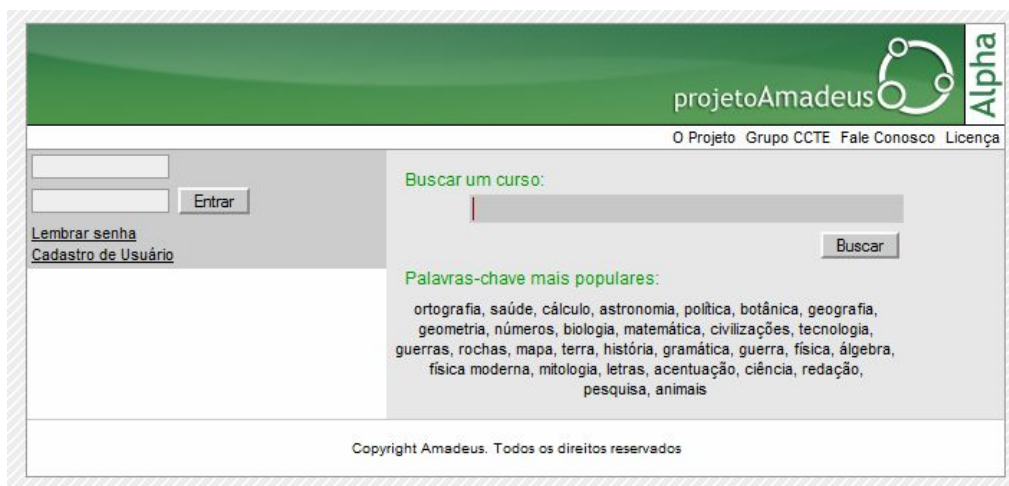
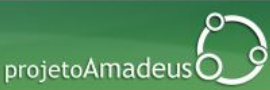


Figura 6.8: Tela inicial do Amadeus Web.

Com o desenvolvimento do Amadeus-TV, o usuário pode ter acesso a uma lista de programas televisivos que foram sugeridos pelo sistema, de acordo com cada curso que o usuário está cadastrado no Amadeus LMS. Esta associação é possível graças à lista de *Tags* (palavras-chaves) que descrevem os programas televisivos e os cursos, daí então é possível compará-los e retornar o grau de semelhança entre um curso e um programa.

Para permitir que o usuário tenha acesso a estes programas recomendados mesmo quando não estivesse diante da TV, foi adicionada também ao Amadeus Web esta nova funcionalidade. As informações geradas são recuperadas da base de dados e disponibilizadas na tela de perfil do curso, como pode ser visto na Figura 6.9.

Olá Thiago Moreira.
[Visualizar Perfil](#)
[Sair](#)




[O Projeto](#) [Grupo CCTE](#) [Fale Conosco](#) [Licença](#)

Dados do Curso

[Página Inicial](#) [Matemática](#)

[Visualizar Módulos](#)
[Listar Participantes](#)

Nome do curso
Matemática

Professores

Objetivos
Proporcionar que o aluno aprenda os principais conceitos de matemática

Programa
geometria, álgebra

Quantidade limite de vagas
35

Quantidade de alunos matriculados
3

Data de início das inscrições
27 / 11 / 2008

Data de término das inscrições
28 / 11 / 2008

Data de início do curso
29 / 11 / 2008

Data de término do curso
30 / 11 / 2008

Palavras-chave
números , álgebra , geometria , cálculo , matemática

Programas Recomendados (10)

13 (Segunda-feira) 14:00-15:00
A HISTÓRIA DOS NÚMEROS PRIMOS: AS HIPÓTESES CONTINUAM
Episódio, da série A História dos Números Primos, que apresenta hipóteses de estudiosos que tentaram desvendar o segredo dos números primos. Comentado por professores de Matemática, História e Sociologia.

14 (Terça-feira) 10:00-11:00
A MATEMÁTICA DIVERTIDA DA RITA: MINHAS ROUPAS COM FIGURAS LEGAIS
Episódio da série de animação A Matemática Divertida de Rita, em que uma menina, com a ajuda de dois amigos de outro mundo e da família dela, aprende conceitos introdutórios de Matemática.

14 (Terça-feira) 00:00-01:00
A MATEMÁTICA DIVERTIDA DA RITA: O NÚMERO QUE O KIKO COMEU
Episódio da série de animação A Matemática Divertida de Rita, em que uma menina, com a ajuda de dois amigos de outro mundo e da família dela, aprende conceitos introdutórios de Matemática.

17 (Sexta-feira) 14:00-15:00
COSMOS: OS LIMITES DO OCEANO CÔSMICO
Episódio, da série Cosmos, que faz uma viagem pelo universo explorando galáxias, planetas além de discutir sobre o nascimento de estrelas e a relação entre matéria e energia. Comentado por um professor de Matemática.

18 (Sábado) 15:00-16:00
MATEMÁTICA DIVERTIDA DA RITA: FRED E KIKO NO AQUÁRIO
Episódio da série de animação A Matemática Divertida de Rita, na qual uma menina, com a ajuda de dois amigos de outro mundo e da família dela, aprende conceitos introdutórios de Matemática.

18 (Sábado) 17:00-18:00
TURMA DA TABUADA: A REUNIÃO DE BOAS-VINDAS
Episódio da série de animação A Turma da Tabuada, em que a tripulação do Navio Matemático se depara com questões básicas de cálculo do dia-a-dia. Um apresentador canta e explica os conceitos expostos em cada programa.

Figura 6.9: Tela do Amadeus Web com informações a respeito do curso selecionado, inclusive com os programas televisivos recomendados.

Na tela de perfil do usuário (Figura 6.10), são disponibilizados os dados de acesso (*login* e senha) que o permitem acessar serviços individualizados no Portal Amadeus-TV.

Contudo, estes dados também são enviados ao e-mail cadastrado. Na versão atual, como visto na seção 6.4, a funcionalidade que exibe os programas recomendados para o usuário é um exemplo de serviço que requer que o usuário se identifique, para só então, retornar dados específicos relacionados a este usuário.

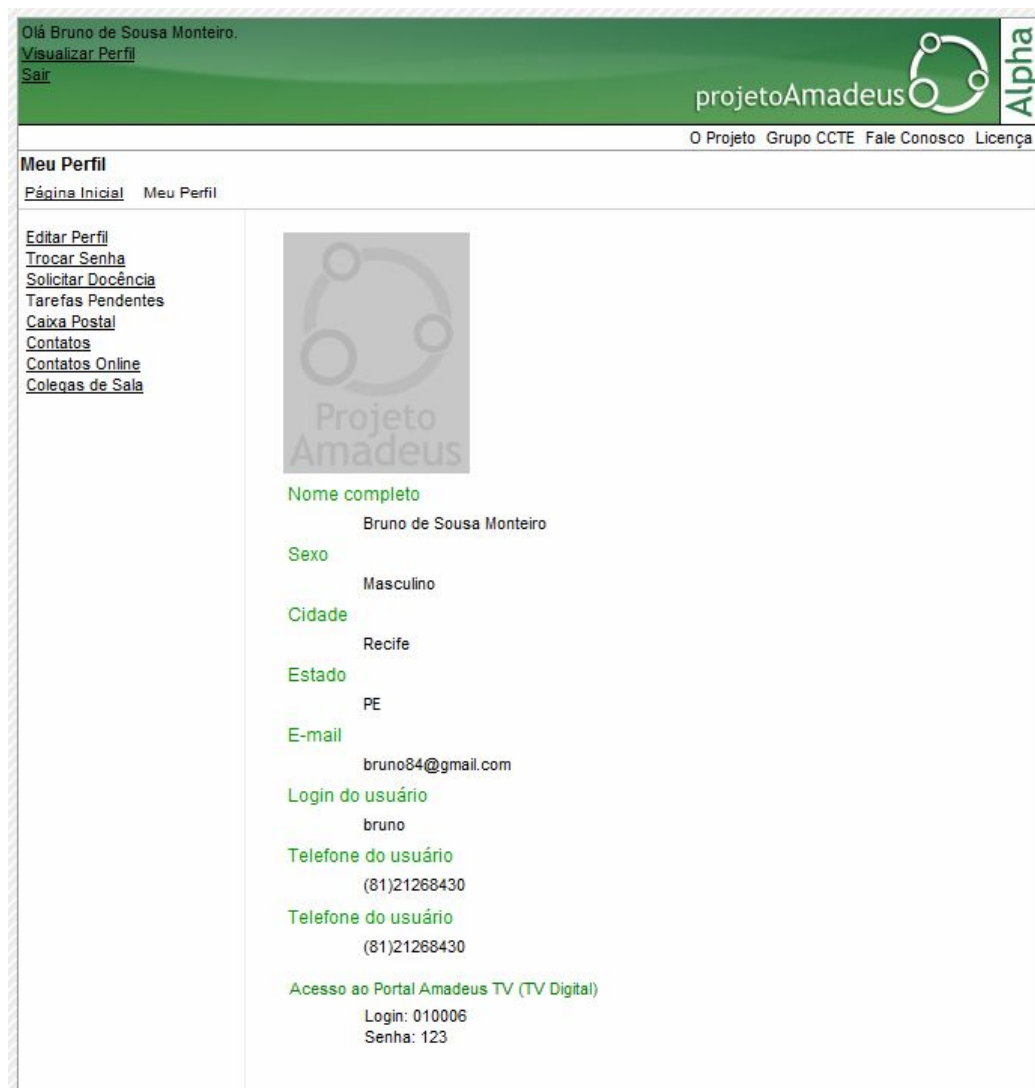


Figura 6.10. Tela do Amadeus Web com dados de acesso do usuário aos serviços individualizados no portal do Amadeus-TV.

As modificações realizadas neste componente foram feitas sobre os arquivos JSP, responsáveis pela geração de código HTML do perfil do curso e do perfil do usuário, respectivamente. Estas modificações não interferem nas demais funcionalidades do Amadeus LMS, pois como foi visto na seção 6.3, as solicitações dos dados são realizadas pelo novo pacote adicionado ao Núcleo do Amadeus LMS, representando pelo diagrama de classe da Figura 6.6.

6.6 Portal Amadeus Mobile

Além da interface Web, o Amadeus LMS também disponibiliza alguns de seus recursos em um portal Mobile (Figura 6.11). Como é de se esperar, nem todos os serviços existentes na versão Web podem estar presentes na versão para dispositivos móveis, devido às restrições de interação e de tamanho da tela.



Figura 6.11. Telas do Amadeus Mobile.

Para permitir que o usuário tenha acesso a estes programas recomendados mesmo quando não estivesse diante da TV ou do computador, foi adicionada também ao Amadeus Mobile esta nova funcionalidade. As informações geradas são recuperadas da base de dados e disponibilizadas na tela de perfil do curso, como pode ser visto na Figura 6.12.

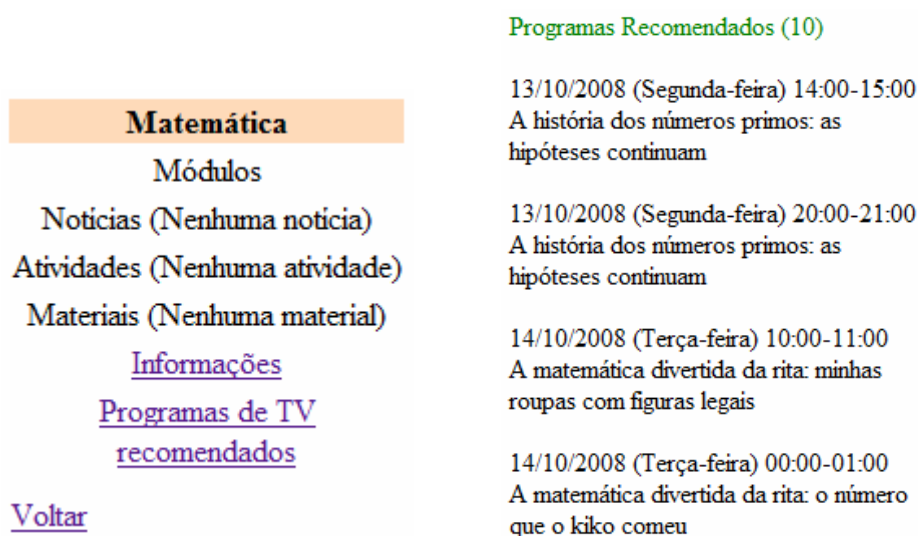


Figura 6.12: Telas do Amadeus Mobile com informações sobre um curso e programas recomendados.

6.7 Ferramentas de Desenvolvimento

As ferramentas e tecnologias utilizadas na construção do sistema Amadeus-TV são de natureza *Freeware* ou *Open Source*. Além de apresentarem a qualidade desejada, possibilitaram ainda a redução dos custos de desenvolvimento. Segue a lista dos recursos de *software* adotados (Figura 6.13):

- IDE (*Interface Development Environment*) Eclipse 3.3.1.1 [ECLIPSE, 2008];
- Java Standard Edition Development Kit 1.6 [SUN, 2008];
- SGBD PostgreSQL 8.3 [POSTGRESQL, 2008];
- *Plugin* Lunar Eclipse, responsável por reconhecer a sintaxe dos scripts Lua;
- *Plugin* NCL Eclipse, responsável por reconhecer a sintaxe NCL;
- Ginga-NCL Emulator 1.1.1 [GINGA-NCL, 2008];
- JUDE UML Modeling Tool 3.1.1.

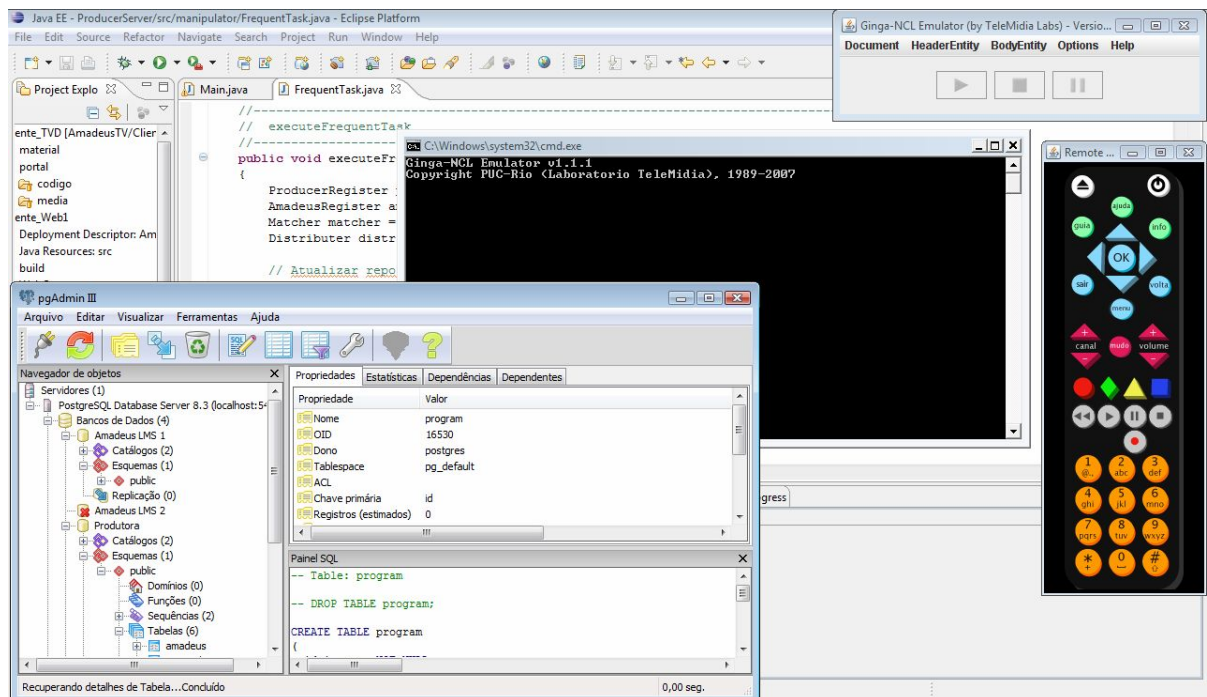


Figura 6.13: Algumas das ferramentas utilizadas durante o desenvolvimento do sistema Amadeus-TV.

6.8 Considerações Finais

Mesmo depois de estabelecidos os requisitos, artefatos de projeto e protótipos, é preciso colocar tudo isto para funcionar, gerando finalmente o produto final. Esta fase faz uso de todas estas especificações geradas até o momento, porém entra mais a fundo nos detalhes relacionadas às tecnologias envolvidas.

Neste capítulo foi descrita a arquitetura do sistema Amadeus-TV e os detalhes de implementação de cada um dos seus componentes. Durante este desenvolvimento, foi particularmente interessante perceber os benefícios dos estudos realizados previamente sobre as tecnologias envolvidas nos sistemas de TVD e os ambientes de desenvolvimento.

7. Conclusão

Este trabalho traz o desenvolvimento de um sistema que aproxima as características inerentes à mídia televisiva, como o aspecto lúdico e informal, ao contexto educacional. Primeiro, isto é alcançado através da integração com um Sistema de Gestão de Aprendizagem, o Amadeus LMS, por tornar possível recomendar programas que sejam úteis ao aprendiz, através dos cursos nos quais ele está matriculado. Graças à característica modular da arquitetura do Amadeus LMS, além de estar presente no portal TVD, esta funcionalidade foi estendida para a interface principal deste Sistema de Gestão de Aprendizagem (Amadeus Web) e também através de dispositivos móveis, como um simples celular, em páginas Web adaptadas e envio de mensagens de texto (Amadeus Mobile). O objetivo desta iniciativa é colocar o aprendiz imerso no ambiente de ensino, tornando-o capaz de obter informações onde quer que esteja, diante da TV, de um computador, ou tendo em mãos apenas o seu celular.

Em segundo lugar, o portal Amadeus-TV serve como indexador de outras aplicações para TVD, que podem ser jogos ou até simulações interativas, disponibilizadas de forma contextualizada ao programa televisivo atual. Os programas televisivos também podem ser enriquecidos com uma Lista de Conceitos, que adapta a idéia dos Mapas Conceituais ao contexto da TVDi. O fato relevante do uso deste recurso é que seu conteúdo é montado dinamicamente, através de um simples arquivo de texto, separado do código da aplicação. Estas aplicações, anexadas ao portal TVD, estendem a experiência do usuário diante da TV, removendo o limite imposto pela tradicional passividade e rigidez dos conteúdos audiovisuais.

Com relação à geração de conteúdo textual, é adotado o padrão CSV, que se destaca pela facilidade de edição, podendo ser facilmente manipulado em qualquer editor de planilha eletrônica. Isto evita que seja necessário entender os detalhes técnicos envolvidos no sistema, permitindo assim um maior número de colaboradores na construção de materiais instrutivos de qualidade, além de facilitar a gerência do conteúdo do lado da emissora.

Outro fator relevante a este trabalho está relacionado à redução dos custos envolvidos na adoção deste sistema, por se tratar de uma extensão do Sistema de Gestão de Aprendizagem, Amadeus LMS, que se caracteriza por ser um projeto *open source*.

Por fim, este trabalho deixa sua contribuição à comunidade não apenas pelos componentes de *software* desenvolvidos, mas também pela preocupação com os aspectos humanos e sociais, que esteve sempre presente nas atividades da metodologia aqui proposta e adotada.

7.1 Perspectivas Futuras

Os resultados, desenvolvidos até o momento, podem ser considerados como uma iniciativa que ainda precisa ser evoluída, inclusive com a colaboração de outras equipes que possam mostrar interesse por este projeto, por exemplo, nas áreas de educação, psicologia, comunicação, design, sociologia e dos demais ramos da computação. Seguem algumas destas oportunidades de melhoria:

- **Testar o Amadeus-TV em um sistema de TVD.** Os componentes de software relacionados à plataforma de TVD, desenvolvidos neste trabalho foram testados através de ferramentas de simulação. Logo, a instalação e execução destes componentes em uma infra-estrutura real de TVD (compatível com os padrões do SBTVD) proporcionariam a detecção de falhas não detectadas através de simuladores.
- **Testes de usuário mais detalhados.** A realização de mais experimentos com usuários finais, inclusive com a participação de uma diversidade maior de perfis de usuário, permitiria um constante refinamento e evolução do sistema desenvolvido.
- **Funcionalidades do portal TVD que utilizem canal de retorno.** A meta inicial desta versão do Amadeus-TV foi buscar as melhores soluções de uma aplicação, dentro do contexto de *T-Learning*, que não fizesse uso do canal de retorno, dadas as atuais indefinições no *middleware* do SBTVD. Entretanto, as futuras versões devem testar e anexar novas possibilidades de ferramentas pedagógicas que façam uso deste recurso. Se por um lado, o público alvo torna-se mais restrito, por outro, abrem-se as portas para uma série de possibilidades, muitas delas ainda não exploradas.
- **Uso de ontologias.** A adoção de técnicas de ontologia, que tratam de enriquecer a informação disponível com semântica que pode ser entendível por máquina [BREITMAN & CASANOVA, 2005], proporcionaria resultados mais precisos na obtenção do grau de semelhança entre programas televisivos e cursos da plataforma Amadeus LMS.
- **Manipulação de arquivos XML em script Lua.** O desenvolvimento de um novo módulo, em script Lua, responsável pela leitura dos metadados usados no Amadeus-TV no formato de arquivo XML proporcionaria uma futura adequação aos padrões tradicionalmente adotados pela indústria de TVD, resultando em um nível maior de interoperabilidade.

Referências Bibliográficas

- ABNT (2008). Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <http://www.abnt.org.br> – Acessado em: 18 de dezembro de 2008.
- ADOBE (2008). Adobe Systems Incorporated. Adobe Flash. Disponível em: <http://www.adobe.com/products/flash> – Acessado em: 20 de dezembro de 2008.
- AMADEUS LMS (2008). Sistema de Gestão de Aprendizagem Amadeus LMS. Disponível em: <http://amadeus.cin.ufpe.br> – Acessado em: 20 de dezembro de 2008.
- ANDREATA, Jomar Alberto (2006). InteraTV: Um Portal para Aplicações Colaborativas em TV Digital Interativa Utilizando a Plataforma MHP. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.
- APPLE Computer (1992). Macintosh Human Interface Guidelines. New York: Addison Wesley, 1992.
- ARANHA, Gláucio. (2006) Jogos Eletrônicos como um conceito chave para o desenvolvimento de aplicações imersivas e interativas para o aprendizado. Ciências & Cognição; Ano 03, Vol. 07, 2006.
- ARVID (2004). A Guide for Digital TV Service Producers. Finland: Arvid, 2004.
- ATSC (2008). Advanced Television Systems Committee. Disponível em: <http://www.atsc.org> – Acessado em: 20 de dezembro de 2008.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. (1978). Educational Psychology: A Cognitive View. New York: Warbel & Peck. 1978.
- AZEVEDO, Felipe Levi (2005). Prototipação Rápida no Ciclo de Design Iterativo de Aplicações Multimídia para Formação de Professores. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2005.
- BARBOSA, Simone Diniz Junqueira; SOARES, L. F. G. (2008). TV digital interativa no Brasil se faz com Ginga: Fundamentos, Padrões, Autoria Declarativa e Usabilidade. Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. (Org.). Jornada de Atualização em Informática, Belém, 2008.
- BARROS, Gil Garcia (2006) A Consistência da Interface com o usuário para a TV Interativa. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2006.
- BATES, Peter J. (2003). A study into TV-based interactive learning to the home. pjb Associates, UK. This study has been conducted with funding from the European Community under the IST Programme (1998-2002). 2003.
- BATISTA, C. E. (2006) TV Digital: Java na Sala de Estar. Mundo Java nº 17. pp 30-39. Curitiba, PR, 2006.
- BBC (2008). British Broadcasting Corporation. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk> – Acessado em: 20 de dezembro de 2008.

- BBCi (2006). Interactive Television Design. Designing for Interactive Television v 1.0. 2006.
- BECKER, Valdecir; PICCIONI, Carlos Alexandre; MONTEZ, Carlos; HERWEG FILHO, Gunter H. (2005). Datacasting e Desenvolvimento de Serviços e Aplicações para TV Digital Interativa. In: TEIXEIRA, Cesar Augusto Camilo; BARRÉRE, Eduardo; ABRÃO, Iran Calixto. (Org.). Web e Multimídia: Desafios e Soluções. Poços de Caldas, 2005.
- BERNARDO, Nuno (2002). O guia prático da produção de televisão interactiva. Centro Atlântico, Porto, 2002.
- BITTENCOURT, Fábio Antônio; BENNERT, Wagner Alves (2007). TV Digital: Uma Análise das Modulações e das Codificações de Áudio e Vídeo no Modelo Terrestre. Trabalho de conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2007.
- BØDKER, S. (2000). Scenarios in user-centered design – setting the stage for reflection and action. Interacting with computers, 2000.
- BRASIL. (2003) Decreto-lei n. 4.901, de 26 de novembro de 2003. Institui o Sistema Brasileiro de Televisão Digital - SBTVD, e dá outras providências, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 27 de novembro 2003. Pág. 7.
- BRECHT, Rike; KUNERT, Tibor; KROMKER, Heidi. (2005). User requirements and design guidance for interactive TV news Applications. EuroITV 2005, 3rd European Conference on Interactive Television, Aalborg, Denmark, March 30-April 1, 2005.
- BREITMAN, K. K.; CASANOVA, Marco Antonio (2005). Desenvolvimento de Ontologias para Engenharia de Software e Banco de Dados: um tutorial prático. Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software. Uberlândia, 2005.
- CANAL FUTURA (2008). Disponível em: <http://www.futura.org.br> - Acessado em: 18 de dezembro de 2008 - Acessado em: 18 de dezembro de 2008.
- CESAR (2008). Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife. Disponível em: <http://www.cesar.org.br> – Acessado em: 30 de dezembro de 2008.
- CGI (2007). Comitê Gestor da Internet no Brasil. Pesquisa sobre o uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação no Brasil, 2007. Disponível em: <http://www.cetic.br> – Acessado em: 18 de dezembro de 2008.
- CHORIANOPOULOS, K. (2004) Virtual Television Channels. Atenas. Tese de doutorado – Department of Management Science on Technology – Athens University of Economics and Business, 180p. 2004.
- COULOURIS, G.; Dollimore, J. e Kindberg, T. (2007). Distributed Systems: Concepts and Design. Addison-Wesley, 2007.
- COLL, César (1994). Aprendizagem escolar e construção do conhecimento. ARTMED. Porto Alegre, 1994.

- CRYSTAL PROJECT (2008). Disponível em: <http://www.everaldo.com/br/crystal> - Acessado em: 20 de dezembro de 2008.
- DALY-JONES, Owen (2003). Case study: The usability of electronic programme guides. In: Gawlinski, M., Interactive Television Production, Focal Press, 2003. 288 p.
- DIRECT TV (2008). Disponível em: <http://www.directv.com.br> – Acessado em: 25 de abril de 2008.
- DISCOVERY (2008). Disponível em: <http://www.discovery.com> – Acessado em: 25 de abril de 2008.
- DIX, Alan; FINLAY, Janet E.; ABOWD, Gregory D.; BEALE, Russell (1998). Human-Computer Interaction. Prentice Hall, 1998.
- DVB (2008). Digital Video Broadcasting. Disponível em: <http://www.dvb.org> - Acessado em: 20 de dezembro de 2008.
- ECLIPSE (2008). Eclipse Foundation. Disponível em: <http://www.eclipse.org> – Acessado em: 5 de agosto de 2008.
- ERONEN, Leena. (2004) User Centered Design of New and Novel Products: case digital television. Helsinki. Tese de doutorado-Helsinki University of Technology. 113p. 2004.
- FAQUETI, M. F. ; ALBINO, Sirley de Fátima (2008). A construção colaborativa de projetos de pesquisa: uma proposta para o ensino médio/técnico. Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Belém. 2008.
- FLICK, U. (2004) Uma introdução à pesquisa qualitativa. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- FRENCH, T.; Springett, M. (2003) Developing Novel ITV Applications: A User Centric Analysis. European Interactive Television Conference. Brighton, pp. 29-39. 2003.
- GAWLINSKI, Mark (2003). Interactive Television Production. Focal Press, 2003.
- GIANSANTE, M.; OGUSHI, C. M.; MENEZES, E.; BONADIA, G. C.; GEROLAMO, G. P. B.; RIOS, J. M. M.; PORTO, P. C. S.; HOLANDA, G. M.; DALL'ANTONIA, J. C. (2004). Cadeia de Valor: Projeto Sistema Brasileiro de TV Digital. Campinas, CPqD, 2004.
- GINGA-NCL (2008). Ambiente declarativo do *middleware* Ginga. Disponível em: <http://www.gingancl.org.br> - Acessado em: 20 de janeiro de 2008.
- GOMES, Alex Sandro; MONTEIRO, Bruno de Sousa; Melo, Cássio; Arcoverde, Daniel; Frota, Carina. (2008) Design da Interação de Novos Produtos para TVD: Abordagens Qualitativas. Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC). Porto Alegre, 2008.
- HEDMAN, Anders (2002). A Media Rich Interface vs A Simple Interface for Interactive Television. Proceedings of E-Learn 2002 World Conference, Montreal, Canada, 2002.
- ISDB (2008). Integrated Services Digital Broadcast. DiBEG. Digital Broadcasting Experts Group. Disponível em: <http://www.dibeg.org> - Acessado em: 20 de dezembro de 2008.
- ISO (2008). International Organization for Standardization. Disponível em: <http://www.iso.org> - Acessado em: 20 de dezembro de 2008.

- ISO 9241-11. (1998). Ergonomics requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability. International Standard.
- KIT (2008). Kingston Interactive Television. Disponível em: <http://www.kitv.co.uk> – Acessado em: 25 de abril de 2008.
- LAMONT, S. (2003). Case Study: Successful Adoption of an User-Centered Design Approach During the Development of an Interactive Television Application. European Interactive Television Conference. Brighton, pp. 13-18. 2003.
- LIBERATE (2002). Interactive Television Design Guide. Liberate Technologies, 2002.
- LIPPMAN, Andrew (1998). O arquiteto do futuro. Meio & Mensagem, São Paulo, n. 792, 26 jan. 1998.
- LEMOS, A. L. M. (1997). Anjos interativos e retribalização do mundo: sobre interatividade e interfaces digitais. Tendências XXI, Lisboa, 1997.
- LOBATO, Luanna Lopes; MONTEIRO, Bruno de Sousa; Silva, Hugo Torres Calazans Ramos; Luna, Fábio Caparica; Gomes, Alex Sandro. (2008) Novos estilos de interação em Sistemas de Gestão de Aprendizagem. Workshop sobre Informática na Escola. XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC), Belém, 2008.
- LUA (2008). The Programming Language Lua. Disponível em: <http://www.lua.org> – Acessado em: 20 de dezembro de 2008.
- MARCUS, Aaron. (2002) Return on Investment for Usable User-Interface Design: Examples and Statistics. Aaron Marcus and Associates, Inc., 2002.
- MENDES, Luciano Leonel (2007). SBTVD: Uma visão sobre a TV digital no Brasil. T&C Amazônia, Ano V, Número 12, Outubro de 2007.
- MOLINARI, Leonardo (2003). Testes de Software: Produzindo Sistemas melhores e mais Confiáveis. Editora Érica. São Paulo, 2003.
- MONTEIRO, Bruno de Sousa; Cruz, Henry Pôncio; Andrade, Mariel; Gouveia, Thiago; Tavares, R.; Anjos, L. F. C. dos (2006). Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa. XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Brasília, 2006.
- MONTEIRO, Bruno de Sousa; Protá, Thiago Monteiro; Souza, Fernando da Fonseca de; Gomes, Alex Sandro (2008). Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem para TVDi. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Fortaleza, 2008.
- MONTEZ, Carlos; BECKER, Valdecir (2004). TV Digital Interativa. Conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil. Editora da UFSC, 2ª edição, Florianópolis, 2005.
- MOREIRA, M.A. (1988). Mapas conceituais e aprendizagem significativa. O Ensino, Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística. Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, Nº 23 a 28: 87-95. 1988.

- MOUSAVI, S.; LOW, R.; SWELLER, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 1995.
- NEVES, J. L. (1996). Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. *Caderno de Pesquisas em Administração*, 1996.
- NHS DIRECT (2008). National Health Service. Disponível em: <http://www.nhsdirect.nhs.uk> – Acessado em: 20 de dezembro de 2008.
- NIELSEN, Jakob (1993). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann. 362 p. 1993.
- NIELSEN, Jakob (2002). *Coordinating UI for Consistency*. Morgan Kaufmann. 156 p. 2002.
- NORMAN, D. A.; DRAPER S. W. (1986). *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 526p. 1986.
- NTL (2008). Disponível em: <http://www.digitalcabletv.co.uk> – Acessado em: 5 de agosto de 2008.
- O'MALLEY, C; STANTON, D. (2002). Tangible technologies for collaborative storytelling. *Proceedings of the European Workshop on Mobile and Contextual Learning*, pp. 3-7, 2002.
- OLIVEIRA, Eloiza da Silva Gomes de; REGO, Marta Cardoso Lima C.; VILLARDI, Raquel Marques (2007). Aprendizagem mediada por ferramentas de interação: análise do discurso de professores em um curso de formação continuada a distância. *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 28, n. 101, dezembro, 2007 .
- PICCIONI, C. A.; MONTEZ, C. B. (2004) Um Estudo sobre Emuladores de Aplicações para a Televisão Digital Interativa. *I WorkComp Sul*, Palhoça, 2004.
- PICCOLO, L.; BARANAUSKAS, M. C. C. (2006). Desafios de Design para a TV Digital Interativa. *Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC)*. 2006.
- PJB Associates. T-learning development final report. (2003) Disponível em: <http://www.pjb.co.uk/t-learning>, Acesso em: 21 de novembro de 2008.
- POSTGRESQL (2008). Sistema Gerenciador de Banco de Dados Objeto-Relacional. Disponível em: <http://www.postgresql.org> – Acessado em: 20 de dezembro de 2008.
- PREECE, J.; SHARP, H.; ROGERS, Y. (2002). *Interaction design: Beyond human-computer interaction*. USA: John Wiley & Sons, Inc, 2002.
- RAFAELI, Sheizaf (1988). Interactivity. From New Media to Communication, in Robert P. Hawkins, John M. Wiemann & Suzanne Pingree (eds.): *Advancing Communication Science: Merging Mass and Interpersonal Processes*, Newbury Park. 1988.
- SBTVD (2008). Sistema Brasileiro de TV Digital. Disponível em: <http://sbtvd.cpqd.com.br> - Acessado em: 26 de dezembro de 2008.
- SCHUGURENSKY, Daniel (2000). *The Forms of Informal Learning Towards a Conceptualization of The Field*. NALL Working Paper No.19, University of Toronto. 2000.

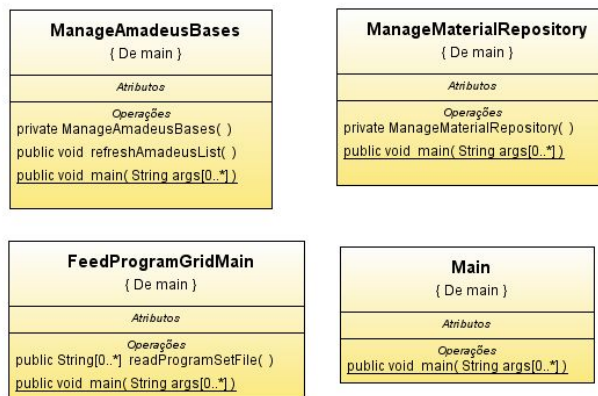
- SEED (2008). Secretaria de Educação a Distância. Ministério da Educação. TV Escola. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed> - Acessado em: 24 de setembro de 2008.
- SILVA, Lincoln D. N.; BATISTA, Carlos E. C. F.; LEITE, Luiz E. C.; SOUZA FILHO, Guido L. de (2007). Suporte para desenvolvimento de aplicações multiusuário e multidispositivo para TV Digital com Ginga. Revista T&C Amazônia, Ano V, Número 12, Outubro de 2007.
- SMITH, D. C.; IRBY, C.; KIMBALL, R.; VERPLANK, W. (1982). Designing the Star User Interface. 1982. Disponível em: <http://www.guidebookgallery.org/articles/designingthestaruserinterface>. Acesso em: 21 de novembro de 2008.
- SNYDER, C. (2003). Paper Prototyping: The Fast and Easy Way to Design and Refine User Interfaces. Snyder Consulting, 2003.
- SOARES, Luiz Fernando Gomes; SOUZA FILHO, Guido Lemos de (2007). Interactive Television in Brazil: System Software and the Digital Divide. European Conference on Interactive TV (EuroITV), Áustria, 2007.
- SOARES, L. F. G.; RODRIGUES, R. F.; MORENO, M. F. (2007). Ginga- NCL: the Declarative Environment of the Brazilian Digital TV System. Journal of the Brazilian Computer Society. n.4, v. 12, Março, 2007.
- SOMMERVILLE, Ian (2007). Engenharia de Software. Pearson Addison-Wesley, 2007.
- SUN (2008). Sun Microsystems Inc. Disponível em: <http://www.sun.com> – Acessado em: 24 de abril de 2008.
- TAVOLARO, Cristiane R. C.; CAVALCANTE, Marisa A.; SOUZA, Dione F.; MUZINATTI, João (2002). Uma aula sobre o efeito fotoelétrico no desenvolvimento de competências e habilidades. VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. 2002.
- TELECURSO 2000 (2008). Fundação Roberto Marinho. Disponível em: <http://www.telecurso2000.org.br> - Acessado em: 18 de dezembro de 2008.
- TINDALL-FORD, S.; CHANDLER, P.; SWELLER, J. (1997). When two sensory modes are better than one. Journal of experimental psychology: Applied, 1997.
- TIRESIAS (2008). Guidelines: Television. Disponível em: <http://www.tiresias.org> – Acesso em: 20 de dezembro de 2008.
- TOME, Takashi; MONTEIRO, Marcelo S. M.; PICCOLO, Lara S. G.; NISHIHARA, Ricardo M.; LAMAS, Amilton da Costa (2007). Abordagem Sistêmica no Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVD). Disponível em: http://cpqd.com.br/file.upload/07_artigoforum_sbtvd.pdf - Acessado em: dezembro de 2008.
- TONIETO, Márcia Terezinha (2006). Sistema Brasileiro de TV Digital - SBTVD: Uma Análise Política e Tecnológica na Inclusão Social. Dissertação de Mestrado Profissional em Ciências da Computação. Centro de Ciências e Tecnologia (CCT). Universidade Estadual do Ceará (UECE). Fortaleza, 2006.

-
- TUOVINEN, J. E. (2001). *Cognition Research Basis for Instructional Multimedia. Design and Management of Multimedia Information Systems: Opportunities and Challenges*, Idea Group Publishing, 2001.
- TV CULTURA (2008). Fundação Padre Anchieta. Disponível em: <http://www.tvcultura.com.br> – Acessado em: 18 de dezembro de 2008.
- UNESCO. (2008) *Education for all. Global monitoring report 2008. Education for all by 2015: Will we make it?* Oxford University Press, 2008.
- VYGOTSKY, L. S. (2000). *A formação Social da Mente*. São Paulo, Martins Fontes, 2000.
- W3C (2008). World Wide Web Consortium. Extensible Markup Language. Disponível em: <http://www.w3.org/XML> - Acessado em: 20 de janeiro de 2008.
- WAISMAN, Thais (2006). *Usabilidade em Serviços Educacionais em Ambientes de TV Digital*. Tese de Doutorado em Ciências da Comunicação. Universidade de São Paulo, 2006.

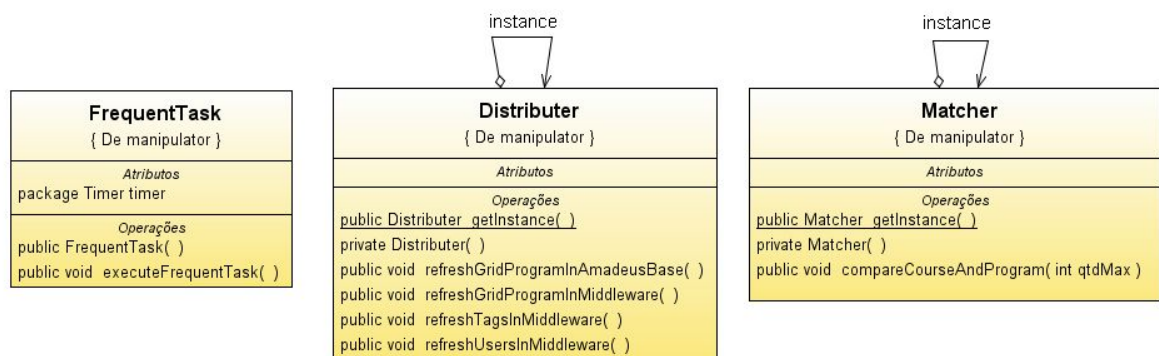
Apêndice A

Diagrama de Classes do Núcleo Principal do Amadeus-TV

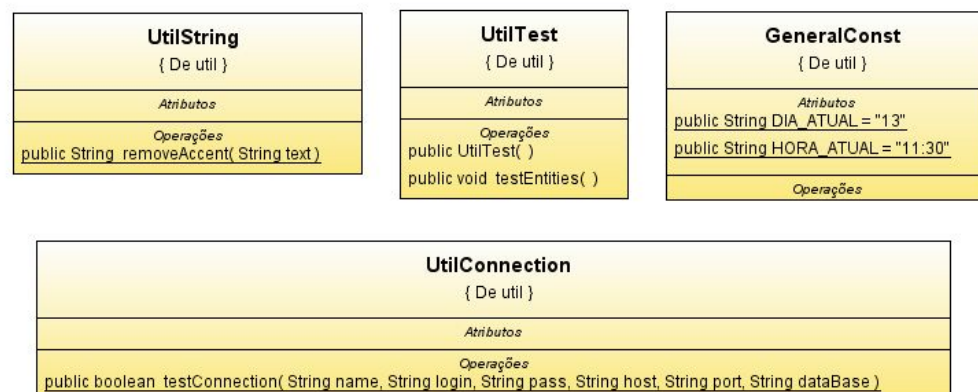
Pacote: main



Pacote: manipulator



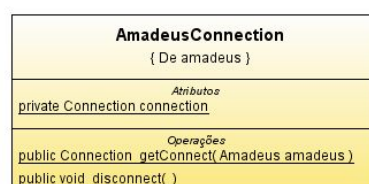
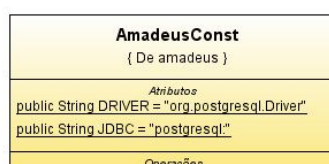
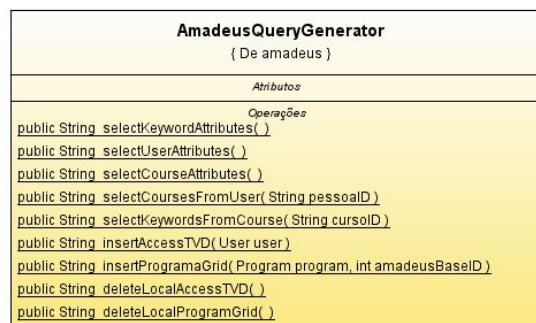
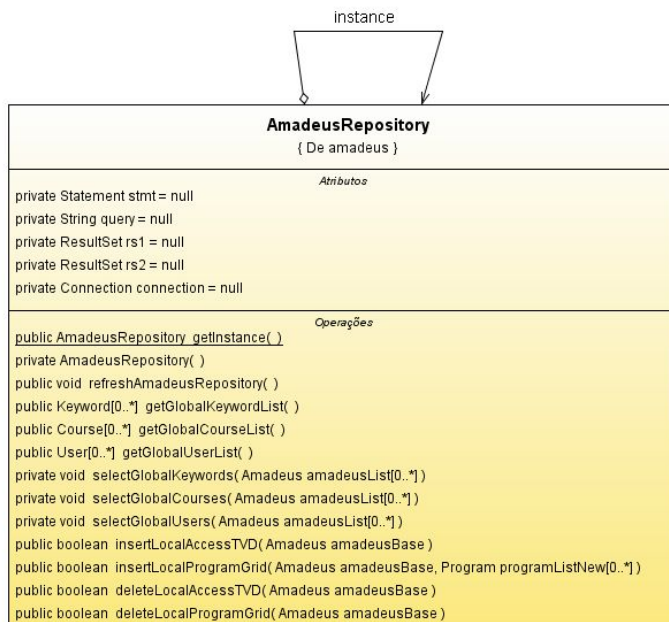
Pacote: util



Pacote: register



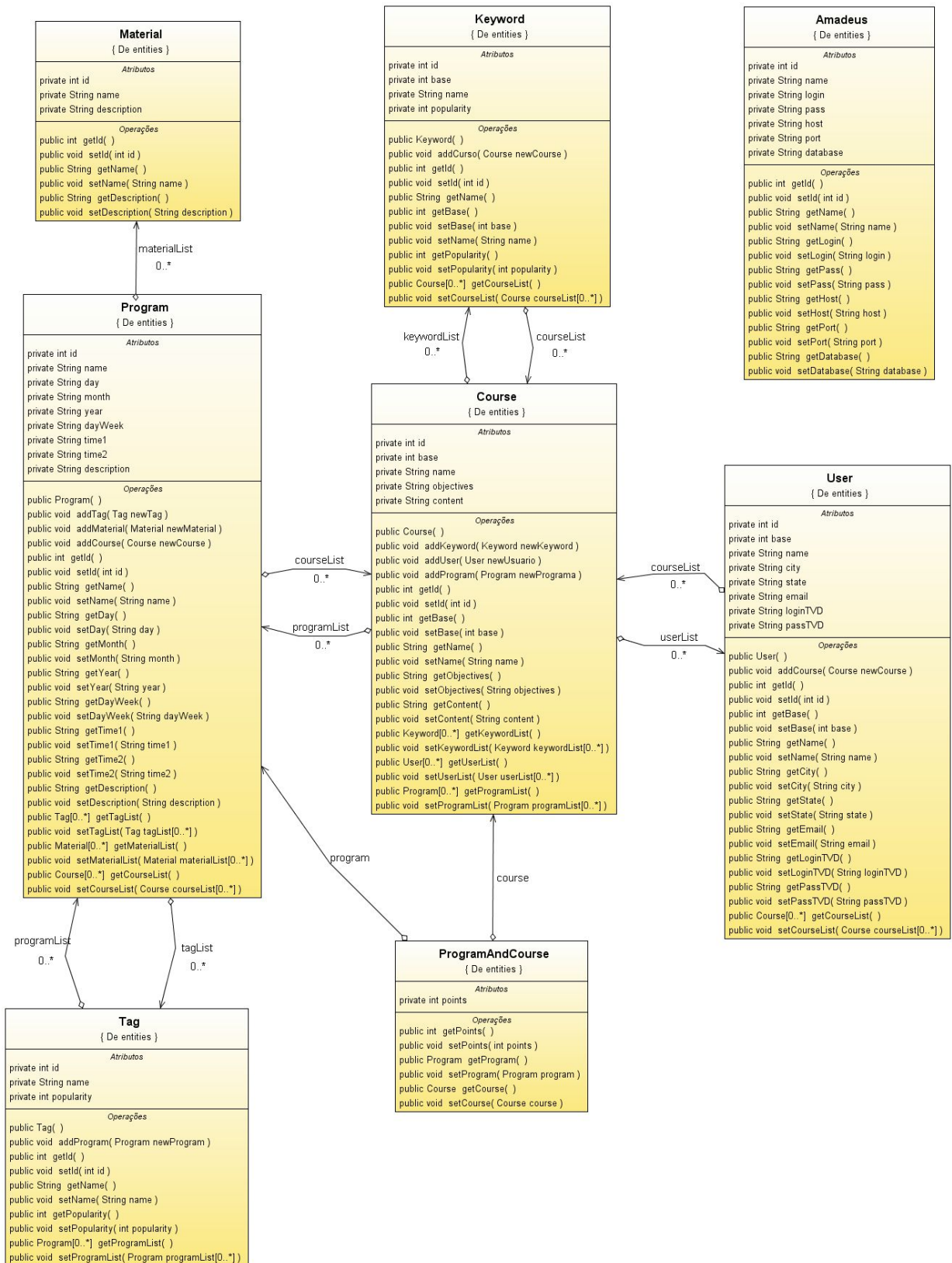
Pacote: repository.amadeus



Pacote: repository.producer



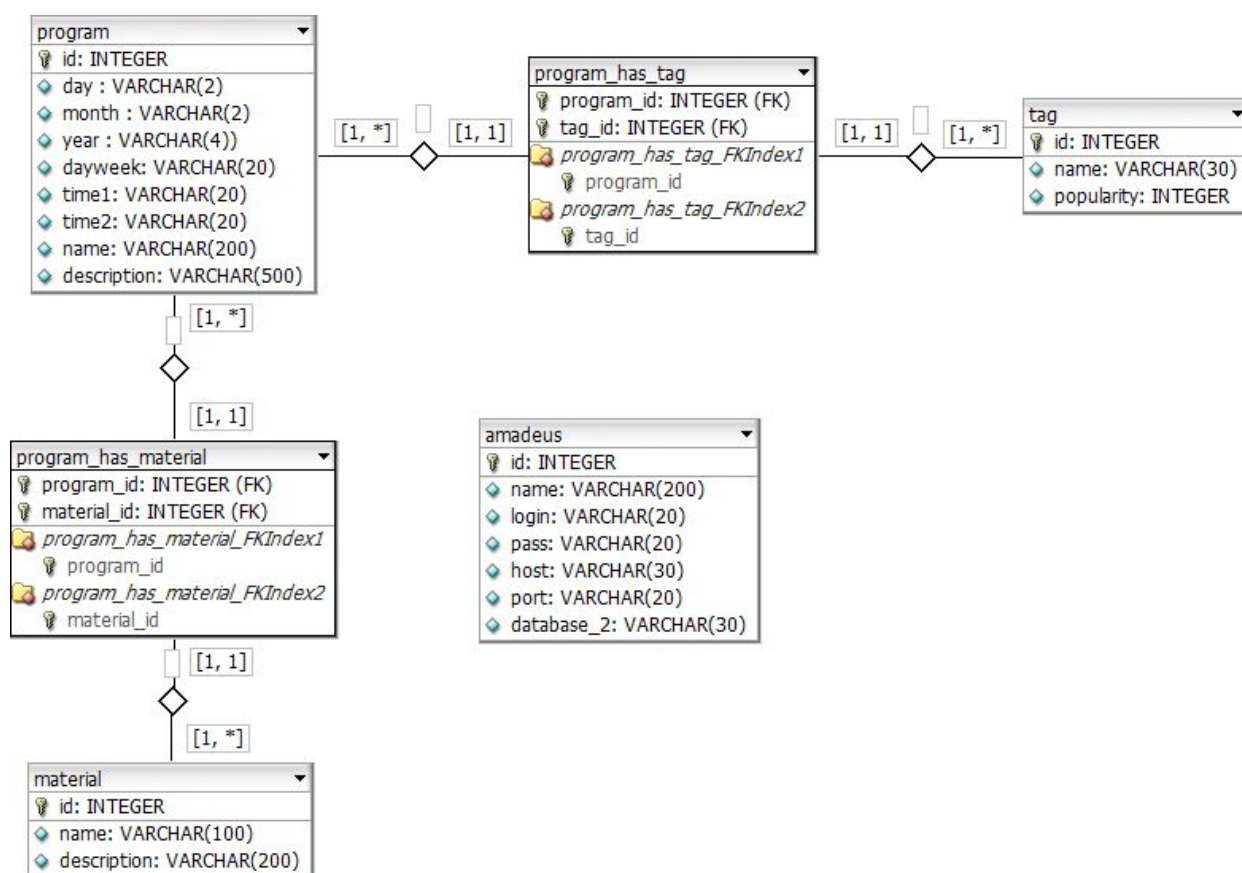
Pacote: entities



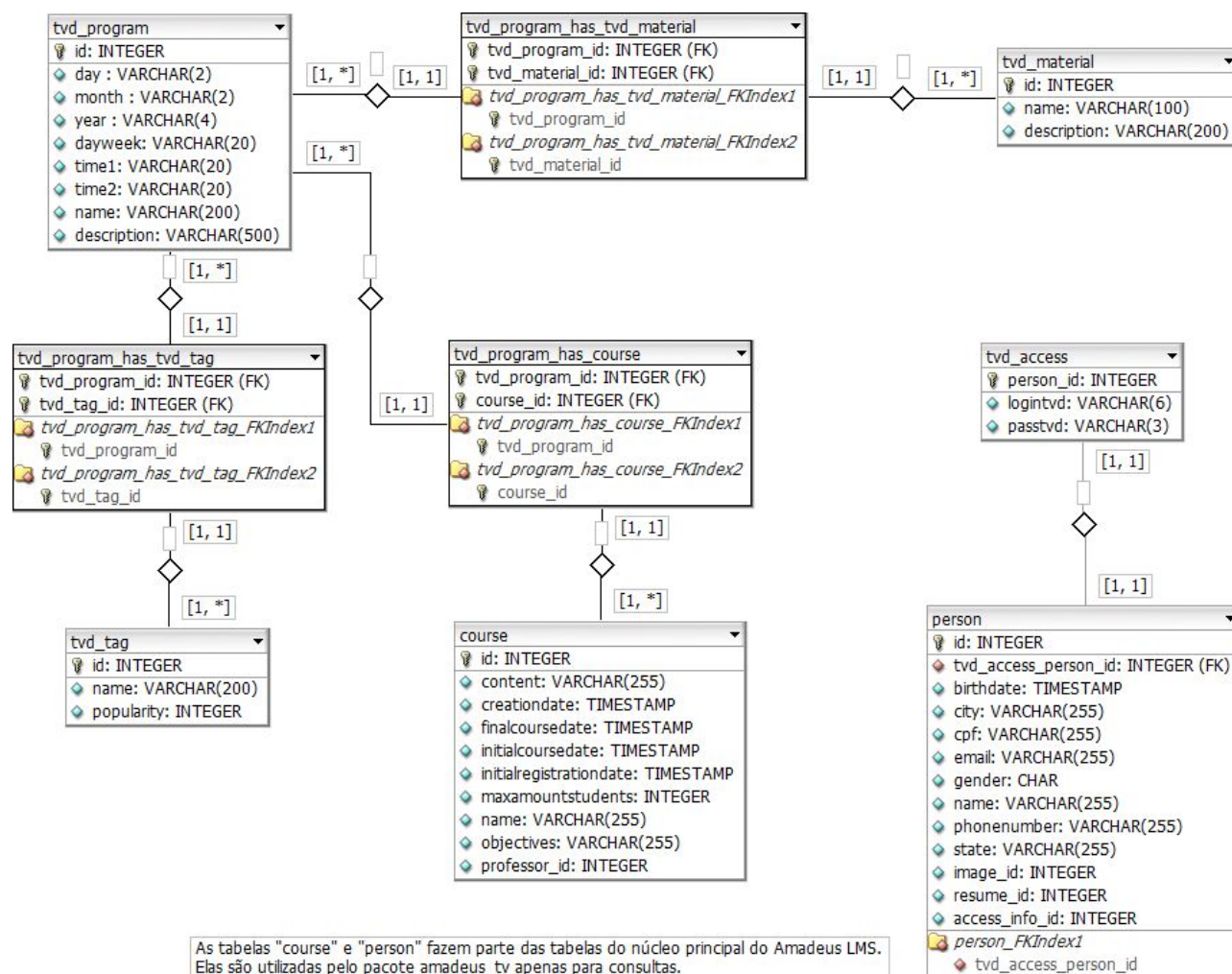
Apêndice B

Modelo da Base de Dados do Amadeus-TV

Esquema da base de dados usada na aplicação Núcleo do Amadeus-TV



Esquema da base de dados usada no Amadeus LMS para integrar-se ao Amadeus-TV



Apêndice C

Questionário para identificação do perfil do participante

Esta pesquisa é parte das atribuições para a obtenção de titulação de Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Para a viabilização deste estudo, solicitamos a sua colaboração no preenchimento deste questionário, que tem por objetivo coletar informações sobre o perfil do participante da pesquisa e sua experiência com mídia televisiva e recursos computacionais.

Agradecemos a sua contribuição, e em caso de dúvida, nos colocamos à disposição para esclarecer qualquer dúvida. Por favor, leia com atenção as questões a seguir.

Informações gerais:

1. Idade: _____
2. Escolaridade: _____
3. Profissão: _____

Experiência com mídia televisiva:

1. Quantos aparelhos de TV você tem em casa? _____
2. Quantas horas semanais em média você passa assistindo TV? _____
3. Quais tipos de programas televisivos você mais assiste?

4. Assiste TV junto com outras pessoas? _____
 - 4.1 Se sim, quem são? _____
5. Possui TV Digital por assinatura? _____
 - 5.1 Se sim, quais aplicações interativas você normalmente utiliza?

- 6.1 Se você tivesse acesso a TV Digital interativa, que tipos de aplicação gostaria de usar?

Experiência com recursos computacionais:

1. Há quanto tempo você utiliza o computador? _____

2. Em quais locais você utiliza o computador?

3. Em média, quantas horas por dia você utiliza o computador? _____

4. Você utiliza o computador com quais finalidades?

5. Quais tipos de ferramentas você utiliza em suas atividades diárias?

Apêndice D

Roteiro de tarefas que devem ser seguidas durante interação

A seguir são listadas algumas tarefas que você deve seguir durante a interação com a aplicação, as quais representam as funcionalidades principais.

Pedimos por gentileza que você fale em voz alta todas as suas impressões, observações, pontos positivos e pontos negativos durante a interação. É muito importante que você fique à vontade neste momento.

Tarefas:

1. Entrar na tela principal da aplicação.
2. Escolha o “bônus” Simulação Interativa. Explore todas as variáveis da simulação
3. Volte para a tela principal da aplicação
4. Escolha o “bônus” Lista de Conceitos. Explore alguns conceitos a seu critério
5. Volte para a tela principal da aplicação
6. Verifique os programas relacionados à “Ciência” que estão disponíveis.
7. Verifique quais os programas relacionados a um assunto que você preferir
8. Verifique quais os programas foram recomendados especialmente para você.
9. Saia da aplicação, ou seja, volte para o vídeo principal em tela cheia.

Login: 010004

Senha: 123

Apêndice E

Teste de aceitação

Esta pesquisa é parte das atribuições para a obtenção de titulação de Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Para a viabilização deste estudo, solicitamos a sua colaboração no preenchimento deste questionário, que tem por objetivo registrar suas impressões quanto à aplicação que você acabou de interagir. Agradecemos a sua contribuição, e em caso de dúvida, nos colocamos à disposição para esclarecer qualquer dúvida. Por favor, fique à vontade para responder as questões abaixo.

1. REAÇÕES GERAIS

Nas questões abaixo circule o número que mais se aproxima da sua resposta. Caso não se aplique circule “NA”.

1.1. Reação geral em relação à aplicação

Terrível					Admirável					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA	

1.2. Expectativa

Frustrante					Satisfatório					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA	

1.3. Motivação

Tedioso					Estimulante					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA	

1.4. Dificuldade

Difícil					Fácil					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA	

1.5. Adequação

Inadequado					Adequado					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA	

1.6. Flexibilidade

Rígido					Flexível					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA	

2. TELA

Nas questões abaixo circule o número que mais se aproxima da sua resposta. Caso não se aplique circule “NA”.

2.1. Caracteres na tela

Difícil de ler					Fácil de ler					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA	

2.2. O *layout* da tela foi útil

Nunca					Sempre					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA	

2.2.1. Quantidade de informação exibida na tela	Inadequada					Adequada					NA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		

2.2.2. Arrumação da informação exibida na tela	Ilógica					Lógica					NA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		

2.3. Seqüência de telas	Confusa					Clara					NA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		

2.3.1. Próxima tela na seqüência	Imprevisível					Previsível					NA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		

2.3.2. Voltando para a tela anterior	Impossível					Fácil					NA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		

2.3.3. Progressão do trabalho	Confusa					Clara					NA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		

Escreva os seus comentários sobre as telas aqui:

3. TERMINOLOGIA

Nas questões abaixo circule o número que mais se aproxima da sua resposta. Caso não se aplique circule “NA”.

3.1. Terminologia relacionada ao trabalho	Inconsistente					Consistente					NA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		

3.2. Execução de uma tarefa leva a um resultado previsível	Nunca					Sempre					NA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		

Escreva os seus comentários sobre as terminologias utilizadas aqui:

4. APRENDIZADO

Nas questões abaixo circule o número que mais se aproxima da sua resposta. Caso não se aplique circule “NA”.

4.1. Início do uso	Difícil					Fácil					NA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		

4.2. Tempo para aprender a usar o sistema	Difícil					Fácil					NA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		

Escreva os seus comentários sobre o aprendizado de uso do sistema aqui:

5. GRÁFICOS

Nas questões abaixo circule o número que mais se aproxima da sua resposta. Caso não se aplique circule “NA”.

5.1. Qualidade das imagens

Ruim					Boa					
1	2	3	4	5	6	7	8	9		NA

5.2. Cores usadas são

Não naturais					Naturais					
1	2	3	4	5	6	7	8	9		NA

5.2.1. Quantidade de cores

Inadequada					Adequada					
1	2	3	4	5	6	7	8	9		NA

Escreva os seus comentários sobre os gráficos utilizados aqui:
