



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Bárbara Bernardini De Franco

**Convergência digital de sistemas de aprendizado
colaborativo, considerando ambientes da
Web e da TV Digital no Brasil**

São José do Rio Preto
2009

Bárbara Bernardini De Franco

Convergência digital de sistemas de aprendizado colaborativo,
considerando ambientes da Web e da TV Digital no Brasil

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação – Área de Concentração em Sistemas de Computação, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Linha de Pesquisa: Engenharia de Software e Banco de Dados

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Hilda Carvalho de Oliveira

São José do Rio Preto
2009

BÁRBARA BERNARDINI DE FRANCO

**Convergência digital de sistemas de aprendizado colaborativo,
considerando ambientes da Web e da TV Digital no Brasil**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, área de Sistemas de Computação junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Hilda Carvalho de Oliveira
UNESP – Rio Claro
Orientadora

Prof. Dr. João Benedito dos Santos Júnior
PUC – Poços de Caldas

Prof. Dr. Eraldo Pereira Marinho
UNESP – Rio Claro

São José do Rio Preto, 23 de Janeiro de 2009.

*“A fundamental rule in technology says
that whatever can be done will be done.”*

Andrew Grove

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, Prof^a Dr^a Hilda Carvalho Oliveira, pelo enorme apoio, incentivo e dedicação ao meu trabalho desde o início do programa, quando participava como aluno especial. Em especial, ao imenso apoio nas publicações, onde trabalhávamos em horários diferenciados para finalizar o texto e submeter aos congressos. Também não posso deixar de citar o grande esforço de reunir todos os seus orientandos na UNESP de Rio Claro e principalmente, a amizade.

Aos meus queridos pais, César e Sueli, que estiveram sempre ao meu lado me apoiando nesta fase. E um especial obrigada para minha vó, Maria de Lourdes e a minha tia, Maria Lygia.

Aos meus colegas, César, Marcelo, Fernanda e Juan. Sempre estivemos unidos durante os momentos iniciais do programa de Mestrado.

Ao Everaldo, um grande amigo e grande parceiro de trabalho.

À UNESP, ao Departamento de Computação de Bauru, ao Departamento de Computação de Rio Claro e aos professores Eraldo e Eugênio por suas contribuições durante a disciplina de Estudos Especiais e principalmente na etapa de Qualificação.

À MStech, empresa que sempre me apoiou e ofereceu recursos e horários diferenciados para desenvolvimento do projeto.

Ao Professor Eduardo Morgado e a Professora Zezé, sempre incentivando nossas escolas e novas oportunidades.

E em especial ao meu querido namorado, Daniel Igarashi, um amigo e um companheiro.

RESUMO

A crescente adoção de sistemas de *e-Learning*, tanto no meio acadêmico quanto no meio corporativo, vem gerando várias linhas de pesquisas e trabalhos em educação a distância. A criação de conteúdos tem recebido especial atenção, associada a padrões com metadados, que enfatizam a reutilização de objetos de aprendizagem (OAs) e a interoperabilidade entre os sistemas de *e-Learning*. A realidade da TV Digital Interativa no Brasil pode ser considerada como um meio alternativo eficaz e de baixo custo para levar informações às comunidades mais remotas, favorecendo a inclusão digital. A TV Digital oferece novos paradigmas de usabilidade. Nesta direção, este trabalho teve como principal objetivo investigar a viabilidade de implementação, no ambiente da TVDI, das funcionalidades dos ambientes virtuais colaborativos de aprendizagem já implementados para a *Web*. O sistema Moodle foi selecionado, por ser mundialmente utilizado, com arquitetura em conformidade com o modelo IEEE LTSA (*Learning Technology System Architecture*) e mecanismos de suporte ao padrão de OAs SCORM. Foram realizadas análises sobre os módulos do Moodle, convergindo o módulo de QUIZ para o ambiente da TVD aberta brasileira. Foram utilizados o emulador *XletView* e a API Java TV.

Palavras-chave: objetos de aprendizagem. *e-Learning*, *t-Learning*, TV digital interativa, convergência digital, GINGA, Java TV

ABSTRACT

The growing adoption of e-Learning systems, both in academia and in corporative areas, is generating many lines of research and works in education. The creation of Learning contents with metadata standards has received special attention. They enhance the reutilizability of Learning Objects (LOs) and the interoperability between e-Learning systems. The reality of the Interactive Digital TV (IDTV) in Brazil can be considered as an effective alternative way and of low cost to take information to many remote communities, fostering digital inclusion. The Digital TV offers new paradigms of usability. In this direction, the main goal of this work was investigate the viability of converge the functionalities of Web collaborative virtual environments of learning for the environment of the IDTV. The Moodle system was selected, because it comes world-wide being used, with architecture in according to the model IEEE LTSA (Learning Technology System Architecture) and has mechanisms of support to the standard of LOs SCORM. Analyses on the modules of the Moodle were done. The QUIZ module was converged to the environment of the Brazilian open digital TV. The XletView emulator and the Java TV API were used.

Keywords: *Learning Objects, e-Learning, t-Learning, Interactive Digital TV, digital convergence, GINGA, Java TV API*

LISTA DE FIGURAS

página

Figura 1 - Metáfora subjacente ao modelo de referência dos objetos de conteúdo compartilhável.....	37
Figura 2 - Componentes de um sistema de gestão de conteúdos de aprendizagem, LCMS.....	38
Figura 3 - Manuais técnicos do padrão SCORM.	41
Figura 4 - Modelo genérico de um ambiente LMS.	43
Figura 5 - Componentes da arquitetura IEEE LTSA.....	46
Figura 6 - Tela de um curso criado no Moodle.....	47
Figura 7 - Visão de <i>t-Learning</i> que associa Educação com entretenimento (<i>edutainment</i>).	59
Figura 8 - Menu principal com a opção Biologia escolhida.	60
Figura 9 - Seção da Biologia com diferentes assuntos.	60
Figura 10 - Seção da Biologia com diferentes assuntos.	60
Figura 11 - Uma questão sobre transpiração das plantas.	60
Figura 12 - Representação de um equipamento Set-Top Box.....	68
Figura 13 - Configuração básica de um STB, segundo norma da ABNT.....	71
Figura 14 - Infra-estrutura para criação, transmissão e recepção do conteúdo para a TV.	72
Figura 15 - Visão geral do sistema de transmissão.	72
Figura 16 - Visão geral da transmissão hierárquica.....	73
Figura 17 - Modelo de comunicação bidirecional para o canal de retorno.	74
Figura 18 - Canal de interatividade bidirecional com acesso à Internet.	75
Figura 19 - Estrutura do ambiente de aplicações do SBTVD.	78
Figura 20 - Arquitetura Ginga.....	80
Figura 21 - Arquitetura da middleware Ginga-J.	82
Figura 22 - Estados de um <i>Xlet</i>	84
Figura 23 - Interface com o usuário para a atividade <i>Quiz</i>	89
Figura 24 - Cliente e Servidor da solução proposta no trabalho.	90
Figura 25 - Modelo dos canais de comunicação da solução proposta.	91
Figura 26 - Diagrama de caso de uso do sistema proposto.....	93
Figura 27 - Diagrama de Atividade da aplicação do lado servidor.	94
Figura 28 - Diagrama de Atividade da aplicação do lado cliente.	95
Figura 29 - Diagrama de Classes do protótipo.	96
Figura 30 - Diagrama de Seqüência.....	97
Figura 31 - Tela de uma questão do <i>Quiz</i> visualizado a partir do Moodle.	99
Figura 32 - Aplicação em execução no emulador <i>XletView</i>	99
Figura 33 - Formato do XML enviado ao aplicativo no emulador <i>XletView</i>	100
Figura 34 - Formato do XML criado a partir do aplicativo proposto.	100

LISTA DE TABELAS

página

Tabela 1 - Finalidades da TV Digital Brasileira segundo o Decreto nº 4.901.....	20
Tabela 2 - Características inerentes à EaD.	25
Tabela 3 - Vantagens e desvantagens de <i>e-Learning</i>	27
Tabela 4 - Matriz de tempo/espaço.	33
Tabela 5 - Características de sistemas CMS, LMS e LCMS.....	39
Tabela 6 - Descrição das ferramentas do sistema Moodle.	49
Tabela 7 - Classes de sistemas de TVD, segundo o nível de interatividade.	76
Tabela 8 - Análise das atividades relacionadas ao aluno do sistema Moodle 1.6.....	88
Tabela 9 - Casos de Uso do protótipo.	92
Tabela 10 - Características das gerações de EaD, segundo Sherron e Boettcher (1997).	113

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABED:	Associação Brasileira de Educação a Distância
ADL:	<i>Advanced Distributed Learning</i>
ADSL:	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>
ANATEL:	Agência Nacional de Telecomunicações
API:	<i>Application Programming Interface</i>
ARIADNE:	<i>Alliance for Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe</i>
ARIB:	<i>Associations of Radio Industries and Business</i>
ATSC:	<i>Advanced Television System Committee</i>
AVA:	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
BBC:	<i>British Broadcasting Corporation</i>
CD-ROM:	<i>Compact Disk Read Only Media</i>
CETAM:	Centro de Educação, Tecnologia do Amazonas
CMI:	<i>Computer Managed Instruction</i>
CMS:	<i>Content Management System</i>
COFDM:	<i>Coded Orthogonal Frequency-Division Multiplexing</i>
CPqD:	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
CPU:	<i>Central Processing Unit</i>
CSCL:	<i>Computer Supported Collaborative Learning</i>
CSCW:	<i>Computer Supported Collaborative Work</i>
CSS:	<i>Cascade Style Sheets</i>
DASE:	<i>DTV Application Software Environment</i>
DiBEG:	<i>Digital Broadcasting Experts Group</i>
DOM:	<i>Document Object Model</i>
DVB:	<i>Digital Video Broadcasting</i>
DVD-ROM:	<i>Digital Versatile Disc Read Only Media</i>
EaD:	Educação a Distância
<i>e-Learning:</i>	<i>Electronic Learning</i>
ELG:	<i>European Launching Group</i>
EPG:	<i>Electronic Programming Guide</i>
FCC:	<i>Federal Communications Commission</i>
FINEP:	Financiadora de Estudos e Projetos
GPL:	<i>General Public License</i>
GSM:	<i>Global System for Mobile Communications</i>
HDTV:	<i>High Definition Television</i>
HTML:	<i>Hypertext Markup Language</i>
IEEE:	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IRD:	<i>Integrated Receiver Decoder</i>
ISDB-T:	<i>Integrated Services Digital Broadcasting</i>
ITI:	Instituto Nacional de Tecnologia da Informação
iTV:	<i>Internet TV</i>
JMF:	<i>Java Media Framework</i>
LDB:	<i>Lei de Diretrizes e Bases</i>
LMS:	<i>Learning Management System</i>
LO:	<i>Learning Object</i>
LOM:	<i>Learning Object Metadata</i>
LOM WG:	<i>Learning Objects Metadata Working Group</i>
LTSA:	<i>Learning Technology System Architecture</i>
MEC:	Ministério da Educação

MHP:	<i>Multimedia Home Platform</i>
MOODLE:	<i>Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment</i>
MPEG:	<i>Moving Picture Experts Group</i>
NIED:	Núcleo de Informática Aplicada à Educação
OA:	Objeto de Aprendizagem
OFDM:	<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>
PCMCIA:	<i>Personal Computer Memory Card International Association</i>
PES:	<i>Packetized Elementary Stream</i>
PHP:	<i>Personal Home Page</i>
PID:	<i>Packet ID</i>
PUC:	Pontifícia Universidade Católica
QMA:	<i>Quadrature Amplitude Modulation</i>
QPSK:	<i>Quadrature Phase Shift Keying</i>
RAM:	<i>Random Access Memory</i>
RCT:	<i>Return Channel Terrestrial</i>
RDSI:	Redes Digitais de Serviços Integrados
ROM:	<i>Read Only Memory</i>
SBTVD-T:	Sistema Brasileiro de Televisão Digital - Terrestre
SCORM:	<i>Sharable Content Object Reference Model</i>
SD:	<i>Secure Digital Card</i>
SEED:	Secretaria de Educação a Distância
SEDEC:	Secretaria de Educação do Estado do Amazonas
SUFRAMA:	Superintendência da Zona Franca de Manaus
STB:	<i>Set-Top Box</i>
T-Commerce:	<i>Television Commerce</i>
TCP/IP:	<i>Transmission Control Protocol Internet Protocol</i>
TDMA:	<i>Time division Multiple Access</i>
TIC:	<i>Tecnologias da Informação e Comunicação</i>
t-Learning:	<i>Television Learning</i>
TS:	<i>Transport Stream</i>
TV:	Televisão
TVA:	TV Aberta
TVD:	TV Digital
TVDI:	TV Digital Interativa
UCP:	Unidade Central de Processamento
UEA:	Universidade Estadual do Amazonas
UFPB:	Universidade Federal da Paraíba
UML:	<i>Unified Modeling Language</i>
USB:	<i>Universal Serial Bus</i>
VoD:	<i>Video on Demand</i>
VoIP:	<i>Voice over Internet Protocol</i>
WEB	<i>World Wide Web</i>
Wi-Fi:	<i>Wireless Fidelity</i>
XML:	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

página

RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	
SUMÁRIO	
1 INTRODUÇÃO	14
2 E-LEARNING: EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA NA ERA DA INTERNET	24
2.1 CONCEITO DE <i>E-LEARNING</i>	29
2.2 APRENDIZAGEM COLABORATIVA ASSISTIDA POR COMPUTADOR	32
2.3 OBJETOS DE APRENDIZAGEM	35
2.4 SCORM: UM PADRÃO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE OA	40
2.5 PADRÕES DE METADADOS	43
2.6 ARQUITETURA IEEE LTSA PARA <i>E-LEARNING</i>	44
2.7 SISTEMA MOODLE	46
3 TV DIGITAL INTERATIVA: UM NOVO AMBIENTE PARA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA	52
3.1 <i>T-LEARNING</i> : UMA NOVA MODALIDADE PARA <i>E-LEARNING</i>	58
3.2 SBTVD-T: SISTEMA BRASILEIRO DE TELEVISÃO DIGITAL - TERRESTRE	61
3.2.1 PADRÃO ISDB-T (INTEGRATED SERVICES OF DIGITAL BROADCASTING)	64
3.2.2 PADRÃO ATSC (ADVANCED TELEVISION SYSTEM COMMITTEE)	65
3.2.3 PADRÃO DVB (DIGITAL VÍDEO BROADCASTING)	66
3.3 INFRA-ESTRUTURA BÁSICA PARA A TRANSMISSÃO DA TVDI	67
3.3.1 RECEPTORES SET-TOP BOX	68
3.3.2 SISTEMA DE TRANSMISSÃO E CANAL DE RETORNO	71
3.4 MIDDLEWARES E APIs PARA A TVDI	77
3.4.1 MIDDLEWARE ARIB - ISDB-T	78
3.4.2 MIDDLEWARE DASE - ATSC	79
3.4.3 MIDDLEWARE MHP - DVB	79
3.4.4 MIDDLEWARE GINGA	80
3.4.5 API JAVA TV	82
4 SISTEMA MOODLE: DA WEB PARA A TV DIGITAL	85
4.1 MAPEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS	86
4.2 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO	89
4.3 MECANISMOS DE INTEGRAÇÃO	90
4.4 MODELAGEM UML	91
4.4.1 CASOS DE USO	91

4.4.2 DIAGRAMA DE ATIVIDADE.....	93
4.4.3 DIAGRAMA DE CLASSES.....	94
4.4.4 DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA.....	96
4.5 PROTÓTIPO DO SISTEMA PROPOSTO.....	98
5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
REFERÊNCIAS	105
APÊNDICE A: EVOLUÇÃO DA EAD E SUA CONDUÇÃO NO BRASIL PARA DIFERENTES COMUNIDADES	111
APÊNDICE B: NORMAS TÉCNICAS DA ABNT PARA A TVDI NO BRASIL.....	120
APÊNDICE C: EXEMPLOS DE PROJETOS EDUCATIVOS QUE USAM TV DIGITAL NO BRASIL	125
APÊNDICE D: CÓDIGO DE IMPLEMENTAÇÃO DO MÓDULO QUIZ.....	128
ANEXO A: ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS DA ATIVIDADE QUIZ DO MOODLE (MOODLE DOCS, 2002)	133
ANEXO B: EXEMPLOS DE TECNOLOGIAS DE TV PARA A WEB.....	134

1 INTRODUÇÃO

A Educação a Distância (EaD) vem sendo aplicada desde o século XIX com os cursos por correspondência. Com a evolução das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), os conteúdos foram sendo distribuídos através de diferentes recursos, como: rádio, televisão (TV), fitas cassetes de áudio/ vídeo, CDs/DVD-ROMs, Internet e, mais recentemente, TV Digital (terrestre, a cabo ou por satélite). Tais recursos podem ser classificados em cinco categorias, seguindo a orientação de Lima e Capitão (2003): tecnologias de impressão, tecnologias áudio, tecnologias vídeo, tecnologias baseadas em computador e tecnologias baseadas na TV digital.

A evolução tecnológica digital se deu a passos tão largos que nos anos 90 com o surgimento dos serviços da *World Wide Web* (Web) na Internet houve uma verdadeira revolução digital em todas as áreas de divulgação de informações e entretenimento. Objetos multimídia cada vez mais complexos foram se tornando viáveis, devido à crescente largura de banda da rede e velocidade de transmissão aos usuários.

Sem dúvida, o computador e a Internet revolucionaram também a Educação, evidenciando novas perspectivas para o meio educacional e requerendo modelos de ensino mais adequados à exploração do potencial de ensino-aprendizagem desses novos recursos.

Várias instituições (públicas e privadas) e especialistas da área de Ensino e de Tecnologia têm acompanhado as mudanças ocorridas na Educação a Distância (EaD) e o impacto dessas mudanças na vida social e econômica da população em várias regiões do mundo.

No Brasil, as bases legais para a EaD foram estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96), que foi regulamentada pelo Decreto nº 2.494/98, revogado pelo Decreto nº 5.622/2005. Desde 2006, consta na legislação (artigo nº 80) que o poder público deve incentivar o desenvolvimento e veiculação de programas de EaD em todos os níveis e modalidades de Ensino. O Decreto nº 5.622 (parágrafo único do artigo 7º) estabelece que os cursos em EaD devem seguir as regras definidas pela Secretaria de Educação a Distância (SEED), do Ministério da Educação (MEC), compiladas sob o título “Referenciais de Qualidade para a Educação a Distância” (SEED, 2007).

Essas regras, embora não tenham força de lei, são utilizadas para subsidiar os atos legais do poder público quanto aos processos de regulação, supervisão e avaliação de cursos de EaD.

A definição de EaD no Brasil pode ser encontrada no Decreto nº 5.622 (SEED, 2007):

Educação a Distância (EaD) é a modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorre com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, envolvendo estudantes e professores no desenvolvimento de atividades educativas em lugares ou tempos diversos.

Segundo Lima e Capitão (2003) há várias nomenclaturas similares para Educação à Distância, aplicadas por diferentes autores: “ensino a distância”, “aprendizagem a distância”, “tele formação”, “tele ensino”, entre outras. Neste trabalho optou-se por “Educação a Distância” por ser o termo utilizado pela SEED/MEC.

É importante ressaltar a seguinte colocação da SEED/MEC constante dos “Referenciais de Qualidade para a Educação Superior A Distância” (SEED, 2007):

[...] o princípio da interação e da interatividade é fundamental para o processo de comunicação e devem ser garantidos no uso de qualquer meio tecnológico a ser disponibilizado.

O Ministro Hélio Costa, em 2008, em entrevista a (SeCom, 2008), fez a seguinte declaração sobre a importância social e econômica da Internet e do futuro da TV Digital (TVD) brasileira:

Estamos vivendo em um momento de plena convergência mundial. De repente, o seu televisor passa a ser um ponto de acesso de comunicação, e não mais apenas um televisor. Haverá a Internet e telefone pelo televisor.

É certo que o Ministro deve ter se referido ao modelo de TVD Interativa (TVDI) proposto para o país, uma vez que a interatividade é uma das principais características da Internet/Web.

Segundo Reis (2005), a interatividade e a socialização são duas das mais importantes atividades no processo de transferência de conhecimento, para facilitar a construção do conhecimento pelo aluno e o desenvolvimento de suas habilidades de reflexão e crítica. Segundo a SEED (2007), como o aluno é o centro do processo educacional, um dos pilares para garantir a qualidade de um curso a distância é a interatividade entre professores, tutores e estudantes.

A atual geração de EaD deve ser marcada pela convergência digital, possibilitando que as comunidades de alunos possam ter o direito de aproveitar melhor o tempo disponível, fazendo uso do meio tecnológico que lhe for mais oportuno naquele instante. O desejado envolvimento do aluno pode ser facilitado pela opção de escolha do conteúdo e do meio de comunicação e interatividade.

Logo, mais que defender uma ou outra tecnologia para EaD, é importante que se pense em oferecer um leque de opções para que os cursos sejam ajustados ao perfil sócio-cultural e econômico do aluno.

Atualmente, a tecnologia digital permite que se projete variadas estruturas e mecanismos de implementação de ambientes virtuais para cursos de EaD em diferentes tipos de dispositivos e formatos multimídia, seja para o computador (Web, IPTV, etc.), para a TVD (fixa ou móvel), ou outro meio disponível.

Muitas pesquisas têm sido voltadas à computação ubíqua, que visa a conexão de dispositivos, pessoas e grupos (comunicação ubíqua). Segundo Lyytinen e Yoo (2002 apud ARAUJO, 2007), a computação ubíqua surgiu da necessidade de se integrar mobilidade (computação móvel¹) com a funcionalidade da computação

¹ “a computação móvel expande a capacidade de um usuário utilizar os serviços que um computador oferece, independentemente de sua localização” (ARAUJO, 2007).

pervasiva². Visa a construção de modelos de ambientes que possam configurar seus serviços, dinamicamente, dependendo do dispositivo que esteja de porte do usuário em um dado momento e em uma certa localização.

Nesse contexto, o trabalho apresentado teve como principal objetivo verificar a viabilidade de implementação das funcionalidades dos ambientes virtuais colaborativos de certos sistemas de EaD já implementados para a *Web* no ambiente da TVDI.

Os ambientes colaborativos considerados estão inseridos na categoria de Aprendizagem Colaborativa Assistida por Computador, mais conhecida como CSCL (*Computer Supported Cooperative Learning*) (LEHTINEN, 2003). Tais ambientes implementam grupos virtuais que podem se comunicar de maneira síncrona³ ou assíncrona⁴, além de prover outros serviços e funcionalidades para o ensino-aprendizagem a distancia.

Os sistemas de EaD que utilizam a Internet como meio de distribuição do conteúdo e como canal de interatividade estão inseridos na classe de sistemas conhecida como *e-Learning*. O conceito de *e-Learning* ainda não tem um consenso dos estudiosos em EaD, pois alguns consideram que essa classe de sistemas inclui todas as tecnologias disponíveis para comunicação e/ou distribuição de conteúdos, outros consideram apenas a Internet, alguns consideram a Internet mais as mídias de leitura ótica como CDs/DVDs-ROMs, e assim por diante.

Neste trabalho, o conceito de *e-Learning* adotado envolve apenas os sistemas de aprendizagem através da Internet, como Rosenberg (2001), Sachs (2000 apud LIMA; CAPITÃO, 2003); Masie (2001 apud LIMA; CAPITÃO, 2003). Nesse caso, os sistemas de CSCL considerados para esse trabalho se restringem

² Na computação pervasiva “o computador tem a capacidade de obter informação do ambiente no qual ele está (transparente ao usuário) e utilizá-la para construir dinamicamente modelos computacionais para controlar, configurar e ajustar a aplicação para melhor atender as necessidades do dispositivo ou usuário” (ARAUJO, 2007).

³ Comunicação que ocorre exatamente ao mesmo tempo, simultaneamente. Dessa forma, as mensagens emitidas por uma pessoa são imediatamente recebidas e respondidas por outras pessoas. Exemplos: ensino presencial, conferências telefônicas e videoconferências.

⁴ Comunicação que não ocorre exatamente ao mesmo tempo, não-simultaneamente. Desta maneira, a mensagem emitida por uma pessoa é recebida e respondida mais tarde pelas outras. Exemplos: curso por correspondência e correio eletrônico. É o oposto de comunicação síncrona.

aos que fazem uso das tecnologias da Internet para a implementação de todos os recursos necessários e como plataforma de distribuição. As demais tecnologias de EaD, que surgiram antes na Web, não são consideradas, pois utilizam conteúdos seqüenciais e isentos de interatividade, resolvendo, de certa forma, apenas o problema da distância.

Da mesma forma que o conceito tem divergências entre autores, observou-se que a tradução para a Língua Portuguesa também sofre do mesmo problema. Tem sido traduzido como “aprendizagem eletrônica”, “aprendizagem através da Internet”, “aprendizagem digital”, e assim por diante.

A SEED/MEC, em seus editais de chamadas de projetos, tem utilizado o próprio termo “*e-Learning*”, sem tradução, assim como em vários textos do seu sítio (*site*). Neste trabalho optou-se por usar o termo da mesma forma.

Os sistemas computacionais que disponibilizam as funcionalidades de *e-Learning* de acordo com o conceito adotado oferecem mecanismos que possibilitam a criação do ambiente de interação professor-aluno (DEDE, 1989). Também provêm a capacidade de realizar o intercâmbio de materiais disponíveis, discussões em grupos, entre outras funcionalidades. O aluno em um ambiente de *e-Learning* tem como apoio os materiais disponibilizados pelo seu professor além do suporte *on-line* do professor. A princípio, permitem, aos participantes, conexão ao ambiente a partir de qualquer computador conectado à Internet no horário que for mais conveniente.

Assim como introdução do computador e da Internet como facilitadores de um ambiente de EaD conduziram ao termo *e-Learning* (DEDE, 1989; LIMA; CAPITÃO, 2003), a introdução da tecnologia da TVDI na EaD tem motivado a utilização do termo *t-Learning* ou *tv-learning* (PÄIVI, 2005).

Em dezembro de 2007, o Brasil deu início ao seu plano de transição do padrão tecnológico da Televisão Aberta⁵: do analógico PAL-M (adaptado do sistema PAL europeu) para o digital SBTVD-T (Sistema Brasileiro de Televisão Digital - Terrestre), adaptado do modelo de TVD japonês ISDB-T (*Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial*).

⁵ A TV Aberta no Brasil se constitui em um instrumento com serviços de informação e entretenimento gratuitos transmitidos por sinais analógicos (ZUFFO, 2006).

Através do Decreto nº 5.820⁶, de 29 de junho de 2006, ficaram estabelecidas as diretrizes “para transição do sistema de transmissão analógica para o sistema de transmissão digital de radiodifusão de sons, imagens e dos serviços de retransmissão de televisão”.

O decreto determina que todo o processo de transição deve ser finalizado em dez anos. Assim, em 2016 o sistema analógico de TVA deverá ser desligado. Nos Estados Unidos, esse desligamento já deverá ocorrer no primeiro semestre de 2009 e em 2010 na Europa e Ásia. Assim, na segunda década do século XXI o Brasil já deverá estar no conjunto de países com a tecnologia da TVD. A tendência é que essa tecnologia seja adotada por todos os países, prevendo-se a extinção dos sistemas de transmissão analógica na comunicação.

O plano governamental inclui a disseminação gradativa em todo território nacional até 2016. Isso envolve o esforço das emissoras em efetuar a migração de sua infra-estrutura a fim de suportar as tecnologias para a TVD bem como a capacidade de atuar junto às empresas para oferecer à população a um preço acessível os equipamentos capazes de converter o sinal digital transmitido pelas emissoras para o sistema analógico suportado pelos aparelhos de TV convencionais.

As discussões sobre a TVD já vinham desde 1999, como meta de Governo. Em 26 de novembro de 2003 foi instituído o Decreto nº 4.901, com a finalidade de planejar e viabilizar o processo de transição do padrão tecnológico de televisão de analógico para digital, estimular a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias digitais brasileiras, entre outras. O decreto definiu os propósitos da TVD no Brasil, conforme pode ser visto na **Tabela 1**.

Para a definição do padrão de TVD a ser adotado, foram efetuados vários levantamentos entre os sistemas já existentes em outros países/regiões: sistema americano, europeu e o japonês.

O sistema de TVD americano implementa alta definição, mas só atinge aparelhos fixos de TV. O Europeu, por outro lado, não tem a alta definição como o

⁶ Ver <http://www.presidencia.gov.br>

americano, apesar de prover transmissão também para os dispositivos móveis – essa facilidade, porém, é restrita ao uso de uma linha telefônica, com custos ao usuário pelo tempo em que assistiu aos seus programas no celular ou no carro (cerca de US\$ 1.25 o minuto de televisão transmitido) (SeCom, 2008). Já o sistema japonês implementa a alta definição similar ao americano e permite a transmissão para os dispositivos móveis gratuitamente. Além disso, também implementa uma funcionalidade não disponível nos outros dois sistemas: a interatividade com o usuário.

Tabela 1 - Finalidades da TV Digital Brasileira segundo o Decreto nº 4.901.

Fonte: extraído de PRODEMGE (2008).

Finalidades da TV Digital brasileira

- 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
- Propiciar a criação de rede universal de educação a distância
- Estimular a pesquisa e o desenvolvimento e propiciar a expansão de tecnologias brasileiras e da indústria nacional relacionadas à tecnologia de informação e comunicação
- Planejar o processo de transição da televisão analógica para a digital, de modo a garantir a gradual adesão de usuários a custos compatíveis com sua renda
- Viabilizar a transição do sistema analógico para o digital, possibilitando às concessionárias do serviço de radiodifusão de sons e imagens, se necessário, o uso de faixa adicional de radiofrequência, observada a legislação específica
- Estimular a evolução das atuais exploradoras de serviço de televisão analógica, bem como o ingresso de novas empresas, propiciando a expansão do setor e possibilitando o desenvolvimento de inúmeros serviços decorrentes da tecnologia digital, conforme legislação específica
- Estabelecer ações e modelos de negócios para a televisão digital adequados à realidade econômica e empresarial do país
- Aperfeiçoar o uso do espectro de radiofrequências
- Contribuir para a convergência tecnológica e empresarial dos serviços de comunicações
- Aprimorar a qualidade de áudio, vídeo e serviços, consideradas as atuais condições do parque de receptores instalado no Brasil; e
- Incentivar a indústria regional e local na produção de instrumentos e serviços digitais.

Após estudos e discussões entre Governo, empresa e centros de pesquisa, o modelo nacional foi definido (Decreto nº 5.820) com base no modelo japonês, que melhor satisfaz as necessidades das políticas públicas de comunicação do Brasil.

Segundo o ministro Hélio Costa, o sistema brasileiro trouxe melhorias ao

sistema japonês, em relação à interatividade. No sistema japonês a interatividade é voltada ao comércio eletrônico (SeCom, 2008). No Brasil, além do comércio eletrônico, houve preocupação com a interatividade na Educação. O ministro enfatiza que a TVD numa sala de aula poderá permitir que não só o professor se expresse ao aluno (comunicação unidirecional), o aluno também pode se expressar, permitindo um mecanismo de interação construtivo entre professor, aluno e classe.

O modelo SBTVD-T é ajustável às características de mobilidade e portabilidade de comunicação, indo de encontro às necessidades de convergência digital dos sistemas (LYTRAS, 2002).

Face ao exposto, considerando o nível de interatividade propiciada pelo padrão japonês e o cenário brasileiro onde mais de 90% dos domicílios possuem um aparelho de TV (IBGE, 2007), o trabalho apresentado mostra-se dentro de um contexto tecnológico real e factível em um futuro próximo. Entretanto, não há como negar que em todos os países, com exceção da Alemanha (DEUTSCHE WELLE, 2008) a transição para a TVD está lenta. No caso dos Estados Unidos, são 10 anos da implantação da TVD, porém, o processo ainda não foi concluído (FUOCO, 2008).

Apesar disso, a TVDI deverá ser implantada e a convergência digital para os sistemas de CSCL através da Web deve ser vista como uma parte da comunicação ubíqua em EaD. A limitação imposta à interatividade pelo controle remoto poderá ser minimizada por outros dispositivos de entrada de dados.

Assim como o rádio e a TV ainda são utilizados como meios de distribuição de conteúdo no Brasil (ver **APÊNDICE A**), associado a outros meios como a Web, a TVD também poderá ser um recurso alternativo para certas comunidades.

Convém observar que os estudos sobre IPTV que vem sendo desenvolvidos (como o Projeto Proformar e Educação Interativa, no **capítulo 3**) podem ser considerados como uma alternativa de acesso a um computador para práticas de ensino aprendizagem. Contudo, trazer o ambiente da TV para a Internet requer grande largura de banda e custo considerável, o que ainda mantém o problema social de acesso para as classes sociais C, D e E.

O uso da TVD neste contexto consiste, portanto, de mais uma alternativa que precisa ser avaliada, devido aos objetivos do governo de disseminar a TVD no Brasil a todas às classes sociais.

Para melhor apresentar os estudos realizados, essa dissertação foi organizada em cinco capítulos.

O **capítulo 2** aborda com mais profundidade os temas de EaD e *e-Learning*. Aborda também os ambientes para Aprendizagem Colaborativa Auxiliada por Computador, ou CSCL, e padrões e tecnologias para a implementação de conteúdos de aprendizagem na Web. O capítulo também traz considerações sobre o sistema de *e-Learning* escolhido para os experimentos propostos.

O **capítulo 3**, por sua vez, discute com mais profundidade a TVDI como um meio facilitador para a educação, abordando o conceito de *t-Learning*. Os mecanismos de transmissão e recepção da TVD também são discutidos no capítulo, com ênfase nas interfaces que permitem a interoperabilidade entre os sistemas convencionais em uso e a interface do ambiente da TVDI (*middlewares*). Considerando a interface GINGA (único componente da TVDI genuinamente brasileiro) como sendo o responsável pela interatividade, são feitas considerações sobre a Interface de Programação de Aplicações Java TV, aceita pelo GINGA, e sobre o emulador para as aplicações *XletView*.

Com base nos capítulos anteriores, o **capítulo 4** apresenta as atividades e esforços requeridos para o desenvolvimento do trabalho proposto, bem como os experimentos realizados. Por fim, o **capítulo 5** expõe algumas considerações sobre o trabalho apresentado e a convergência digital de sistemas de *e-Learning* para *t-Learning*, visando a continuidade da proposta.

As referências bibliográficas mencionadas no texto são apresentadas no **capítulo 6**, segundo as normas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O **APÊNDICE A** traz algumas colocações e exemplos sobre a adoção do rádio e da transmissão analógica ainda nos dias atuais na EaD, de modo a complementar a visão sobre o impacto sócio-econômico no ensino-aprendizagem de acordo com as necessidades dos alunos.

O **APÊNDICE B** traz a relação constante na ABNT com as normas técnicas para TVDI, definidas pelo Fórum do Sistema Brasileiro de TVD, criado em 29 junho de 2006, pelo Decreto nº 5.820.

Alguns exemplos de programas em EaD com TVD que vêm sendo

executados no Brasil são apresentados no **APÊNDICE C**, mesmo sem a infraestrutura da TVDI, conforme o padrão do SBTVD-T.

O **ANEXO A**, por sua vez, apresenta a estrutura do Banco de Dados Moodle, de modo a complementar a compreensão das atividades desenvolvidas, conforme constante no **capítulo 4**.

Já o **ANEXO B** traz algumas definições e comentários sobre a tecnologia de TV para a Web, denominada IPTV, e como a Internet está sendo inserida também no mundo da TV, com a introdução do conceito de Internet TV (iTV).

2 E-LEARNING: EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA NA ERA DA INTERNET

Em um mundo cada vez mais conectado digitalmente, a possibilidade de participar de uma aula sem precisar sair de casa, por exemplo, tem envolvido cada vez mais alunos em Cursos de Educação a Distância (EaD). A sofisticação das ferramentas provedoras de EaD tem facilitado a transição da sala de aula real para a virtual.

Segundo Moore e Kearsley (1996 apud LIMA; CAPITÃO, 2003), o principal objetivo da EaD é possibilitar a educação nos locais e horários mais convenientes para o aluno. Segundo os autores, a EaD é essencialmente voltada para aqueles alunos com capacidade de imporem a si mesmos um regime de auto-aprendizagem.

De acordo com Chute, Thompson e Hancock (1999 apud LIMA; CAPITÃO, 2003), o ensino presencial deve continuar sendo utilizado para determinados conteúdos a algumas camadas da população de alunos. No entanto, é importante que o ensino presencial seja complementado com ferramentas alternativas para a aprendizagem, inclusive de EaD (EaD híbrida).

Muitas são as definições possíveis e apresentadas para Educação a Distância nas literaturas. Pode-se afirmar que há um consenso mínimo entre elas: considerar EaD a modalidade de educação em que as atividades de ensino-aprendizagem são desenvolvidas majoritariamente sem que alunos e professores estejam presentes no mesmo lugar à mesma hora. Podem envolver atividades presenciais (*in-loco*).

Para este trabalho, a definição adotada é a que consta no Decreto nº 5.622 (SEED, 2007):

Educação a Distância é a modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorre com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, envolvendo estudantes e professores no desenvolvimento de atividades educativas em lugares ou tempos diversos.

Lima e Capitão (2003) compilaram várias definições de EaD, resultando em um conjunto de características comuns, apresentado na **Tabela 2**. Nesse contexto, o papel do aluno e do professor deve ser ajustado em relação ao ensino presencial. A **Tabela 3**, por sua vez, ao mesmo tempo em que apresenta as características funcionais do aluno, do professor e da Instituição de Suporte (de Ensino ou de Formação/Treinamento), também apresenta pontos considerados benéficos e outros desafiadores para esses atores na EaD.

Tabela 2 - Características inerentes à EaD.

Fonte: extraída e adaptada de Lima e Capitão (2003).

Característica	Comentário
Separação entre professor e alunos, tanto em espaço como em tempo.	Cada aluno também pode estar separado do restante (grupo de aprendizagem).
A informação e a comunicação entre o professor e o aluno estão distribuídas e são mediadas por meios técnicos.	Torna-se necessário introduzir meios de comunicação artificiais, providenciados pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) que permitam: (1) distribuir a informação; (2) interação entre os grupos (pelo menos professor-aluno).
O processo de ensino deve ser proporcionado por uma instituição de ensino ou formação, integrando professores, técnicos, administradores, entre outros domínios de formadores.	A formatação de apresentação do conteúdo, a distribuição e o apoio ao aluno requerem esforços conjuntos de uma equipe de especialistas (professores, <i>designers</i> , técnicos e administradores).
O controle do itinerário da aprendizagem (conteúdo, tempo de estudo e ritmo) é decidido pelo aluno.	A responsabilidade do controle da aprendizagem é delegada ao aluno, cabendo a este decidir quais os conteúdos estudar, o tempo a dedicado ao estudo e o ritmo de aprendizagem.

Pode-se dizer que a EaD teve seu início em 1840 na Europa e Estados Unidos, com os primeiros cursos sendo distribuídos por correspondência. Por volta de 1930 começaram a aparecer os primeiros cursos a distância via rádio e, em 1954, através da televisão aberta (transmissão analógica), inclusive no Brasil. Com a popularização das fitas magnéticas de áudio e vídeo, o número de alunos foi

umentando significativamente. Normalmente, os cursos mantinham textos impressos enviados por correspondência para complementar a aprendizagem. A evolução da transmissão de sinais da TV (por satélite e cabo) potencializaram seu valor no mundo da EaD. Com a popularização dos computadores a partir da década de 1980, começaram a ser desenvolvidos sistemas educacionais com melhor qualidade de conteúdo multimídia e novas formas de interatividade, inicialmente através de memórias de massa como discos flexíveis (*floppy disks*) e principalmente CDs e DVD-ROMs. O computador propiciou, de fato, uma nova abordagem de EaD, tanto de apresentação do conteúdo quanto de interação com o usuário (DIX *et al.*, 1998). As redes de computadores, por sua vez, estenderam a capacidade de resposta e manipulação dos elementos de interação (ANIDO-RIFÓN, 2002).

Entretanto, nada se compara ao advento da *World Wide Web* na década de 1990. Houve uma verdadeira revolução na EaD, tanto na interatividade proporcionada como nos modelos educacionais. Com as tecnologias digitais foi possível se obter melhorias nos ambientes virtuais e no formato dos conteúdos (imagem, animações, dados, vídeo, hipertexto), bem como na flexibilidade de ajuste de tempo de dedicação pelo aluno. Sistemas integrados por redes de computadores, possibilitando que os conteúdos em forma de vídeo e áudio pudessem ser transmitidos de forma contínua (*streaming*). Com os avanços em VoIP (*Voice on Internet Protocol*), os avanços nas operadoras de telecomunicações conduziram à tecnologia IPTV (*TV on Internet Protocol*), tornando concreta a convergência de serviços conhecida como *Triple Play*⁷ na Web. O **ANEXO B** traz algumas definições e comentários sobre a IPTV e o novo conceito de Internet TV (iTV).

Frente a esses avanços tecnológicos a passos largos, a evolução da EaD no Brasil e no mundo levou a se tabular pelo menos quatro gerações de EaD, conforme apresentado no **APÊNDICE A** – embora já se tenha a sensação de certamente se vivenciar uma quinta geração. Nesse Apêndice, são apresentados também levantamentos numéricos, bem como, alguns projetos que evidenciam a necessidade de convergência dos conteúdos em vários meios de distribuição para impactar socialmente de modo mais eficaz.

⁷ *Triple play* corresponde à convergência digital de serviços e aplicações envolvendo vídeo, telefonia e acesso à Internet. Com a adição da telefonia móvel, têm-se a convergência *Quadruple Play*.

Tabela 3 - Vantagens e desvantagens de *e-Learning*.

Fonte: extraído de Lima e Capitão (2003).

e-Learning	
Vantagens	Desvantagens
Aluno	
Flexibilidade no acesso à aprendizagem (24x7)	Internet pode oferecer uma largura de banda pequena para determinados conteúdos
Economia de tempo Aprendizagem mais personalizada Controlo e evolução da aprendizagem ao ritmo do aluno	Obriga a ter uma motivação forte e um ritmo próprio
Recursos de informação globais	
Acesso universal e aumento da equidade social e do pluralismo no acesso à educação e a fontes de conhecimento	
Professor	
Disponibilizar recursos de informação que abrangem todo o ciberespaço	Mais tempo na elaboração de conteúdos
Construir um repositório de estratégias pedagógicas Optimizar a aprendizagem de um número elevado e diversificado de alunos	Mais tempo de formação
Facilidade de actualizar a informação Reutilização de conteúdos	
Beneficiar da colaboração com organizações internacionais	
Instituição de ensino ou formação	
Fornecer oportunidades de aprendizagem com qualidade elevada.	Custos de desenvolvimento mais elevados
Alcançar um número mais elevado e diversificado de alunos. Flexibilidade na adição de novos alunos sem incorrer em custos adicionais.	Custos de formação mais elevados Resistência humana manifestada por alguns professores
Custos de infra-estrutura física (sala de aula) são eliminados ou reduzidos	

Os recursos de aprendizagem puderam, então, ser distribuídos por diferentes tecnologias, de acordo com as necessidades dos alunos. Isso tornou o aluno um agente ativo, construtor do seu próprio conhecimento, com abertura para manifestar suas opiniões de modo crítico. Os testes de conhecimento adquiridos puderam ser complementados com desenvolvimento de projetos de mais ampla abordagem. O trabalho independente teve que dar lugar ao trabalho cooperativo, ampliando ainda

mais a diversidade de perspectivas e o valor das qualidades de iniciativa e maturidade. O aluno passou a ser mais participativo, podendo manter interação síncrona (em ambientes de conversação, videoconferência, etc.) e assíncrona (por correio eletrônico, grupos de discussão, etc.) com o professor e colegas do grupo de aprendizagem, através de um ambiente virtual integrado e interativo.

Nesse trajeto tecnológico, com o surgimento da Web, um novo termo passou a ser utilizado nas literaturas sobre EaD: *e-Learning*. Até hoje sua tradução para o Português bem como sua conceituação ainda sofrem divergências tanto no mundo corporativo como no acadêmico. Todavia, é senso comum que inclui todos os recursos e funcionalidade da Internet, bem como sua abrangência transcende os aspectos tecnológicos de EaD, preocupando-se com aspectos pedagógicos para o ensino-aprendizagem. Assim, a seção 2.1 traça um quadro para melhor entendimento de *e-Learning* no contexto desse trabalho.

Face ao exposto, esse trabalho focou suas atividades sobre sistemas computacionais para EaD envolvendo os recursos e comunicação via Web (*e-Learning*), com ambientes de trabalhos colaborativos. Tais ambientes são abordados na seção 2.2, desde a introdução do conceito de Trabalho Colaborativo auxiliado por Computador, em 1984, até sua adequação para a área de EaD (Aprendizagem Colaborativa auxiliada por Computador), mencionando vários exemplos de sistemas computacionais de *e-Learning*, proprietários e gratuitos (*freeware*).

Nos ambientes de *e-Learning*, os conteúdos utilizados para as atividades de ensino-aprendizagem são denominados Objetos de Aprendizagem (OAs) ou *Learning Objects* (LOs) (SICILIA; GARCIA, 2003), abordados na seção 2.3. Os OAs podem ser combinados entre si, gerando novos OAs, que podem ser reutilizados em diferentes contextos de aprendizagem.

Para a implementação computacional de OAs os sistemas tendem a seguir orientações técnicas (padrões) formuladas por estudiosos na área, visando reusabilidade, flexibilidade, portabilidade e extensibilidade do conteúdo. Observa-se que uma característica essencial de sistemas de *e-Learning* é a capacidade de prover suporte a padrões de formato de conteúdo (OAs), com o objetivo de possibilitar edição, armazenamento, atualização e reutilização do mesmo.

Como exemplo de um desses padrões, tem-se o ARIADNE (*Alliance for*

Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe) (ARIADNE FOUNDATION, 2001). Permite compartilhar o uso dos OAs entre qualquer sistema de CSCL (portabilidade) e implementa facilidades de indexação dos elementos do conteúdo (buscas eficientes e simples). O padrão SCORM, no entanto, é um dos mais adotados para implementação de OAs em sistemas de *e-Learning*, abordado na seção 2.4.

Entretanto, para a implementação da funcionalidade de reutilização de conteúdo dos OAs, faz-se uso de metadados⁸. Alguns padrões de metadados têm sido definidos, como o LOM (*Learning Objects Metadata*), conforme abordagem da seção 2.5.

A seção 2.6, por sua vez, apresenta a arquitetura IEEE LTSA (*IEEE Learning Technology System Architecture*), como um modelo tecnológico de ambiente de *e-Learning*, que estrutura os elementos básicos, bem como o relacionamento e comunicação entre eles (IEEE LTSA, 2002).

Por fim, a seção 2.7 apresenta o sistema de *e-Learning* Moodle, baseado no padrão SCORM, projetado em conformidade com o modelo IEEE LTSA de ambientes de *e-Learning*. A seção aborda, também, alguns aspectos do módulo do Moodle utilizado na abordagem prática do trabalho, apresentada no **capítulo 4**.

2.1 CONCEITO DE *E-LEARNING*

O termo *e-Learning* surgiu seguindo uma tendência do mercado empresarial da década de 1990, que passou a usar a letra “e”, de *eletronic*, para representar recursos digitais e também da Internet, como, por exemplo, *e-Commerce*, *e-Business*, *e-Shopping*, *e-Transactions*, entre outros. (LIMA; CAPITÃO, 2003).

Por outro lado, Masie (2001 apud LIMA; CAPITÃO, 2003) sugere três dimensões para o significado da letra “e” para *e-Learning*: experiência, extensão e expansão. Para que o aluno adquira “experiência” no processo de aprendizagem, é

⁸ pode ser definido como "dado sobre dado", utilizando uma estrutura descritiva da informação para auxiliar na identificação, descrição, localização e gerenciamento.

necessário aumentar o seu envolvimento (simulação, prática e interação social) no curso – o que pode ser feito através de um conjunto de opções de ferramentas para que o aluno faça melhor aproveitamento de seu espaço e tempo, tendo à disposição um mecanismo de comunicação em rede. A “extensão” se refere à oportunidade de oferecer, ao aluno, um conjunto de opções de aprendizagem para o conteúdo de estudo em todo o processo. Já o termo “expansão” se refere à oportunidade de acesso a um número ilimitado de tópicos além dos que foram limitados para o estudo na sala de aula.

Assim, converter os conteúdos impressos utilizados em aulas presenciais e simplesmente passá-los para um formato HTML (*HyperText Markup Language*) e disponibilizá-los na Web não é considerado uma boa prática de *e-Learning* (MASIE, 2001 apud LIMA; CAPITÃO, 2003).

O conceito de *e-Learning* tem sido definido de formas diferentes ao longo dos anos, as quais inferem traduções diferentes na nossa Língua.

Alguns autores classificam *e-Learning* como “aprendizagem baseada na tecnologia eletrônica”, cuja tradução tem sido simplificada para “aprendizagem eletrônica”, apesar da questionável semântica (LEARNFRAME, 2001 apud LIMA; CAPITÃO, 2003). Abrange também outros termos utilizados nos dias de hoje como: “aprendizagem baseada na Web” (*Web-based learning*), “aprendizagem baseada na Internet” (*Internet-based learning*), “aprendizagem em linha ou aprendizagem *online*” (*online learning*), “ensino distribuído” (*distributed learning*), “aprendizagem baseada no computador” (*computer-based learning*), assim como “salas de aula virtuais” e “colaboração digital” (LIMA; CAPITÃO, 2003). Nesse caso, são considerados todos os meios eletrônicos para a distribuição do conteúdo de aprendizagem, como fitas cassetes de áudio/vídeo, TV de modo geral (analógica, por cabo, por satélite, TVD, etc.), CD e DVD-ROM, assim como a Internet/Intranet e a Web. Essa visão de *e-Learning* só exclui os meios baseados em correspondências convencionais.

Outros autores classificam *e-Learning* como “aprendizagem baseada na Web” ou “aprendizagem baseada na Internet” (ROSENBERG, 2001; GOLDMAN; SACHS, 2000; MASIE, 2001 apud LIMA; CAPITÃO, 2003). Nesse caso, *e-Learning* é restrita às tecnologias da Internet como plataforma de distribuição e implementação dos

conteúdos. As informações devem ser armazenadas, distribuídas, compartilhadas e atualizadas dinamicamente através de uma rede, com a preocupação de proporcionar envolvimento e bom desempenho dos alunos nos estudos. Ressalta-se que essa corrente de *e-Learning* não inclui nem TV, fitas cassetes de áudio/vídeo, nem outras tecnologias restritas à solução do problema “distância”. Essas tecnologias utilizam conteúdos seqüenciais e isentos de interatividade, com comunicação unidirecional, distintamente das características da Internet.

Alguns autores, por outro lado, aceitam essa última classificação de *e-Learning*, mas dividem opiniões em relação ao CD ou DVD-ROM. Autores como Brandon Hall (2002 apud LIMA; CAPITÃO, 2003) incluem esses meios em *e-Learning*. Nesse caso, a tradução mais adequada é “aprendizagem baseada no computador”. A informação pode ser distribuída total ou parcialmente pela Internet/Intranet, podendo fazer uso de outras plataformas multimídia, como CD e DVD-ROM.

Face ao exposto, é possível se afirmar que *e-Learning* é uma forma de EaD e que nem toda forma de EaD é necessariamente *e-Learning*.

Para Lima e Capitão (2003), a definição mais aceitável é resultado da confluência de todas elas, apesar de considerar a primeira (“aprendizagem eletrônica”) muito simplista. Os autores enfatizam que o fundamento de *e-Learning* não é a tecnologia, mas sim a forma de ensinar; o componente “distância” não é a única preocupação em *e-Learning*. O conteúdo (chamam de “e-conteúdo”) pode estar em formato multimídia e ser interativo, embora nem todo tipo de e-conteúdo requeira interação social. Essa visão expressa uma combinação de tecnologia e pedagogia, com a finalidade de proporcionar experiências de boa qualidade a serem vivenciadas pelo aluno no processo de aprendizagem.

Neste trabalho, o conceito de *e-Learning* adotado envolve apenas os sistemas de “aprendizagem baseada na Internet”, como Rosenberg (2001); Goldman; Sachs, (2000) e Masie (2001 apud LIMA; CAPITÃO, 2003). A exclusão do CD ou DVD-ROM é justificada pelos autores. Um dos fatores impactantes considerados é a responsabilidade de se manter o conteúdo atualizado dinamicamente. Isso não pode ser efetivado com a mídia CD ou DVD-ROM de maneira dinâmica. O usuário deveria adquirir uma nova mídia com conteúdo

atualizado. Por outro lado, o conteúdo pode ser atualizado em um servidor Web quantas vezes forem necessárias, sem requerer esforços adicionais dos alunos do ambiente de ensino-aprendizagem (lado cliente).

2.2 APRENDIZAGEM COLABORATIVA ASSISTIDA POR COMPUTADOR

Segundo Fluckiger (1995), o conceito de Trabalho Colaborativo auxiliado por Computador, conhecido mundialmente por CSCW (*Computer Support for Cooperative Work*) foi introduzido em 1984. A ocasião foi um seminário organizado por Paul Cashman e Irene Greif, que reuniu pesquisadores de várias disciplinas tendo como principal interesse o estudo de como as pessoas realizavam suas atividades de trabalho e de como a tecnologia existente poderia auxiliá-los. A partir de então, houve um crescente interesse pelo assunto em diversas áreas, visando facilitar a interação de grupos de pessoas em diversas localidades físicas, envolvidas em tarefas ou objetivos comuns (FLUCKIGER,1995).

De modo geral, entende-se como trabalho cooperativo ou colaborativo o ambiente em que pessoas cooperam para a realização de uma mesma tarefa de forma síncrona ou assíncrona, podendo estas pessoas estarem distribuídas em ambientes físicos distantes e distintos.

Os trabalhos cooperativos síncronos caracterizam-se por serem executados em tempo real, como no caso de aplicações de áudio e vídeo, onde informações são transmitidas e visualizadas ao vivo, podendo haver comunicação bidirecional entre dois ou mais grupos. Já os trabalhos cooperativos assíncronos são aqueles que podem ser executados de forma atemporal, como correio eletrônico e troca de documentos multimídia.

Fluckiger (1995) sugere uma combinação de tempo/espço (vide **Tabela 4**), cuja proposta é identificar a classificação de tipos de sistemas computacionais com recursos para o apoio ao trabalho cooperativo, considerando as dimensões de espaço e tempo.

Embora o desenvolvimento do trabalho em grupo seja o objetivo das

ferramentas destes sistemas, esta é uma atividade que faz parte do cotidiano. Todo trabalho que possui a participação de várias pessoas, seja participando com suas opiniões, tomando decisões ou apenas atendendo ordens, pode ser considerado como um trabalho em grupo. Entretanto, um trabalho em grupo só pode ser considerado um trabalho colaborativo se a relação entre os membros do grupo não for vertical, ou seja, alguns decidem e outros executam o que foi decidido. No trabalho colaborativo, a relação entre os membros do grupo deve ser horizontal: as decisões são tomadas e os problemas são resolvidos pelo grupo, depois de uma discussão feita entre todos.

Tabela 4 - Matriz de tempo/espço.

Fonte: extraído de FLUCKIGER (1995).

	MESMA LOCALIZAÇÃO	LOCALIZAÇÃO DIFERENTE
MESMO TEMPO	<p><u>Interação Síncrona Presencial</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de Apoio à Tomada de Decisão - Sistemas de Apoio a Reuniões 	<p><u>Interação Síncrona Distribuída</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de Apoio à Tomada de Decisão* - Sistemas de Apoio a Reuniões* - Editores Cooperativos - Sistemas de Comunicação Síncrona <ul style="list-style-type: none"> . Sistemas de instant message . Sistemas chat . Sistemas de videoconferência <p>*Com recursos para acesso remoto.</p>
TEMPOS DIFERENTES	<p><u>Interação Assíncrona Presencial</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas para Gerenciamento Eletrônico de Documentos (GED) - Workflow 	<p><u>Interação Assíncrona Distribuída</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas para Gerenciamento Eletrônico de Documentos (GED)** - Workflow** - Editores Cooperativos - Sistemas de Comunicação Assíncrona <ul style="list-style-type: none"> . Correio eletrônico . Listas de discussão . Fóruns . Blogs - Área de Trabalho Compartilhada <ul style="list-style-type: none"> . BSCW . Quickplace <p>**Com recursos para acesso remoto.</p>

As principais tarefas em um grupo de trabalho cooperativo consistem em gerar e apresentar idéias, discutí-las e refiná-las, tomar decisões, desenvolver planos de ações e negociar soluções.

A organização de um trabalho em um grupo não é estática, desenvolvendo-se de acordo com as mudanças nos relacionamentos dos indivíduos, nos processos de trabalho e modificações do ambiente. Um grupo de trabalho poderá ter variações no número de indivíduos que o compõe, nas responsabilidades de cada indivíduo dentro do grupo e no fluxo dos processos de trabalho. As intensas atividades com as

informações do ambiente requerem que os dados estejam armazenados de forma que a recuperação, atualização, acesso e qualquer atividade que os envolva para que possa ser da maneira mais eficaz possível.

Além disso, requer controle rigoroso de acesso e regras de concorrência para o compartilhamento simultâneo de dados, controlando e informando os membros do grupo. É de suma importância a facilidade de entendimento individual e coletivo, garantindo que os membros tenham acesso às informações do grupo através de uma boa interface da aplicação com seus usuários.

De forma geral, uma aplicação em CSCW deve ser flexível o suficiente para acompanhar as mudanças dos processos de um grupo. Além disso, é possível a criação de escritórios virtuais, onde as pessoas podem acessar a base de dados da empresa e até trocar idéias com colegas, de casa ou de qualquer local onde estão desenvolvendo seus trabalhos. Isso tende a poupar tempo e despesas com transporte. Alguns exemplos de sistemas de CSCW: *Basic Support for Cooperative Work (BSCW)* (<http://public.bscw.de>) e *Google Docs* (<http://docs.google.com>).

O conceito de CSCW foi adequado à área de Educação no contexto de *e-Learning*, com grupos virtuais trabalhando em conjunto com uma finalidade comum. Criou-se, assim, uma nova categoria de ambientes CSCW: a de CSCL (*Computer Supported Cooperative Learning*) ou Aprendizagem Colaborativa Auxiliada por Computador.

Pode-se definir CSCL como uma área de conhecimento que trata do suporte computacional às atividades de aprendizagem colaborativa.

Enquanto as estratégias de CSCW são voltadas ao domínio corporativo para facilitar a comunicação e produtividade do grupo, as estratégias de CSCL estão voltadas aos ambientes educativos com foco no formato e no conteúdo dos objetos para as comunicações, com a finalidade de sustentar uma aprendizagem eficaz do grupo.

Em síntese, os sistemas de CSCW focalizam a atenção nas técnicas de comunicação, enquanto os sistemas de CSCL tendem a concentrar a atenção no objeto da comunicação.

Em relação aos sistemas computacionais para CSCW e CSCL, há algumas características básicas que convêm serem ressaltadas:

- As aplicações de CSCL visam apoiar a aprendizagem pela colaboração mútua, enquanto as aplicações de CSCW visam facilitar a comunicação e a produtividade em grupo;
- Os sistemas de CSCL visam facilitar as pesquisas de conteúdo a serem trafegados pela plataforma de comunicação, enquanto que os sistemas de CSCW preocupam-se com o processo de comunicação.

Como exemplos de sistemas de CSCL podem ser citados: *Learning Space*, *First Class*, *Web Course*, *Top Class*, *Learning Server*, *Web-CT*, Moodle (código fonte aberto abordado na seção 2.5), AulaNet (desenvolvido em 1997 na PUC-Rio), TelEduc (código fonte aberto, desenvolvido pela Unicamp) e o recente sistema Aprendizagem Eletrônica (sistema de código fonte aberto, desenvolvido por mais de 150 pesquisadores brasileiros e disponível em <http://tidia-ae.usp.br> a partir de 2008).

Alguns sistemas, como o Moodle, permitem a criação do conteúdo utilizando ferramentas do próprio ambiente e que servirá de apoio ao curso *on-line*. Tal atividade pode ser realizada pelos usuários da categoria Administrador do Curso, seguindo padrões computacionais bem estabelecidos. Outros sistemas, como o TelEduc, possuem apenas recursos para carregar e disponibilizar conteúdos prontos, que devem ser organizados para a visualização dos usuários.

Nessa direção, os sistemas de CSCL considerados para esse trabalho são os que satisfazem o conceito de uso da Internet como plataforma de distribuição de conteúdos, implementando ambientes virtuais interativos ou *e-Learning*.

Para fins dos objetivos deste trabalho, foi selecionado o sistema Moodle, por suas características de interatividade em *e-Learning*, além de ser um sistema de código aberto, com vasta documentação e amplo campo de discussão de âmbito internacional.

2.3 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

São muitas as definições sobre Objetos de Aprendizagem (OAs) ou *Learning Objects* (LOs) nas literaturas, segundo o foco do trabalho. Lima e Capitão (2003), no

entanto, trazem duas abordagens distintas sobre o conceito de OAs que conseguem inserir, a grosso modo, as definições em duas grandes classes.

Uma das definições considera que qualquer entidade, seja ela digital ou não, que possa ser utilizada no ensino-aprendizagem é considerado um OA, em conformidade com o Grupo de Trabalho dos Metadados de Objetos de Aprendizagem, o *Learning Objects Metadata Working Group* (LOM WG), do IEEE-LTSC (2002). Um recurso digital pode ser um texto eletrônico, som, uma imagem, um vídeo, um anúncio publicitário como faixa (*banner*) no topo de uma tela, uma *applet* Java, (um programa de simulação, entre tantos outros (LIMA; CAPITÃO, 2003). Como entidade não digital pode se abranger documentos em papel, fitas de vídeo, CD-ROMs ou outros suportes educativos que sejam tidos como recursos físicos palpáveis.

A outra definição considera somente as entidades em formato digital que apoiem a aprendizagem, desde que possam ser reutilizadas. Essa definição segue a linha de Wisley (2002) e Sicilia e Garcia (2003) sendo adequada ao tratamento de sistemas de *e-Learning*, quando não se pretende abranger a parte pedagógica, e sim a implementação de um sistema de software para gerenciamento de conteúdos para a aprendizagem (WISLEY, 2002 apud LIMA; CAPITÃO, 2003).

Para esse trabalho, cujo foco é a convergência de um sistema de CSCL para o ambiente tecnológico da TVD, adotou-se a segunda definição. Nessa linha, os OAs seguem a idéia do paradigma de orientação a objetos. Uma forma clássica de se ilustrar esse conceito de reutilização tem sido feita com a comparação das peças de montar de um jogo tipo LEGO, conforme pode ser vistos na **Figura 1**. Cada OA é representado por uma peça, segundo um mesmo modelo (estruturas internas), que permite que as peças sejam encaixadas e desencaixadas para sua reutilização. Assim, todo o conteúdo de um curso seria particionado em pequenos pedaços para que estes pudessem ser reutilizados em outros contextos. Uma instituição poderia, por exemplo, reaproveitar partes ou todo um curso já desenvolvido para a criação de um novo. Observa-se que nem todo OA tem que ser reutilizado, mas deve permitir que essa ação seja efetivada.

De forma semelhante ao jogo do LEGO, é conveniente que os OAs de um sistema de software sigam um modelo, para que possam ser gerenciados,

organizados e armazenados. Nos sistemas de CSCL, esse gerenciamento é de responsabilidade de um Sistema de Gestão de Conteúdo de Aprendizagem ou LCMS (*Learning Content Management System*) ou de um Sistema de Gestão de Aprendizagem ou LMS (*Learning Management System*). Esses dois sistemas de gestão têm finalidades diferentes na implementação de um sistema de CSCL.

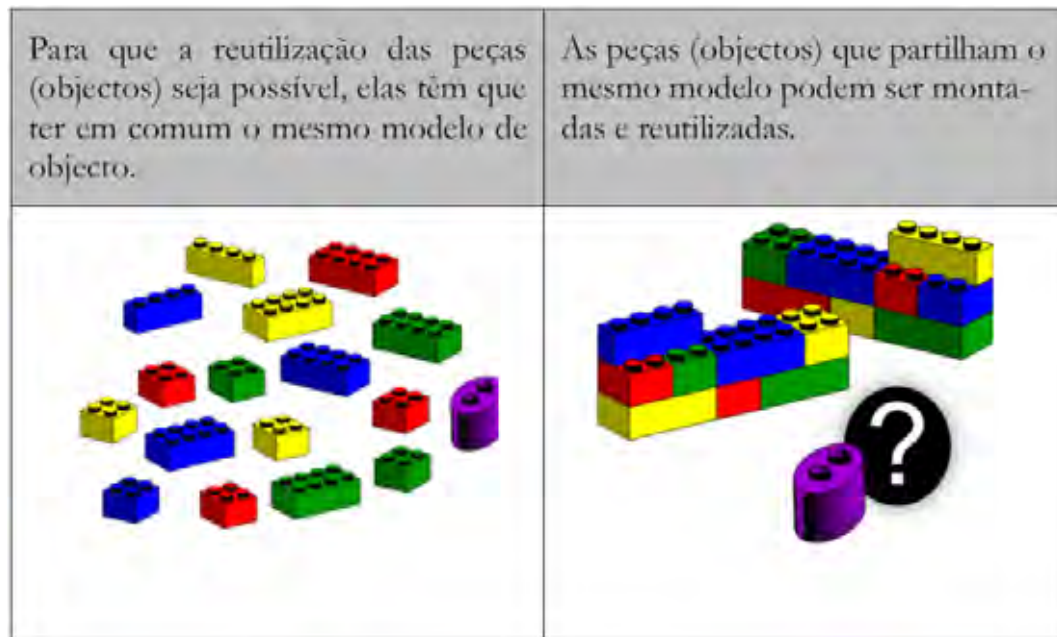


Figura 1 - Metáfora subjacente ao modelo de referência dos objetos de conteúdo compartilhável.

Fonte: extraído de Dodds (2002 apud LIMA; CAPITÃO, 2003).

Os LMSs, também conhecidos como Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), são voltados à automatização dos aspectos administrativos dos cursos, como inscrever alunos, disponibilizar os conteúdos de aprendizagem, armazenamento do conteúdo e dos artefatos produzidos pelos alunos, registro do desempenho desses alunos, prover ferramentas de comunicação, entre outras funcionalidades de gestão o curso. Como exemplo de sistemas LMS pode-se citar o WebCT (<http://www.webct.com>).

Um LCMS, por outro lado, está voltado a gestão de todo o conteúdo de aprendizagem que pode ser disponibilizado no curso, como criar, catalogar, armazenar, combinar e distribuir OAs. Isso permite que os alunos recebam conteúdos (OAs) personalizados (LIMA; CAPITÃO, 2003). Podem ser implementados LCMSs com diferentes características, mas é fundamental que

implementem pelo menos quatro componentes, conforme ilustrado na **Figura 2**: (1) uma ferramenta de autoria⁹; (2) um repositório de OAs; (3) uma interface de distribuição personalizada dos OAs aos alunos individualmente ou a um curso como um todo, podendo ser no formato do ambiente de *e-Learning*, de impressão ou de gravação em um CD-ROM; (4) uma aplicação administrativa que pode prover algumas funcionalidades de um LMS ou servir de uma interface de programação de aplicação para um sistema LMS (DONELLO, 2002 apud LIMA; CAPITÃO, 2003).

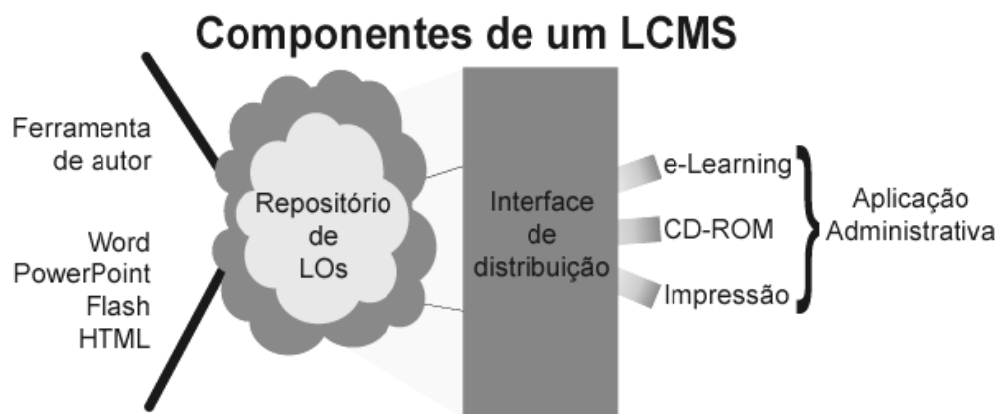


Figura 2 - Componentes de um sistema de gestão de conteúdos de aprendizagem, LCMS.

Fonte: extraído de Donello (2002 apud LIMA; CAPITÃO, 2003).

É interessante observar que sistemas LMS e LCMS podem ser implementados de forma que sejam interoperáveis. Nesse caso, o sistema como um todo tem a ele agregados os benefícios de ambos os sistemas. Logo, LMS e LCMS podem ser sistemas complementares. Como exemplo, tem-se o *TopClass e-Learning Suite* da *WBT Systems Inc.* (<http://www.wbt systems.com>), que contempla sistemas LCMS e LMS, com salas de aula virtuais.

Uma tendência que vem sendo adotada é a utilização de metadados para os OAs. A intenção é se fazer uso de uma camada que permita maior flexibilidade na distribuição individual dos OAs, assim como da combinação dos OAs em outros OAs de estruturas mais complexas – o que facilita também a recuperação de um OA pelo LCMS.

⁹ “Permite, aos programadores não especializados de conteúdos de e-Learning, criar e reutilizar OAs. Os conteúdos são escritos com base em modelos pré-programados (esquemas de página - *templates*)” (LIMA, CAPITÃO, 2003).

Além dos sistemas baseados em LMS e LCMS, outra nomenclatura foi criada para os sistemas que possuem recursos para gerenciamento, distribuição e publicação de conteúdo – *Content Management System* (CMS). Os sistemas baseados na estrutura CMS possuem ferramentas voltadas para criação de conteúdo respeitando os objetivos de armazenamento e distribuição do conteúdo. Desta maneira, os LCMS são sistemas baseados no LMS e no CMS, com a capacidade de criação de conteúdo através de ferramentas especializadas e recursos para distribuição. A **Tabela 5** apresenta as características das três estruturas.

Dessa forma, pode-se dizer que um OA deve estar associado a três componentes principais em um sistema de *e-Learning*:

- o próprio objeto;
- metadados (*metadata*) para descrição da estrutura do objeto;
- ambiente para gerenciamento do conteúdo – *Learning Management System* (LMS).

Tabela 5 - Características de sistemas CMS, LMS e LCMS.

Fonte: extraído de Irlbeck e Mowat (2007).

Característica	Funcionalidades		
	CMS	LMS	LCMS
Gerenciar Alunos		R	L
Gerenciar Conteúdo	R		R
Criar Conteúdo	L		R
Gerenciar sessões conduzidas pelo instrutor		R	
Catálogo de Cursos		R	L
Registro no Sistema		R	L
Gerenciamento de Competência		R	L
Lançar e Rastrear a Aprendizagem		R	L
Criação e Avaliação de Feedback		R	R
Biblioteca Compartilhada de Conteúdo Reutilizável	R		R
Ferramentas de Aprendizagem Síncrona e de Colaboração		L	R
Integração com Aplicações de Recursos Humanos		R	
Localização e Liberação de Conteúdo Específico para o Aprendiz	R		R

2.4 SCORM: UM PADRÃO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE OA

O padrão SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) foi criado pelo grupo *Advanced Distributed Learning (ADL)*¹⁰, visando aplicações governamentais, industriais e acadêmicas. O padrão SCORM engloba as seguintes características (SCORM, 2007):

- **Acessibilidade:** capacidade de acessar e disponibilizar componentes a partir de uma determinada localização para outras localizações;
- **Interoperabilidade:** capacidade de permitir a comunicação entre componentes de diferentes sistemas; deve-se considerar os diferentes níveis de interoperabilidade;
- **Durabilidade:** capacidade de manter sua funcionalidade por um longo período de tempo sem a necessidade de se criar um novo projeto ou uma nova configuração;
- **Reusabilidade:** flexibilidade em permitir a utilização em outros meios, aplicações e contextos.

A especificação de conteúdos, segundo o SCORM, é adequada aos ambientes computacionais que fazem uso da Web, cujas tecnologias estão em constante expansão. Por outro lado, também, facilitar o acesso e de disponibilização do OA em qualquer ambiente de rede de computadores, conectado ou não à Internet – isso permite que se disponibilize o conteúdo de aprendizagem através de um CD-ROM, por exemplo. Tais propriedades contribuem para a adoção deste padrão em aplicações de ensino-aprendizagem.

Conforme ilustrado na **Figura 3**, o padrão SCORM é composto por quatro manuais técnicos (*Books*) intitulados:

- *Overview* (Visão Geral): fornece uma visão geral sobre o padrão SCORM,

¹⁰ Ver <http://www.adlnet.gov>

incluindo seu histórico, formas de adoção e uso, bem como discussões sobre o futuro do padrão;

- *Content Aggregation Model*: descreve os componentes que estão presentes na experiência de aprendizagem, incluindo modos de transformá-los em pacotes para interoperação com outros sistemas (*Content Package* e *Content Structure*), descrição para a viabilização de buscas (*Metadata*) e definição de regras para seqüenciamento e navegação entre os componentes (*Sequencing Information*).
- *Sequencing and Navigation*: apresenta as regras para se criar uma seqüência de OAs capaz de disponibilizar os OAs apropriados ao aluno através de recursos de navegação e eventos;

Runtime Environment: descreve os requisitos do ambiente LMS para gerenciamento do conteúdo de um curso. Isso inclui os processos de inicialização, requisitos para comunicação entre o conteúdo e o ambiente LMS (definido por IEEE API 1484.11.2) e as especificações do modelo de dados (IEEE Data Model 1484.11.1) dos elementos utilizados na comunicação com o aluno.

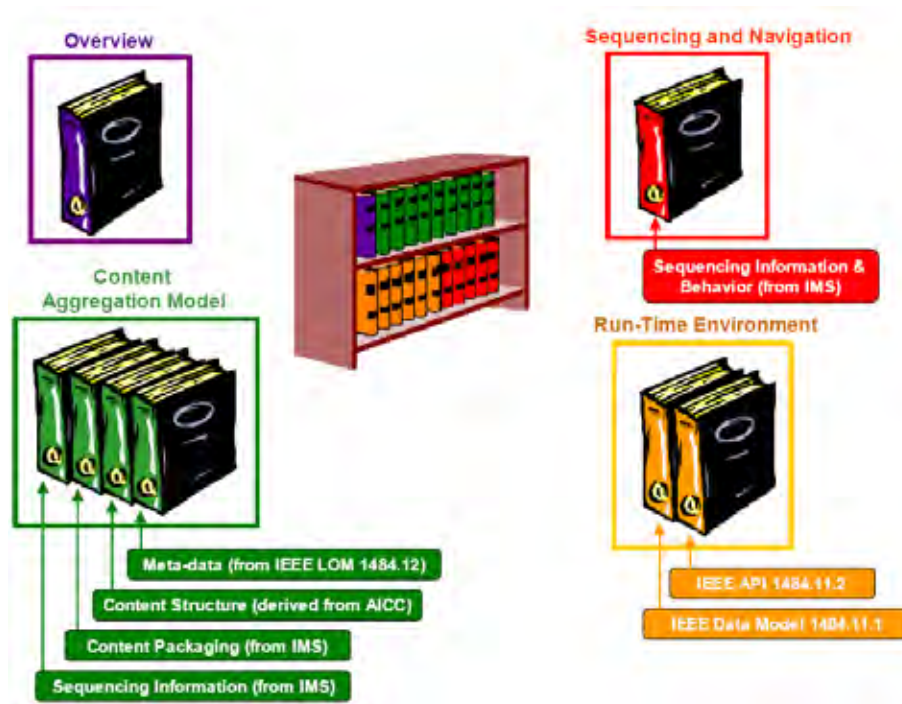


Figura 3 - Manuais técnicos do padrão SCORM.

Fonte: extraído de SCORM (2007).

A adoção de um ambiente LMS pelo padrão SCORM permite a descrição do sistema como um todo, propiciando funcionalidades de gerenciamento dos cursos como: relatórios de acompanhamento, gerenciamento dos conteúdos, progresso do aluno e sua interação com o sistema. O ambiente LMS provê a infra-estrutura para estruturar, organizar e garantir os processos de distribuição do conteúdo para os usuários. Para isso, o LMS inclui um servidor capaz de controlar a disponibilização de conteúdo de aprendizagem para os alunos, ou seja, o seu poder de processamento dispõe de informações capazes de especificar qual conteúdo um determinado aluno pode acessar e quando. Dentro do padrão SCORM, o LMS tem como papel atuar como um ambiente baseado em uma infra-estrutura de servidor cujas funcionalidades são estruturadas com o objetivo de organizar e garantir os processos de distribuição do conteúdo para os usuários. Desta maneira, a partir do LMS é possível definir qual conteúdo será disponibilizado e quando poderá ser acessado além de acompanhar o progresso e o desempenho do usuário do tipo aluno. A especificação do LMS também permite a extensibilidade dos serviços.

A **Figura 4** apresenta um modelo de ambiente virtual LMS que inclui: (1) *API Instance*: proporciona a comunicação entre o aprendiz e o próprio LMS; (2) *Tracking Service*: obtém as informações da interação entre aprendiz e LMS; (3) *Learner Profile Service*: Armazena os dados relacionados ao aprendiz; (4) *Course Administration Service*: oferece ao instrutor recursos para editar e gerenciar o curso; (5) *Testing/Assessment Service*: responsável por gerenciar os dados de testes e avaliações e enviá-los para o *Sequencing Service*; (6) *Sequencing Service*: Verifica as regras de seqüenciamento e assim, determina o conteúdo para o aprendiz. Após a definição do conteúdo a ser disponibilizado ao aprendiz, o *Sequencing Service* informa ao *Content Management Service* e o *Delivery Service*; (7) *Content Management Service*: gerencia o conteúdo disponibilizado ao aprendiz; (8) *Delivery Service*: disponibiliza o conteúdo determinado pelo *Sequencing Service* para o navegador.

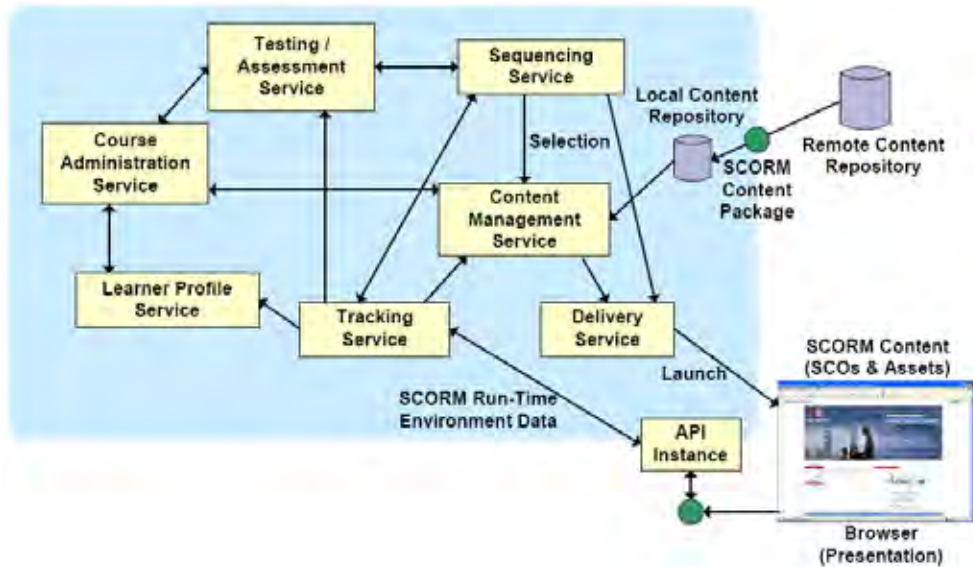


Figura 4 - Modelo genérico de um ambiente LMS.

Fonte: extraído de SCORM (2007).

2.5 PADRÕES DE METADADOS

A utilização de metadados para os OAs vêm sendo adotada para a implementação da capacidade de reutilização de conteúdo dos OAs. Assim, é possível utilizar uma camada que permita: - maior flexibilidade na distribuição individual dos OAs; - combinação dos OAs entre si para serem reutilizados em variados contextos; - facilidades de recuperação de um OA pelo LCMS (ver seção 2.4).

Como exemplo de modelos de metadados neste contexto, pode-se citar o Dublin Core e o LOM.

O Dublin Core tem sido muito mencionado nas literaturas de apresentação de padrões de metadados por ter sido o pioneiro, constituindo importante base para o desenvolvimento posterior de outros padrões, mais adequados às tecnologias atuais (MILLER, 1999). De acordo com o padrão Dublin Core, os metadados consistem basicamente de 15 elementos: *Title*, *Creator*, *Subject*, *Description*, *Publisher*, *Contributor*, *Date*, *Type*, *Format*, *Identifier*, *Source*, *Language*, *Relation*, *Coverage* e *Rights*. Os subelementos são: *Date* (última modificação do metadado), *Date* (última modificação do recurso), *Price*, *Requirements* (*software* e *hardware*) e *Size*

(tamanho físico em *bytes*).

O padrão LOM (*Learning Object Metadata*), por sua vez, foi publicado pelo *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) (IEEE LTSC, 2002). Assim como o SCORM, a especificação do padrão LOM (*Learning Object Metadata*) é baseado na linguagem XML (*Extended Markup Language*). Características como extensibilidade e formato estruturado permitem seu uso na comunicação entre diferentes sistemas.

O modelo LOM envolve um grande conjunto de elementos e hierarquias entre eles. Em seu primeiro nível, abrange as seguintes nove categorias, que, por sua vez também são compostas por outros elementos (subelementos):

1. *General*: categoria que descreve as informações gerais sobre o Objeto de Aprendizagem;
2. *Lifecycle*: descreve como os dados referentes ao histórico do objeto de aprendizagem devem ser armazenados;
3. *Meta-data*: descreve informações sobre as instâncias do metadados;
4. *Technical*: descreve os requisitos e as características técnicas;
5. *Educational*: descreve as características educacionais e pedagógicas de um OA;
6. *Rights*: descreve informações sobre direitos autorais e as condições de uso permitidas a um OA;
7. *Relation*: define as características do relacionamento entre os OAs;
8. *Annotation*: especifica a criação e o uso de comentários sobre um OA para o ambiente de educação;
9. *Classification*: discrimina a classificação dos OAs segundo seus conteúdos.

2.6 ARQUITETURA IEEE LTSA PARA E-LEARNING

A arquitetura IEEE LTSA (*IEEE Learning Technology System Architecture*), foi desenvolvida pelo *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) com o

objetivo de estruturar os elementos necessários para um ambiente de *e-Learning*, bem como os relacionamentos e a comunicação entre eles (IEEE LTSA, 2002).

O modelo IEEE LTSA trata apenas dos aspectos tecnológicos de um sistema de *e-Learning*, sem compromisso com os aspectos psicológicos e pedagógicos.

A arquitetura orienta o desenvolvimento de componentes e subsistemas reutilizáveis, adaptáveis e interoperáveis, sem descrever detalhes da implementação, como linguagens de programação e ferramentas de autoria. São identificadas as interfaces essenciais para integração com sistemas tecnológicos de aprendizagem.

A arquitetura identifica as atividades a serem realizadas pelos usuários e os processos computacionais envolvidos. Isso possibilita análise e levantamentos sobre protocolos e métodos que podem ser adotados para se criar um ambiente eficaz de cooperação (co-participação) e colaboração (divisão de responsabilidades) entre o professor e o aluno.

Conforme ilustrado na **Figura 5**, os componentes do modelo IEEE LTSA são classificados como:

- Processos (*Processes*): correspondem às formas ovais ilustradas na figura que são representadas pela entidade Aprendiz (*Learner Entity*), entidade Treinador¹¹ (*Coach*), as funcionalidades de distribuição e disponibilização do conteúdo (*Delivery*) e as funcionalidades de avaliação (*Evaluation*) do desempenho do usuário Aprendiz;
- Depósitos de Dados (*Stores*): correspondem às formas retangulares, referentes ao histórico do Aprendiz (*Learner Records*) e recursos utilizados durante o processo de ensino e aprendizagem (*Learner Resources*), tal como o conteúdo disponibilizado pelo Instrutor para o Aprendiz;

¹¹ O termo *coach* tem sido utilizado como um treinador técnico, que elabora o plano de atividades e estratégias de execução, traça metas, acompanha as necessidades dos demais participantes, orienta e faz os ajustes necessários para conquistar um bom desempenho dos envolvidos no grupo. A tradução para o Português mais utilizada é a de treinador, que, no contexto de *e-Learning* é chamado de professor, como no modo de tratamento convencional, mas com papel similar ao sentido de *coach* na arquitetura IEEE LTSA (ver seção 2.1).

- Fluxos (*Flows*): correspondem às setas, referentes às preferências do processo de ensino e aprendizagem, comportamento, interações dos componentes, estimativas, informações do aprendiz (três ocorrências na arquitetura), busca, informações catalogadas, conteúdo educacional, multimídia, contexto de interações.

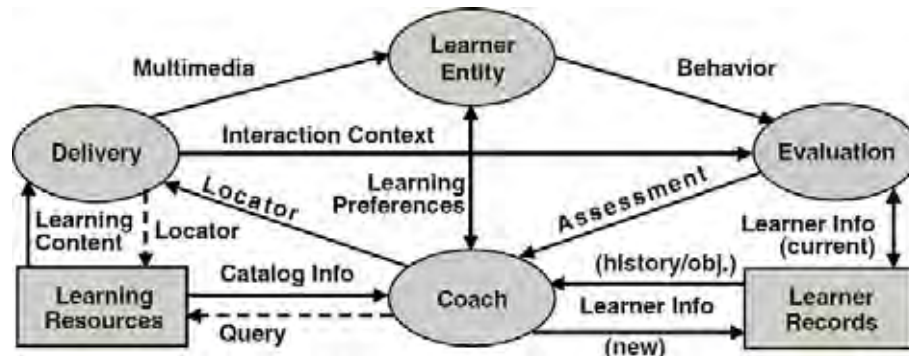


Figura 5 - Componentes da arquitetura IEEE LTSA.

Fonte: extraído de IEEE LTSA (2002).

Como observado na **Figura 5**, o componente de avaliação do aprendiz (*Learner*) utiliza a base de dados com o histórico do aluno (*Learner Records*) e executa o processo computacional responsável por analisar o desempenho dos aprendizes. O componente Treinador (*Coach*) é responsável por um processo mais complexo; é ele quem determina o conteúdo adequado ao aprendiz na base dos recursos de aprendizagem (*Learning Resources*) ao analisar seu desempenho na base identificada como *Learner Records*. O conteúdo é pesquisado na biblioteca de conhecimentos (*Knowledge Library*) através de palavras-chaves. Finalizando o ciclo, o aprendiz recebe o conteúdo selecionado através do componente de distribuição de material (*Delivery*).

2.7 SISTEMA MOODLE

O sistema Moodle (*Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment*) é distribuído livremente como software de código fonte aberto. Seu projeto foi desenvolvido com a intenção de proporcionar liberdade aos desenvolvedores para

copiar, utilizar e modificar seus componentes. A única restrição para a utilização do sistema é que o código fonte do sistema e a identificação do seu autor estejam sempre disponíveis aos usuários interessados (MOODLE, 2002).

De acordo com o seu sítio oficial (<http://www.moodle.org>), o sistema está em uso em cerca de 23.091 sítios da Web, com mais de 210 mil usuários.

A **Figura 6** ilustra um instantâneo (*screenshot*) da interface com usuário do sistema Moodle.



Figura 6 - Tela de um curso criado no Moodle.

Fonte: extraído de MOODLE (2002).

A definição de seus conteúdos é baseado no padrão SCORM para OAs, apresentado na seção 2.4. Sua estrutura se baseia no conceito de *Content Management System* (CMS), desenvolvido com a linguagem PHP e a base de dados MySQL. Como apresentado na seção 2.4, o termo CMS abrange aqueles sistemas com a finalidade de gerenciar conteúdos (criar e editar) através de uma interface via Internet. O Moodle também segue os princípios de LMS.

Esse sistema prevê quatro tipos principais de usuários: administrador, criador de curso, professores e aluno.

Os cursos são agrupados por categorias definidas pelo administrador. As funcionalidades dos cursos são tratadas como “atividades”.

As atividades podem ser agrupadas em ferramentas de discussão, construção, avaliação e opinião, conforme apresentado na **Tabela 6**.

As ferramentas de discussão englobam as atividades que proporcionam recursos de comunicação entre os usuários.

As ferramentas de construção, por sua vez, identificam as atividades de colaboração e edição do conteúdo disponível.

Já as atividades de avaliação auxiliam o professor a avaliar seus alunos considerando o nível de aprendizado e a sua participação nas atividades.

No grupo das ferramentas de opinião, o professor pode utilizar as atividades para realizar uma pesquisa e conhecer melhor a opinião dos alunos sobre um determinado assunto.

Cabe observar que o sistema de aprendizagem Moodle foi desenvolvido com o objetivo de permitir que a plataforma seja facilmente instalada e facilmente personalizada. Desta forma, as funcionalidades foram projetadas em módulos.

Para este trabalho, foi utilizado o módulo *Quiz* após a análise descrita na seção 4.1. Esse módulo tem uma arquitetura complexa, que integra diversas funcionalidades da versão 1.5. O trabalho desenvolvido, apresentado no **capítulo 4**, utiliza a versão 1.6 do Moodle, com as seguintes bibliotecas de funções:

- *lib.php*: contém a maioria das funções que todos os outros módulos também utilizam;
- *locallib.php*: contém as funções específicas do módulo *Quiz*. As funções fazem chamadas à *lib.php* e *lib/questionlib.php*.

Além disso, o módulo *Quiz* utiliza o objeto *Options*, que tem como objetivo carregar informações sobre quais dados das questões serão disponibilizados na tela. A visualização destes dados, como por exemplo, a alternativa correta da questão, é configurada pelo professor (ou treinador, segundo o modelo IEEE LTSA – seção 2.6). Outros recursos de configuração são disponibilizados no módulo *Quiz* do Moodle, porém, o trabalho desenvolvido não os utiliza:

Tabela 6 - Descrição das ferramentas do sistema Moodle.

Ferramentas	Descrição
Fóruns	Os fóruns são uma ferramenta de discussão por natureza, mas podem ter outro tipo de uso, como por exemplo, uma lista de e-mails, um blog, um wiki ou mesmo um espaço de reflexão sobre um determinado conteúdo. Os fóruns do Moodle podem ser estruturados de diversas formas (discussão geral, uma única discussão, sem respostas, etc.) e podem permitir classificação de cada mensagem. As mensagens podem também incluir anexos.
Chats	O Chat permite uma comunicação síncrona, em tempo real, entre professores e alunos. Pode ser útil como espaço de esclarecimento de dúvidas, mas pode ter outros usos. A sessão de chat pode ser agendada, com repetição.
Diálogos	O diálogo torna possível um método simples de comunicação entre dois participantes da disciplina. O professor pode abrir um diálogo com um aluno, um aluno pode abrir um.
Testes	Os testes podem ter diferentes formatos de resposta (V ou F, escolha múltipla, valores, resposta curta, etc.) e é possível, entre outras coisas, escolher aleatoriamente perguntas, corrigir automaticamente respostas e exportar os dados para Excel. O criador tem apenas de construir a base de dados de perguntas e respostas. É ainda possível importar questões de arquivos txt seguindo algumas regras.
Trabalhos	Os Trabalhos permitem ao professor classificar e comentar na página materiais submetidos pelos alunos, ou atividades 'offline' como, por exemplo, apresentações. As notas são do conhecimento do próprio aluno e o professor pode exportar para Excel os resultados.
Wikis	O Wiki torna possível a construção de um texto (com elementos multimídia) com vários participantes, onde cada um dá a sua contribuição e/ou revê o texto. É sempre possível acessar às várias versões do documento e verificar diferenças entre versões.
Glossários	O glossário permite aos participantes da disciplina criar dicionários de termos relacionados com a disciplina, bases de dados documentais ou de arquivos, galerias de imagens ou mesmo links que podem ser facilmente pesquisados.
Lições	A lição tenta associar a uma lógica de disponibilização de um componente interativo e de avaliação. Consiste em um número de páginas ou slides, que podem ter questões intercaladas com classificação e em que o prosseguimento do aluno depende das suas respostas.
Livros	Os livros permitem construir seqüências de páginas muito simples. É possível organizá-las em capítulos e sub-capítulos ou importar arquivos HTML colocados na área de diretórios da sua página. Caso as referências dentro destes HTML (imagens, outras páginas, vídeo, áudio) sejam relativas, o livro apresentará todo esse conteúdo.
SCORM	A funcionalidade SCORM disponibiliza uma coleção de regras e especificações que o Ministério da Defesa Norte-Americano e diversas empresas privadas definiram e adaptaram de várias fontes, de forma a uniformizar e fornecer um conjunto de possibilidades nos conteúdos de e-Learning, nomeadamente interoperabilidade, acessibilidade ou reutilização. Com o SCORM é possível importar para o Moodle conteúdos de e-Learning já produzidos, ou compartilhá-los com colegas.
Enquetes	As enquetes consistem num conjunto de instrumentos de consulta de opinião aos alunos inscritos numa página, fornecendo uma forma de questões sobre a aprendizagem de uma maneira bastante rápida.
Referendos	O referendo pode ser usado de diversas formas, como recolha de opinião, inscrição numa determinada atividade, entre outras, sendo que os alunos devem escolher dentre uma lista de opções definida pelo professor. É possível definir um número de vagas por opção.
Questionários	Os questionários permitem construir questionários para os participantes inscritos ou não. É possível manter o anonimato dos usuários que responderam, e os resultados, apresentados de uma forma gráfica, podem ser exportados para Excel.

- *feedback*: campo que armazena valor booleano para que o comentário do professor seja ou não exibido na tela;
- *correct_responses*: campo que armazena valor booleano indicando se o sistema irá exibir a resposta correta da questão, após o aluno respondê-la;
- *readonly*: valor booleano que indica se os elementos de interação da questão serão desabilitados ou não;
- *validation*: valor booleano que indica se vai exibir ou não alertas de validação para o aluno. Estes alertas auxiliam o aluno durante uma questão;
- *responses*: valor booleano que indica se as respostas do aluno serão exibidos ao final do questionário;
- *scores*: valor booleano que indica se a nota alcançada pelo aluno será exibida ou não;
- *solutions*: valor booleano que indica se o gabarito criado pelo professor será exibido;
- *Time limit*: tempo limite para realização e envio de um questionário.

A estrutura do Banco de Dados pode ser visualizada no **ANEXO A**.

A atividade *Quiz*, as questões e as alternativas relacionadas são armazenadas de acordo com a lógica de negócios do Moodle, sem interferência da camada servidor do trabalho desenvolvido.

Dessa forma, as seguintes tabelas (ver **ANEXO A**) são consultadas para buscar os dados da tabela *Quiz* e enviá-los ao aplicativo no ambiente emulado para exibição na tela:

- *Quiz*: tabela que armazena todos os questionários;
- *Question*: base com todas as questões;
- *Quiz_question_instance*: tabela que cria o relacionamento entre *Quiz* e *Question*, permitindo que as questões possam ser organizadas por *Quiz*;
- *Question_multichoice*: armazena as alternativas das questões do tipo múltipla questão;

- *Question_shortanswer*: armazena as alternativas das questões do tipo resposta curta. Tem as mesmas características de questões do tipo múltipla escolha porém, a alternativa possui pouco texto;
- *Question_numerical*: armazena as alternativas das questões do tipo numérica;
- *Question_truefalse*: armazena as alternativas de questões do tipo Verdadeiro ou Falso.

As tabelas do banco de dados do Moodle relacionadas ao Módulo *Quiz* foram necessárias para a consulta dos dados executada pela camada servidor. Tais dados são disponibilizados na tela do aplicativo *Xlet* no ambiente emulado, conforme será visto no **capítulo 4**.

3 TV DIGITAL INTERATIVA: UM NOVO AMBIENTE PARA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A Educação a Distância (EaD) teve seu início por volta de 1840, com os primeiros cursos sendo distribuídos por correspondência na Europa e Estados Unidos, e, depois, em todo o mundo. Por volta de 1930 começaram a aparecer os primeiros cursos via rádio, inclusive no Brasil. Em 1954, no entanto, os primeiros cursos começaram, a ser transmitidos através da televisão (TV)¹², tirando proveito da qualidade da imagem e do som.

Como apresentado nos capítulos anteriores e no **APÊNDICE A**, a evolução das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) contribuiu para que a EaD pudesse usufruir de diferentes meios de distribuição de conteúdos, com múltiplas tecnologias. Isso contribuiu para que o principal objetivo da EaD fosse atingido: prover meios para que a educação seja algo tangível a todos, nos locais e horários mais convenientes para o aluno (MOORE; KEARSLEY, 1996 apud LIMA; CAPITÃO, 2003).

A instituição de ensino ou formação, por sua vez, foi deixando de ser apenas um elemento disseminador de informações, passando a se preocupar com a construção do conhecimento. Para isso foi direcionada a prover meios para usufruir

¹² A TV começou a ser transmitida no Brasil em 1950, de forma aberta. Tornou-se um bem de consumo popular que tem sido prioritário nos lares brasileiros. Segundo a Pesquisa Nacional de Domicílios - PNAD (IBGE, 2008), 90% dos domicílios possuem um aparelho de TV enquanto 98% possuem eletrodomésticos, como uma geladeira.

da comunicação bidirecional e interativa com a comunidade de aprendizagem. Isso foi possível graças ao advento da Internet e principalmente da *World Wide Web* (Web) nos anos de 1990.

A convergência de tecnologias e serviços foi propiciando os meios para que os produtores de conteúdo para o rádio, TV, computador, dentre outros pudessem ir se adequando a transmissão do conteúdo através de vários outros meios atuais, como Web, celular, IPTV, etc., fazendo uso de diferentes redes (satélite, ADSL, Wi-Fi, etc.). Isso conduziu à era tecnológica atual, da Mobilidade, que por consequência leva a uma interpretação de EaD como “Educação sem Distância”. Os celulares ultrapassam as suas funções originais de comunicação de voz e passam a transmitir dados multimídia e serviços com base no protocolo IP (*Internet Protocol*) da Internet, com altas taxas de transmissão (mais que 2 Mbps). É a realidade da tecnologia 3G na telefonia, que também permitiu que o conteúdo da TV Digital (TVD) pudesse ser convergido para o ambiente do celular.

O modelo de TVD aberta no Brasil teve suas transmissões iniciadas em dezembro de 2007, com uma estratégia de expansão territorial programada para ser completada em 2016. O modelo, contudo, não está completamente implementado, pois o recurso de interatividade ainda não está disponível. Esse recurso é fundamental para utilização da TVD para a Educação (EaD), conforme as pretensões de uso por parte do Governo, desde 1999. Com a interatividade, a TVD pode ser referenciada explicitamente como TVDI (TVD Interativa), ou simplesmente como TVD, se estiver implícito que o modelo de TVD abordado contempla a interatividade. Neste trabalho, sempre que se referir ao modelo de TVD em implantação se subentenderá que ele compreende a interatividade, embora ainda não implementada; quando se pretender que o leitor suponha o modelo com a interatividade já implementada, será utilizada a abreviação TVDI.

É importante se observar que TVDI e TV Interativa não são sinônimos. A interatividade é uma característica genérica, seja para uma TV analógica ou digital. Em relação à tecnologia digital, pode-se pensar na abordagem já utilizada via Internet, IPTV, abordada no **ANEXO B**, e na abordagem alvo deste capítulo, TVD, via sistema de transmissão de TV.

Segundo Lekakos, Chorianop, Doukidis (2007), uma TV Interativa providencia

um modelo diferenciado de interação com o usuário¹³. Os serviços disponíveis consistem de aplicações baseadas em um conjunto básico de funções agrupadas em três categorias:

- Navegação: permite ao usuário selecionar, buscar e realizar escolhas dentre opções (KLEIN; KARGER; SINCLAIR, 2003);
- Interação: permitem que o usuário inicie, interrompa, modifique e controle as informações multimídia;
- Segurança: permite controle de acesso às informações do sistema e mantêm a integridade e sigilo das informações que circulam pela rede.

PÄIVI (2005), por sua vez, caracteriza a TVDI sob três aspectos essenciais:

- Personalização: referente à capacidade do ambiente em ser ajustado a cada perfil de usuário;
- Digitalização: envolve todos os benefícios do sinal em formato digital, proporcionando imagem e áudio de alta qualidade;
- Interatividade: capacidade do usuário interagir (comunicação bidirecional) com todos os elementos apresentados na tela.

Segundo Waisman (2006), ainda não há consenso mundial sobre o que é interatividade, pois a definição muda segundo a área: Engenharia de Software, Comunicação, Educação, Psicologia, entre outras. Para a Engenharia de Software, poderia simplesmente escolher uma opção do menu da televisão, optar por idioma no DVD ou clicar no computador para mudar uma página Web (WAISMAN, 2006). Para a Comunicação, a autora diz que se está relacionada à “ação do receptor de modificar o conteúdo e a mensagem”. Para a Educação e a Psicologia, por sua vez, “pode ser subtendida como uma troca entre duas pessoas ou entre uma pessoa e uma máquina”. Para a TVD, há limitações tecnológicas que devem ser consideradas.

Desde que o sistema de TVD foi definido para o Brasil, o Sistema Brasileiro

¹³ No universo digital da TV, o telespectador pode ser chamado de “usuário” (PAZOS-ARIAS, 2006).

de TV Digital (SBTVD), em 2003, já se pressupunha a interatividade decorrente da implementação do canal de retorno. Segundo Waisman (2006), a interatividade é atribuída ao canal de retorno. Se for considerado apenas os serviços para um usuário passivo, a questão é simples. TVs por assinatura, que também transmitem sinais digitais, já permitem isso com certa tranquilidade para o usuário: solicitação de informações adicionais, navegações por menus, escolher programas, fazer compras, etc. Isso pode ser obtido porque já são processos programados e disponibilizados para os usuários.

A intenção, no entanto é que se obtenha a interatividade com o usuário na qualidade de um agente ativo, ou seja, que o usuário possa interferir no conteúdo. Esse tipo de interatividade plena é complexo de ser implementado e tem envolvido vários pesquisadores. É essa interatividade que se espera para que se possa convergir os avanços que o *e-Learning* trouxe a EaD (visto no **capítulo 2**). Espera-se que o usuário (aluno, professor) seja capaz de navegar no ambiente, mas principalmente interagir para a obtenção de conteúdos personalizados (PAZOS-ARIAS, 2006). É essa forma de interatividade que estará sendo subtendida quando se tratar de TVDI neste trabalho.

Considerando essa definição de interatividade para a TVDI e que a TVD já está disponível nos celulares no Brasil, pode-se almejar que o SBTVD-T plenamente implementado possa abrir perspectivas para que os ambientes virtuais de *e-Learning* possam ser acessíveis tanto de um computador, de um aparelho de TV ou de um celular. Lytras (2002) enfatiza, inclusive, que o modelo de TVD nacional é ajustável às características de mobilidade e portabilidade de comunicação, adequado ao futuro da convergência digital.

Segundo o Livro Verde¹⁴ da Convergência da Comunidade Européia, convergência digital é definida como:

a capacidade de diferentes plataformas de rede servirem de veículo a serviços essencialmente semelhantes ou a junção de equipamentos terminais para uso do consumidor, como o telefone, a televisão e o computador pessoal.

¹⁴ Ver <http://www.anacom.pt/content.jsp?contentId=13608>

Face ao exposto, a TVDI constitui uma nova perspectiva para o contexto de EaD, tendo motivado várias pesquisas em uma nova classe de *e-Learning* denominada *t-Learning* (aprendizagem através da TV), abordada na seção 3.1. A seção traz também comentários sobre algumas aplicações já operacionais em outros países.

O modelo de TVD adotado pelo Brasil, Sistema Brasileiro de TV Digital – Terrestre (SBTVD-T), foi adaptado do modelo de TVD japonês *Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial* (ISDB-T). Para a definição do modelo nacional, foram feitos estudos sobre os modelos de TVD já existentes em outros países pelo Governo, em parceria com emissoras de TV, fornecedores e fabricantes de dispositivos eletrônicos e centros de pesquisa. A seção 3.2 apresenta algumas considerações sobre a análise realizada, frente às características definidas previamente pelo Ministério das Comunicações em 2003 (Decreto nº 4.901).

Segundo o ministro Hélio Costa, o sistema brasileiro trouxe melhorias ao sistema japonês, em relação à interatividade (SeCom, 2008). No sistema japonês a interatividade é voltada ao comércio eletrônico. No Brasil, além do comércio eletrônico, houve preocupação com a interatividade na Educação. O ministro enfatiza que a TVD numa sala de aula poderá permitir que não só o professor se expresse ao aluno (comunicação unidirecional), o aluno também pode se expressar, permitindo um mecanismo de interação construtivo entre professor, aluno e classe.

A seção 3.3 apresenta a infra-estrutura básica para a transmissão dos sinais do sistema SBTVD-T desde as emissoras de TV até os aparelhos receptores de TV: *set-top box* (STB), que convertem o sinal digital transmitido via *broadcasting* para analógico (no caso do uso de aparelhos de televisão convencionais). A forma de transmissão foi definida para a TV aberta (TVA) gratuita. O acesso, no entanto, requer a aquisição de um STB, de baixo custo (segundo promessas do governo deve chegar a ser comercializado por menos de 400 reais).

De modo geral, a TV convencional e a TVD diferem em dois aspectos básicos: a qualidade de definição da imagem e som, assim como a capacidade de multiprogramação da TVD. A TVD provê suporte a um conjunto de padrões de qualidade para os sinais de áudio e vídeo denominado HDTV (*High Definition Television*). Possui as opções estéreo e *surround* enquanto a TV analógica possui

opções para mono ou estéreo. Para a formação de imagens faz uso de mais de cerca de dois milhões de pixels e até 1080 linhas horizontais. Nas TVs convencionais, usa-se em torno de 480 linhas horizontais. Com a multiprogramação, vários programas podem ser transmitidos em um mesmo canal. Além disso, o usuário pode escolher a programação e até os ângulos de visualização das cenas – o que já é viabilizado, de certa forma, através de transmissões a cabo ou satélite, pelo sistema de TV por assinatura¹⁵.

No Brasil, algumas TVs por assinatura já implementam um certo grau de interatividade conforme as categorias funcionais básicas de TV Interativa apresentadas, mas não cobre todos os aspectos essenciais de TVDI. Permitem que o usuário escolha seu programa, escolha um ângulo para melhor visualizar uma cena, acesse informações adicionais sobre seus programas, contas, etc. e até envie mensagens de correio eletrônico, entre outras facilidades. Normalmente, isso é feito através de Guia Eletrônico de Programação, ou *Electronic Programming Guide* (EPG), e de um controle remoto. Os STBs para essas transmissões podem executar softwares já armazenados localmente e prover comunicação de dados com a central de operações. Assim, as informações visualizadas são resultantes da execução de softwares no STB ou recebidas através de uma transmissão *broadcasting*¹⁶.

Esses sistemas utilizam as redes telefonia fixa utilizando o modem telefônico como meio de comunicação. Na maioria dos casos, entretanto, as conexões possíveis são temporárias, com conexões discadas. Tais conexões, porém, são controladas por um sistema específico local, evitando que as aplicações disquem sem a autorização previamente estabelecida.

Essas funcionalidades básicas de interatividade também devem ser fornecidas pela TVDI no Brasil. Além disso, o usuário pode obter programação personalizada segundo seus próprios critérios. O usuário não fica condicionado a um rol de opções definidos em um EPG, mas configura suas opções, podendo alterá-las quando quiser.

Para providenciar a interatividade na TVDI é necessário o desenvolvimento de

¹⁵ Nesses sistemas de TV, o sinal é transmitido de modo digital e convertido para analógico através de um aparelho específico, de modo a ser visualizado no aparelho de TV.

¹⁶ Transmissão de informação (sinais de áudio e de vídeo) para vários receptores ao mesmo tempo.

softwares para interfaces já existentes, que permitam interoperabilidade com o sistema físico (*middlewares*). Tais interfaces são abordadas na seção 3.4.

É importante observar que em 29 de junho de 2006 foi criado o Fórum do Sistema Brasileiro de TV Digital, pelo Decreto nº 5.820, para tratar de questões nacionais para a TVD. Entre outras atribuições, o Fórum é responsável pelos aspectos técnicos referentes à geração, distribuição e recepção dos sistemas de TVD em alta definição (HDTV) e definição do padrão SBTVD-T, bem como questões de mobilidade, portabilidade, serviços de dados e interatividade. Até 2008, o Fórum definiu 24 especificações para padronização dos aspectos técnicos sobre a TVD brasileira, que estão sendo homologados como padrões formais pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O **APÊNDICE B** traz uma relação desses padrões, relacionando, inclusive, os que ainda estão em fase de elaboração.

Convém ressaltar que o **APÊNDICE C** traz alguns exemplos de aplicações da TVD brasileira na EaD atualmente, mesmo sem utilizar a infra-estrutura da TVDI do SBTVD-T.

3.1. T-LEARNING: UMA NOVA MODALIDADE PARA E-LEARNING

O conceito de *t-Learning* (aprendizagem através da TV) pode ser considerado como uma ramificação do conceito de *e-Learning*, onde o meio de distribuição do conteúdo e de comunicação (bidirecional) é provido pela transmissão da TVDI. Os recursos digitais constantes nos sistemas de *e-Learning* são acessíveis através de um aparelho de TV ou de qualquer dispositivo terminal para a TVDI.

No *t-Learning*, não se pode desassociar a TV da cultura, informação e entretenimento – características de grande impacto na vida social, política e econômica do país.

Nessa direção, Pazos-Arias (2006) caracteriza *t-Learning* como uma combinação de educação e entretenimento, introduzindo um novo termo: “*edutainment*” (*education + entertainment*). Esse termo ainda não tem um consenso de tradução para a Língua Portuguesa. Entretanto, se uma regra similar de formação for aplicada, tem-se “*edutretenimento*” (*educação + entretenimento*). Assim,

edutretenimento, ou *edutainment*, envolve as características atrativas dos programas de TV e as características educacionais dos sistemas virtuais integrados (*software*) de *e-Learning*, conforme ilustrado na **Figura 7**.

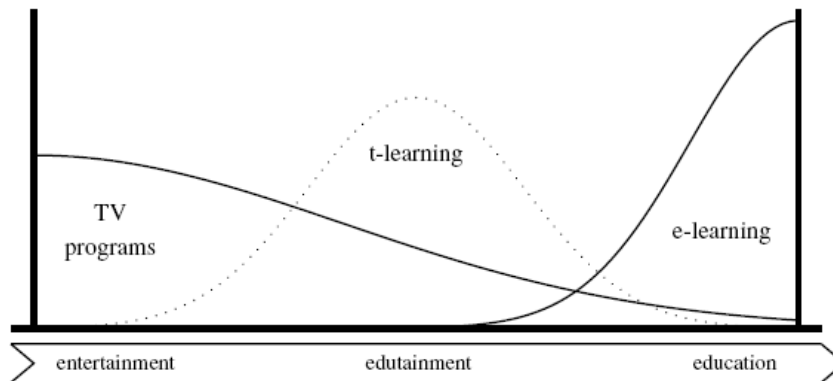


Figura 7 - Visão de *t-Learning* que associa Educação com entretenimento (*edutainment*).

Fonte: extraído de Pazos-Arias *et al.* (2006).

A implementação de *edutainment* na TVDI traz uma nova abordagem onde o processo de ensino e aprendizagem é informal disponibilizando ao usuário a capacidade de buscar o conteúdo mais atraente e interessante de acordo com os aspectos de entretenimento. Desta forma, difere do *e-Learning* uma vez que não possui metodologias para seguir o currículo proposto do curso.

No Reino Unido, modelos de EaD através da TVDI já são realidade. Um exemplo é o programa “*NLT: Knowledge*”, oferecido pelo canal a cabo BBC (*British Broadcasting Corporation*) (BERTOTI; ALMEIDA; BACCAN, 2004). Segundo Freeman e Lessiter (2001), esse sistema possui uma interface rica em recursos e interativa com o usuário. Os autores ilustram a interatividade através das telas de TV apresentadas nas **Figuras 8 a 11**. Os conteúdos apresentados fazem parte de uma atividade tipo *Quiz*, baseada em questões e respostas, sobre diferentes áreas da Língua Inglesa, Matemática e Ciências. Essa atividade pode ser encontrada no sítio da *BBC Learning* (<http://www.bbc.co.uk/learning/>), uma divisão da rede BBC que disponibiliza atividades de EaD em um sítio da Web. Ressalta-se que na TV, as atividades são geralmente realizadas individualmente e em grupos virtuais (PÄIVI, 2005).

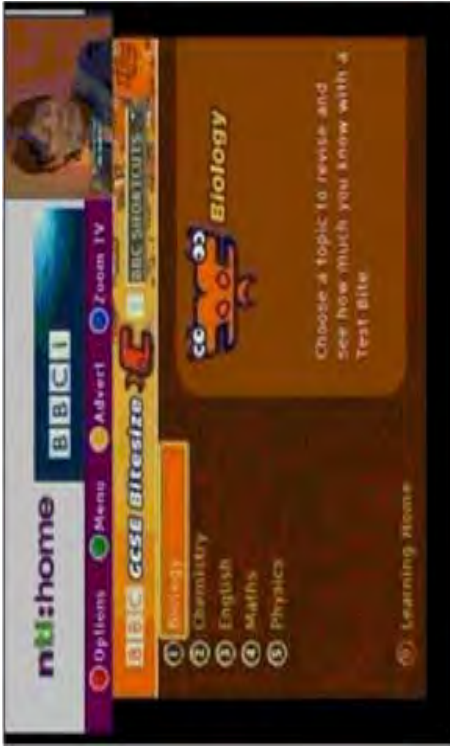


Figura 8 - Menu principal com a opção Biologia escolhida.
 Fonte: extraído de PJB Associates (2004).

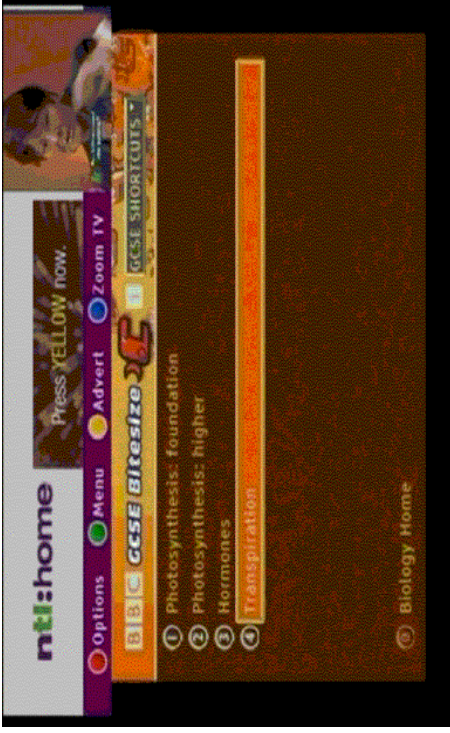


Figura 10 - Seção da Biologia com diferentes assuntos.
 Fonte: extraído de PJB Associates (2004).

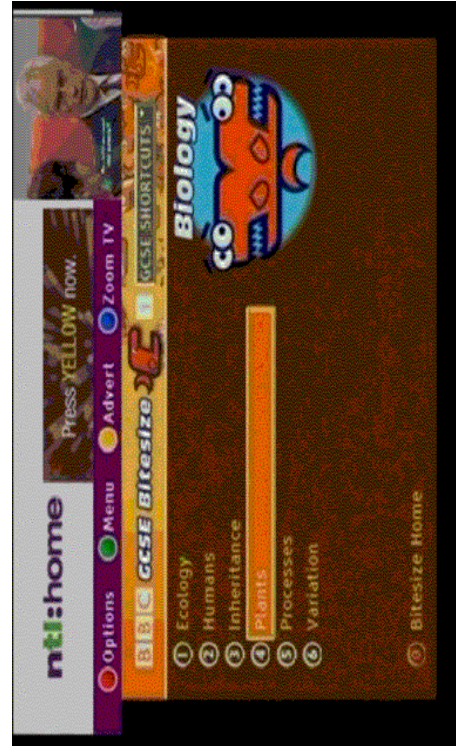


Figura 9 - Seção da Biologia com diferentes assuntos.
 Fonte: extraído de PJB Associates (2004).

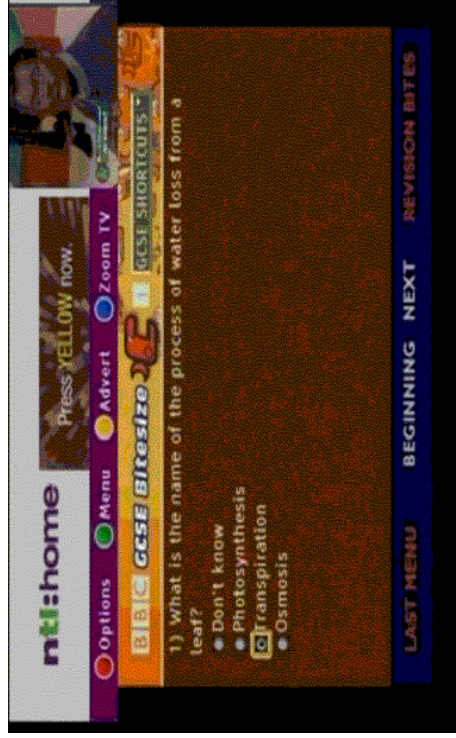


Figura 11 - Uma questão sobre transpiração das plantas.
 Fonte: extraído de PJB Associates (2004).

Segundo Gawlinski (2003), as produções para a TVDI com objetivo educacional têm falhado na qualidade da interatividade. Essa propriedade tem sido implementada com formatos de conteúdos muito simples, sem explorar os recursos adicionais da TV, com possibilidades de interação muito restritas. Um caso muito simples de falta de adaptação de conteúdo da Web para a TVD pode ser relativo ao tamanho da tela do aparelho de TV em relação à do computador. Apesar do tamanho bem maior da tela do aparelho de TV, que permite a co-participação de outras pessoas e requer maior distância do aparelho, por motivos de ergonomia, as figuras não são configuradas para serem legíveis e aproveitarem o espaço da tela da TV. Isso pode ser notado no tamanho dos caracteres apresentados nas **Figuras 8 a 11**.

Um problema maior em relação à restrição de interatividade, no entanto, está na limitação natural de um dispositivo de controle remoto – sem a flexibilidade de dispositivos de entrada de um computador como *mouse* e teclado. Pagani (2003) acrescenta que as limitações tecnológicas dos dispositivos de decodificação do sinal (STBs) também interferem na abrangência de recursos do software.

Convém ressaltar que quando a TV é utilizada como um meio de aprendizagem, a emissora (educacional ou não) não pode ser considerada responsável por todas as necessidades que um processo de aprendizagem convencional exige. Isso requer estudos em modelos pedagógicos apropriados para a TVDI, assim como aconteceu para o computador com a Internet/Web. É interessante que sejam pensados em sistemas do tipo CSCL, como visto na seção 2.2, com ambientes colaborativos, de comunicação bidirecional professor-aluno. Mas, como comentado em outras partes dessa dissertação, o trabalho desenvolvido não se direcionou aos modelos pedagógicos, e sim, tecnológicos.

3.2 SBTVD-T: SISTEMA BRASILEIRO DE TELEVISÃO DIGITAL - TERRESTRE

O Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVD) foi definido pelo Decreto nº 4.901, de 26 de novembro de 2003, após análises feitas desde 1999 por um grupo

liderado pelo Ministério da Comunicação, composto por representantes das seguintes entidades: 10 ministérios, Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI), sociedade civil (setor produtivo e órgãos de defesa do consumidor). O projeto definiu os propósitos da TVD no Brasil, levando em conta que ela devia ser um instrumento de inclusão digital, assim como a baixa renda da população e os benefícios da interatividade, tanto para o setor comercial como para a Educação, principalmente.

Como as discussões sobre a TVD vinham desde que o presidente Luiz Inácio Lula da Silva assumiu, em 1999 as emissoras de TV solicitaram à ANATEL a avaliação técnica e econômica dos padrões de TVD já existentes:

1. o modelo japonês, mais conhecido como modelo japonês, *Integrated Services of Digital Broadcasting* (ISDB-T), apresentado na *subseção 3.2.1*;
2. o modelo americano *Advanced Television System Committee* (ATSC), comentado na *subseção 3.2.2*;
3. o modelo europeu *Digital Video Broadcasting* (DVB), apresentado na *subseção 3.2.3*.

A ANATEL, por sua vez, solicitou as avaliações à Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD) em Telecomunicações, que em 2001 apresentou um relatório ressaltando que a avaliação ultrapassava a questão tecnológica. A decisão tomada, então, foi a criação de um consórcio capaz de analisar os padrões disponíveis e as possibilidades para desenvolver módulos integráveis para atender com mais eficiência os requisitos e necessidades da televisão brasileira.

Para viabilizar a infra-estrutura necessária para sua implantação, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) publicou três lotes de Editais de Chamadas de Projetos em vários temas (um em 2001 e dois em 2004). Financiou 90 projetos qualificados, de 79 instituições de pesquisa. Os resultados foram entregues até dezembro de 2005.

Assim, em 29 de junho de 2006, através do Decreto nº 5.820 foi definido o modelo de referência de TVD nacional, com base no modelo japonês, que melhor

satisfaz as necessidades das políticas públicas de comunicação do Brasil. O modelo padrão do Brasil passou a ser Sistema Brasileiro de Televisão Digital - Terrestre (SBTVD-T).

Segundo Mendes (2007), o SBTVD-T propôs uma nova solução para melhorias na capacidade e desempenho em relação ao antigo sistema de sinal analógico. A camada física cria oportunidades para oferecer facilidades de integração de serviços como: correio eletrônico, multimídia, acesso à informação, entre outros – abrindo novas perspectivas para a inclusão digital. Além disso, proporciona maior capacidade para transmissão de HDTV e múltiplos programas. O modelo SBTVD-T é ajustável às características de mobilidade e portabilidade de comunicação, indo de encontro às necessidades de convergência digital dos sistemas (LYTRAS, 2002; MENDES, 2007).

Através do Decreto nº 5.820 ficaram estabelecidas “as diretrizes para transição do sistema de transmissão analógica para o sistema de transmissão digital de radiodifusão de sons, imagens e dos serviços de retransmissão de televisão”.

O plano governamental inclui a disseminação gradativa em todo território nacional em dez anos: até 2016.

Nos Estados Unidos, esse desligamento já deverá ocorrer no primeiro semestre de 2009 e em 2010 na Europa e Ásia.

Em dezembro de 2007, o Brasil deu início ao seu plano de transição do padrão analógico PAL-M (adaptado do sistema PAL europeu) para o digital SBTVD-T. Esse processo requer esforço das emissoras em efetuar a migração de sua infraestrutura, a fim de suportar as tecnologias para a TVD. Também requer a capacidade do governo em atuar junto às empresas para oferecer à população, a um preço acessível, os STBs.

No final de 2008, a TVD atingiu 8 capitais brasileiras mais a cidade de Campinas - uma importante cidade do estado de São Paulo de acordo com a revista Em Questão - Entrevista (SeCom, 2008). A próxima etapa é atingir o interior dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, nessa ordem de prioridade.

Assim, na segunda década do século 21 o Brasil já deverá estar no conjunto de países com a tecnologia da TVD. A tendência é que essa tecnologia seja adotada por todos os países, prevendo-se a extinção dos sistemas de transmissão analógica

na comunicação.

3.2.1 PADRÃO ISDB-T (*INTEGRATED SERVICES OF DIGITAL BROADCASTING*)

O padrão *Integrated Services of Digital Broadcasting* (ISDB-T) também conhecido como o sistema japonês, foi lançado em 1990, desenvolvido pelo consórcio de empresas *Digital Broadcasting Experts Group* (DIBEG), como resultado de trabalhos desde 1970 (ISDTV-T, 2006).

Este padrão utiliza o método de modulação de transmissão terrestre *Coded Orthogonal Frequency-Division Multiplexing* (COFDM), onde múltiplos sinais são enviados em diferentes frequências. Utilizando este método, obteve-se bons resultados em transmissões metropolitanas.

Outro diferencial desse sistema é a possibilidade de substituir uma antena de transmissão de grande potência por uma rede de antenas de transmissão de baixa potência, Isso proporciona um desempenho superior aos demais padrões em relação aos ruídos e interferências. A estrutura do sistema ISDB-T é considerada por muitos como sendo semelhante ao padrão europeu quanto ao modo de transmissão hierárquica. No entanto, implementado com mais recursos e inovações (SeCom, 2008). O modo de transmissão hierárquica do ISDB-T é capaz de transmitir o mesmo programa com resoluções diferentes, porém, o padrão faz preferência em transmitir no formato *High Definition Television* (HDTV), isto é, imagem em alta definição e formato de tela estilo cinema (16:9).

Convém ressaltar que o ISDB-T permite a transmissão para os dispositivos móveis gratuitamente. Além disso, permite os recursos de interatividade com o usuário - não disponível no modelo americano ATSC nem no europeu DVB.

A camada de software utilizada no sistema japonês é padronizada pela *Associations of Radio Industries and Business* (ARIB) – uma aliança de empresas ligadas a telecomunicações, rádio e televisão do Japão (ISDTV-T, 2006).

3.2.2 PADRÃO ATSC (*ADVANCED TELEVISION SYSTEM COMMITTEE*)

O modelo americano *Advanced Television System Committee* (ATSC) foi lançado em maio de 1993, desenvolvido por um consórcio de empresas interessadas em padronizar a transmissão da TVD: *Digital HDTV Grand Alliance*. A sua homologação oficial, no entanto, só ocorreu em 1996 (ATSC, 2003).

O modelo ASTC é resultante de trabalhos desenvolvidos desde a década de 1980, iniciados por um grupo de pesquisadores e representantes das indústrias de televisão, mantidos pelo órgão regulador dos meios de comunicação, *Federal Communications Commission* (FCC). Esse grupo também ficou responsável pelo desenvolvimento de tecnologias para a área de TVD, assim como pela definição de políticas públicas para as aplicações advindas das pesquisas.

Em 1990 foi lançado o primeiro sistema totalmente digital, desenvolvido pela *General Instrument* com o objetivo de transmitir em formato HDTV. Outros sistemas para a TVD foram desenvolvidos por várias empresas. Entre 1991 e 1992 esses sistemas foram testados. A partir dos resultados, as empresas interessadas se organizaram no consórcio ATSC, levando à definição do modelo de mesmo nome em 1993. A transmissão no ASTC foi padronizada para alta definição (HDTV) e o som codificado no sistema Dolby AC-3.

Observa-se que o sistema de TVD americano implementa alta definição, mas só atinge aparelhos fixos de TV (SeCom, 2008).

O modelo define uma camada de software aberta denominada *DTV Application Software Environment* (DASE), que permite que serviços interativos sejam executados normalmente por qualquer receptor. Essa camada define um protocolo bidirecional com o objetivo de retornar dados pelo canal de transmissão para colocar em prática a interatividade.

Atualmente, mais de 200 empresas trabalham em conjunto para criar melhorias do sistema ATSC, de forma que este seja escolhido pelo maior número de países possível. Até o momento, além dos Estados Unidos, também foi oficialmente escolhido pelo Canadá e México.

3.2.3 PADRÃO DVB (*DIGITAL VÍDEO BROADCASTING*)

O modelo *Digital Video Broadcasting* (DVB) foi definido por um consórcio de empresas ligadas à televisão, públicas e privadas: o *European Launching Group* (ELG) lançado em 1991. Esse consórcio foi formado porque, apesar dos países europeus terem iniciado pesquisas e desenvolvimento para sistemas de HDTV antes de outros grupos, os sistemas ficaram defasados na tecnologia de transmissão terrestre (DVB, 2003).

O DVB possibilita transmissão hierárquica, permitindo que o telespectador possa assistir ao mesmo programa em resoluções diferentes (480 linhas na recepção móvel e 1028 na recepção fixa) e é menos susceptível a interferências.

Apesar do DVB prover transmissão também para os dispositivos móveis, essa facilidade é restrita ao uso de uma linha telefônica, com custos, ao usuário, pelo tempo em que assistiu aos seus programas no celular ou no carro (cerca de US\$ 1.25 o minuto de televisão transmitido) (SeCom, 2008).

O consórcio para manutenção do DVB possui mais de 300 membros, incluindo diversas empresas do setor de Informática, que auxiliaram no desenvolvimento da camada de software *Multimedia Home Platform* (MHP) que permite a interação do telespectador com as aplicações oferecidas pelo sistema.

Empresas de telefonia celular, por sua vez, contribuíram para o desenvolvimento do *Return Channel Terrestrial* (RCT) – canal de retorno exclusivo de informações dos espectadores que não prejudica as transmissões, pois utiliza a tecnologia *Global System for Mobile Communications* (GSM), predominante na Europa.

O DVB disponibiliza 6 canais de áudio. O modo de transmissão é o *Standard Definition Television* (SDTV), mantendo um formato de imagem 4:3, similar com o analógico, porém, com resolução similar ao de um DVD.

3.3 INFRA-ESTRUTURA BÁSICA PARA A TRANSMISSÃO DA TVDI

Para que o telespectador possa assistir aos seus programas favoritos em um aparelho de TV que receba os sinais no formato digital, é necessário um decodificador do sinal digital para analógico, permitindo a exibição do conteúdo recebido (FERNANDES; LEMOS; SILVEIRA, 2004). O equipamento decodificador é conhecido como *set-top Box* (STB). O uso de um equipamento adicional é compensado pela melhor qualidade do sinal, possibilitando imagens de alta resolução e novos recursos. A *subseção 3.3.1* apresenta algumas informações básicas sobre os dispositivos STB.

Outra questão é a infra-estrutura para suporte ao padrão do sinal transmitido. A *subseção 3.3.2* traz algumas considerações sobre essa infra-estrutura, considerando o padrão SBTVD-T adotado pelo Brasil. O canal de retorno também será abordado, uma vez que é o recurso fundamental para analisar e processar as respostas geradas a partir da interação do usuário.

Apesar dos aparelhos necessários para a implantação da TVD pelas emissoras de TV serem importados, segundo o ministro Hélio Costa, o Brasil já deu início à produção dos principais dispositivos para a TVD – e também para o rádio digital, chegando a ser o maior exportador de transmissores de TVD para os Estados Unidos (produção em Santa Rita do Sapucaí-MG e Zona Franca de Manaus) (SeCom, 2008).

Em relação à TVD para os dispositivos móveis, a infra-estrutura é a tecnologia 3G, já disponível pelas companhias de telefonia móvel. Tal tecnologia está implantada desde o segundo semestre de 2008 nas principais capitais brasileiras e em várias cidades do interior, já atingindo as cidades com menos de 100 mil habitantes (SeCom, 2008).

3.3.1 RECEPTORES *SET-TOP BOX*

Diante de tantas inovações, é indispensável o uso de um equipamento para a recepção do sinal de TVD, gerência e execução das aplicações, denominado *Set-Top Box* (STB) (**Figura 12**). O STB é o receptor responsável por decodificar o sinal recebido e verificação dos direitos de acesso e níveis de segurança (CICIORA, 1995). Possui saída de sinal de vídeo e áudio de alta qualidade e áudio com qualidade além de processar os programas e dados recebidos, permitindo a interatividade do usuário.



Figura 12- Representação de um equipamento Set-Top Box.

Fonte: extraído de Fernandes, Silveira (2004).

O STB é um equipamento que oferece recursos baseados nos seguintes módulos:

- Sintonizador: responsável por sintonizar as transmissões digitais. No mercado existem aqueles que além de sintonizar sinais digitais também sintonizam sinais analógicos, já preparados para a fase de transição do sistema de televisão;
- Demodulador: o sinal em banda base analógica vindo do sintonizador é encaminhado ao demodulador que recupera o fluxo de dados modulado no sinal e encaminha esse sinal já digital ao demultiplexador;
- Demultiplexador e Descriptor: o fluxo de dados baseados em MPEG-2 consiste em vários pacotes de dados identificados com números únicos, os *Packets ID's* (PID) com o objetivo de identificar os pacotes com formato de áudio, vídeo ou dados. A função do demultiplexador é separar os vários tipos de fluxos de dados fazendo com o que o fluxo seja enviado para o decodificador correto (FARIA *et al.*, 2006);

- Decodificadores: Normalmente, a Set-Top Box possui três decodificadores: o decodificador de vídeo, que transforma o fluxo de vídeo numa seqüência de imagens; o decodificador de áudio que decodifica e descomprime o fluxo de áudio, extraindo um, dois ou mais canais de áudio; e um decodificador de dados que envia os dados ao processador da STB;
- Unidade de processamento central (UCP): possui a função de inicializar os vários componentes da STB além de executar funções para processar as aplicações da TV interativa. Monitora e administra as interrupções de hardware, coloca e retira dados da memória, executa diversos programas, etc. A arquitetura é única para cada fabricante, mas todos os processadores tendem a ter uma unidade aritmética lógica e um relógio que controla a velocidade do processador e sincroniza todos os componentes.
- Memória: utilizada para armazenar e manipular os dados e interrupções. A memória é dividida em RAM e ROM. Quanto maior a quantidade de recursos gráficos e interatividade proporcionados ao telespectador, maior quantidade de memória será necessária para armazenar estas informações e maior a necessidade de capacidade de processamento.
- Interfaces de armazenamento: São mecanismos capazes de armazenar e recuperar dados dos telespectadores, sejam transmitidos ou gerados na STB, como documentos pessoais, sites favoritos ou emails.
- Interfaces físicas: disponibilização de interfaces físicas permitindo maior integração com outros equipamentos. As principais interfaces incluem: MODEM, IEEE-1284, USB, IEEE-1394, 10BASE-T, RS-232, PCMCIA II, e ainda leitores de *SmartCards* e portas de comunicação infravermelho.

O telespectador não tem o mesmo perfil do usuário do PC e desta forma a TVD deve envolvê-lo com seus novos serviços além da programação de entretenimento. Conforme a classificação dos equipamentos de acordo com TELECO (2008), os diferentes tipos de Set-Top Box vão desde os modelos simples até o mais completos. Porém o preço de um equipamento do Tipo 4 ou 5 ainda é elevado e o valor estimado pelo governo de cerca de R\$ 200,00 por produto ainda

não é realidade, afetando os planos de inclusão digital.

- Tipo 1 - *Zapper*: Não oferece nenhum tipo de interatividade possibilitando apenas seleção e exibição de opções de áudio, vídeo e legendas.
- Tipo 2 - Terminal com Aplicações Residentes: Oferece um nível simplificado de interação devido às aplicações residentes como o Guia Eletrônico de Programação. Não possui canal de retorno e desta maneira, as aplicações não enviam dados para a emissora.
- Tipo 3 - Terminal com Suporte a Carga de Aplicações Transmitidas por *Broadcast*: Este tipo possui suporte para iniciar e executar aplicações transmitidas pelo canal de broadcast que por sua vez utilizam fluxos de áudio, vídeo e dados. Também não possui canal de retorno.
- Tipo 4 - Terminal com Canal de Interatividade: Além das funcionalidades do Tipo 3, este tipo oferece suporte para que as aplicações se comuniquem com outras aplicações remotas mediante um canal de retorno.
- Tipo 5 - Terminal com Suporte a Funcionalidades Avançadas: Além dos recursos do Tipo 4, este tipo oferece: Função *Personal Video Recorder* (PVR) para gravar o conteúdo transmitido; Comunicação com dispositivos móveis, permitindo a comunicação com outros dispositivos como: telefone celular e computadores; Captura de áudio para aplicações com interação por voz.

Segundo o Ministro das Comunicações, Hélio Costa, os preços dos STBs em 2008 já estavam chegando a um preço popular, variando de R\$240,00 a R\$450,00 – diferenças essa baseada apenas na aparência do dispositivo e não pelas funcionalidades de conversão (SeCom, 2008). O Ministro enfatiza a grande redução do preço desde o lançamento da TVD no Brasil, em 2006, quando um STB custava em torno de 1.400 reais. Segundo a Norma ABNT NBR 15604 (2008) a configuração básica do receptor deve contemplar: antena de recepção terrestre; módulo *Integrated Receiver Decoder* (IRD) e cabo de conexão entre a antena e o receptor, dispostos conforme a **Figura 13**.



Figura 13 - Configuração básica de um STB, segundo norma da ABNT.

Fonte: extraída da norma ABNT NBR 15601 (2007).

3.3.2 SISTEMA DE TRANSMISSÃO E CANAL DE RETORNO

Os planos de desenvolvimento do ISDB-T foram muito além de apenas abordar a transmissão de sinal digital. O objetivo foi criar uma plataforma tecnológica com múltiplos serviços.

A inovação agregada a esse padrão está na segmentação da banda, criando subdivisões em um único canal garantindo diversos serviços de comunicação e permitindo a convergência total das transmissões televisivas com a Internet, telefones celulares 3G, entre outros.

A **Figura 14** ilustra os principais componentes para a transmissão e recepção do sinal:

- Estúdio: que envolve as atividades de produção (gravação de cenas), pós-produção (edição e acabamento), transmissão de sinais entre diferentes setores da emissora ou entre um veículo e a base (reportagens externas) e armazenamento dos vídeos;
- Radiodifusão (*broadcast*): transmissão das informações para o usuário final;
- Sistema de recepção: formado pela antena e o receptor (Televisor).

Segundo a Norma ABNT NBR 15604 (2008), na transmissão, pode-se ter uma ou mais entradas, definidas no sistema MPEG-2, contendo feixe de dados

Transport Stream (TS). Todas essas entradas devem ser remultiplexadas para se gerar uma única TS, que, por sua vez, será codificada em canal múltiplo, de acordo com o tipo do serviço, e enviada como um sinal OFDM comum, conforme ilustrado na **Figura 15**.

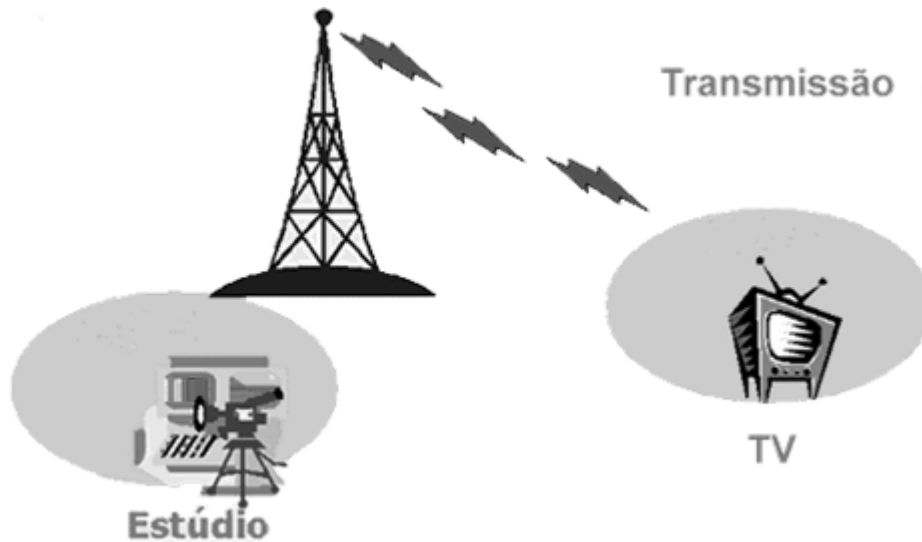


Figura 14 - Infra-estrutura para criação, transmissão e recepção do conteúdo para a TV.
Fonte: extraído de Fernandes, Silveira (2004).

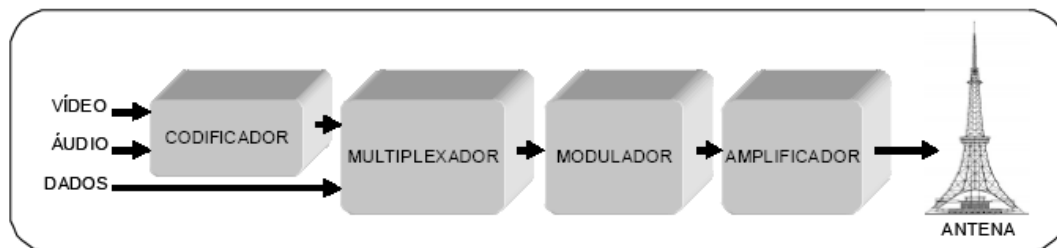


Figura 15 - Visão geral do sistema de transmissão.
Fonte: extraído da norma ABNT NBR 15601 (2007).

Como comentado na seção 3.2, o padrão de transmissão nacional é baseado no padrão japonês, que faz uso da transmissão hierárquica. Esse tipo de transmissão requer que um único canal de televisão seja usado simultaneamente para serviço de recepção fixa, recepção móvel e recepção portátil, agregando flexibilidade ao sistema.

A transmissão consiste na divisão da banda útil do canal em 13 segmentos *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*¹⁷ (OFDM) sucessivos, de 428,5 kHz (1/14 da largura de canal de televisão) para formar até três programas distintos, ou seja, três camadas (ABNT NBR 15601, 2007; YAMADA; BEDICKS; CASTRO, 2008). Os parâmetros de transmissão podem ser configurados individualmente para cada segmento OFDM, formando um canal de composição flexível. Dessa forma, cada segmento ocupa e deve permitir a conexão de múltiplos segmentos, de modo a prover largura de transmissão que atenda à necessidade da mídia. Esse processo de configuração consiste no que se chama de estrutura de camada hierárquica, conforme ilustrado na **Figura 16** (YAMADA; BEDICKS; CASTRO, 2008).

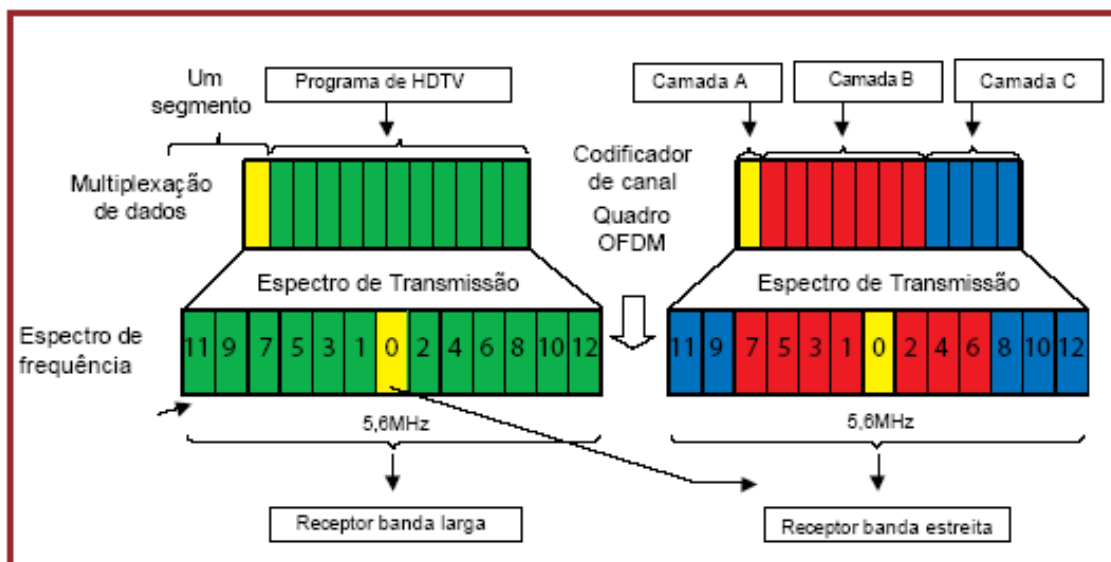


Figura 16 - Visão geral da transmissão hierárquica.

Fonte: extraído de Yamada; Bedicks e Castro (2008)

A **Figura 16** apresenta dois exemplos de transmissão hierárquica elaborados por Yamada, Bedicks e Castro (2008): a transmissão simultânea de um programa de TV em alta definição para um receptor de banda larga ou *fullseg* (à esquerda) e a transmissão de três programas (A, B e C) para um receptor de banda estreita ou *one-seg* - portátil (à direita). Segundo Yamada; Bedicks e Castro (2008), “no sistema

¹⁷ O espectro da radiodifusão da TVD nacional consiste de 13 segmentos OFDM sucessivos (ABNT NBR 15601, 2007)

brasileiro é possível transmitir sinais de TV para receptor portátil de banda estreita. Esse método é denominado recepção parcial e usa sempre o segmento central da banda de 6MHz. Ele é considerado também como uma camada hierárquica”.

A transmissão hierárquica consiste no envio dos três programas distintos, simultaneamente, no mesmo canal, como A, B ou C, ilustrados na **Figura 16**. Cada programa pode ter configurações diferentes de canal. De acordo com o serviço que se pretende oferecer, o radiodifusor seleciona a quantidade de segmentos agrupados em cada camada hierárquica. Os segmentos de ordem ímpar estão no lado esquerdo e os de ordem par no lado direito, onde cada um pode ser configurado de modo independente. O segmento para recepção portátil está localizado no centro da fila de segmentos.

A infra-estrutura da TVD inclui o canal de retorno, conhecido também como canal de interatividade, que consiste no meio de comunicação entre o telespectador e a emissora.

A norma ABNT NBR 15607-1 (2008) apresenta o modelo de comunicação bidirecional, **Figura 17**, dividido em cinco fases: conexão de linha, conexão de enlace, transferência de dados, desconexão de enlace e desconexão de linha.

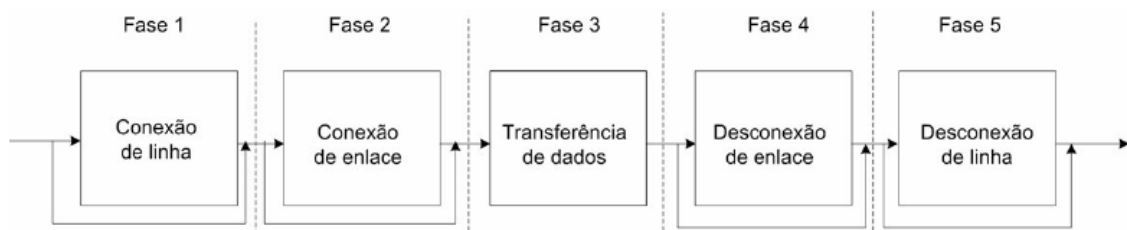


Figura 17 - Modelo de comunicação bidirecional para o canal de retorno.

Fonte: extraído de ABNT NBR 15607-1 (2008).

Segundo a ABNT NBR 15607-1 (2008), nas fases de conexão e desconexão de linha, o receptor deve conectar ou desconectar da rede de serviço telefônico fixo comutado ou móvel. A conexão e desconexão da linha podem ser feitas de diversos modos, como pelos comandos do *modem*, por exemplo. Para algumas redes essas duas fases podem ser desconsideradas, e fazendo com que o fluxo do sinal seja contornado (*bypass*). Nas fases de conexão e desconexão de enlace devem ser estabelecidos ou destruídos os enlaces de comunicações de dados entre o receptor

e o servidor. Essas fases podem não ser necessárias de acordo com o protocolo empregado. Estabelecido o enlace entre o receptor e o servidor, a fase de transferência, permite a troca bidirecional de informações entre eles.

As especificações para os dispositivos externos para o canal de retorno ou interatividade, ABNT NBR15607-2 (2008), ainda estão em fase de elaboração, como informado no **APÊNDICE B**. Da mesma forma, ainda não estão disponíveis as especificações relativas à interface de configuração para as tecnologias de acesso, ABNT NBR15607-3 (2008).

Devido às dificuldades de implementação real da interatividade (bidirecional) (vide **Figura 18**), Päivi (2005) define cinco classes de sistemas de TVD de acordo com o nível de interatividade, compiladas na **Tabela 7**.

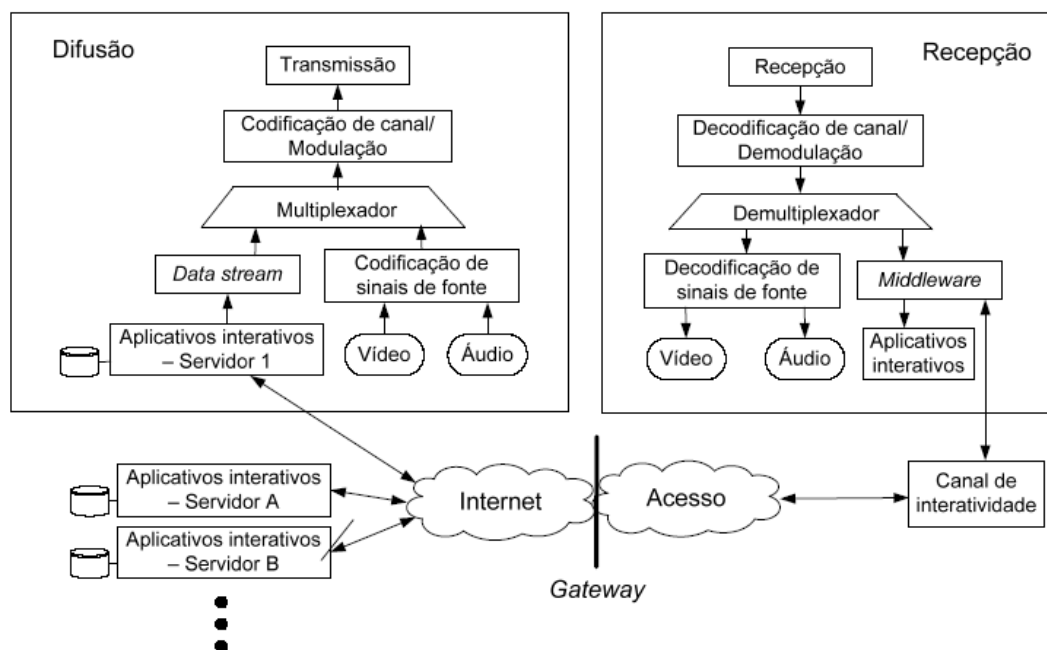


Figura 18 - Canal de interatividade bidirecional com acesso à Internet.

Fonte: extraído de ABNT NBR 15607-1 (2008).

Além dos sistemas de ensino-aprendizagem, beneficiando ainda mais os usuários. Alguns serviços que têm sido alvo de estudos merecem ser ressaltados:

- *T-Commerce*: modelo para o comércio eletrônico que utiliza a TV como lado cliente da aplicação. Possui um alto apelo comercial dado o fato que a TVDI permite que dados relacionados a propagandas sejam exibidas

juntamente com o programa assistido pelo telespectador criando um ambiente que possibilita efetuar compras dos produtos;

Tabela 7 - Classes de sistemas de TVD, segundo o nível de interatividade.

		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
interatividade	Forte	X	X			
	Médio			X		
	Fraco				X	
	Ausente					X
Tipo de Transmissão	Bidirecional Simétrica	X altas taxas de transmissão em <i>upstream</i> e <i>downstream</i>				
	Bidirecional Assimétrica, com retorno solicitado pelo usuário		X canal de retorno compartilhado entre os usuários			
	Bidirecional Assimétrica, com retorno solicitado pela emissora ou provedor			X o usuário só seleciona opções propostas pela emissora		
	Bidirecional com retorno desativado				X o usuário não pode mudar a programação	
	Unidirecional, Sem Retorno (O STB É Apenas Um Servidor De Aplicações)					X usuário apenas escolhe opções do STB
Internet	Acesso Total	X	X			X
	Acesso Restrito					
	Sem Acesso				X	

- *Video on Demand (VoD)*: serviço disponível em muitas emissoras que oferece ao telespectador escolher qual vídeo e quando deseja assistir determinado programa. Aplicações mais comuns de VoD em países europeus permitem que se procure o filme pelo nome ou gênero no qual faz parte, permitindo um pequeno *preview* do filme e posteriormente, se

desejado a seleção do filme que inicia a transmissão exclusiva do programa ao telespectador;

- Notícias interativas: com o avanço da qualidade das imagens e do som, a TVD também oferece a transmissão do programa de notícias e manchetes em texto que podem ser exibidas na tela juntamente com o programa em exibição, possibilitando ao telespectador selecionar aquela de sua preferência.

3.4 MIDDLEWARES E APIs PARA A TVDI

O termo *middleware* se refere às camadas de software responsáveis por atuar como interface entre as camadas inferiores (sistema operacional e protocolos) e as camadas superiores (aplicações). Visa garantir a comunicação transparente entre as mesmas através do gerenciamento dos componentes e permitir que as aplicações executem apenas as funções mais críticas (FERNANDES; SILVEIRA, 2004).

Segundo a norma ABNT NBR 15606-1 (2007), a estrutura do ambiente de aplicações para a TVDI no Brasil deve estar de acordo com a **Figura 19**.

A arquitetura da *middleware* para a TVDI brasileira está representada por dois importantes componentes interdependentes: a máquina de execução e a máquina de apresentação, com pontes apropriadas entre elas. Adicionalmente a esses dois componentes, pode-se ter aplicações nativas ou outros softwares específicos e de conteúdo.

Uma *middleware* se faz necessária para que a interatividade com usuários e a visualização de textos e gráficos seja possível. Desta maneira, os desenvolvedores de aplicações não precisam se preocupar com os protocolos das camadas inferiores do sistema de transmissão. O papel fundamental da camada *middleware* é unificar os padrões através da disponibilização de qualquer tipo de conteúdo, em qualquer tipo de receptor, independentemente do padrão de transmissão.

Nesse contexto, as *subseções 3.4.1 a 3.4.4* apresentam, respectivamente, alguns modelos de *middleware* mais conhecidos: *Association of Radio Industries and Business (ARIB)*, *DTV Application Software Environment (DASE)*, *Multimedia Home*

Plataform (MHP) e GINGA – o único componente do SBTVD genuinamente desenvolvido no Brasil.

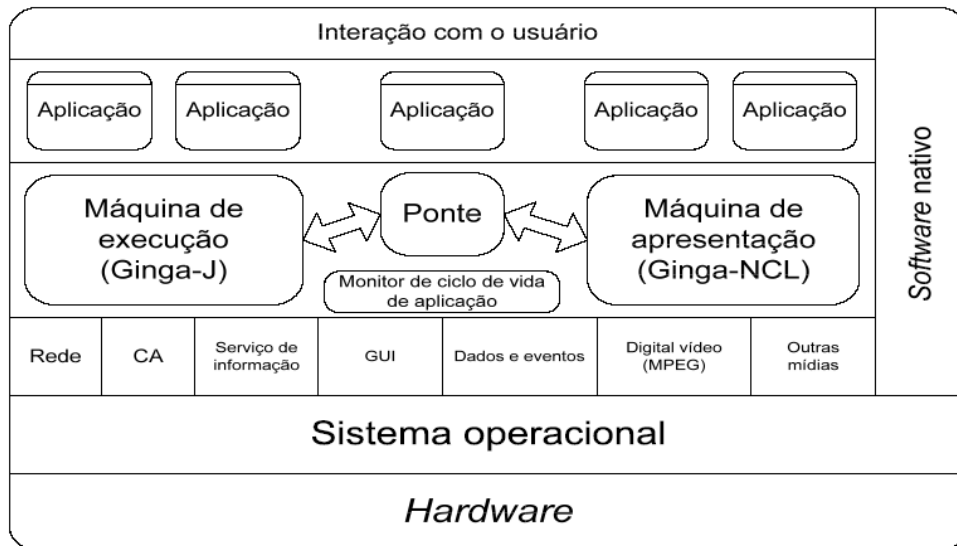


Figura 19 - Estrutura do ambiente de aplicações do SBTVD.

Fonte: extraído de ABNT NBR 15606-1 (2007).

As *middlewares* normalmente providenciam suporte a pelo menos uma Interface de Programação de Aplicações, mais conhecida como *Application Programming Interface* (API). Assim, para a parte experimental do trabalho desenvolvido, apresentado no **capítulo 4**, foi adotado o modelo GINGA, com a API Java TV, desenvolvida pela *Sun Developer Network*. Os principais aspectos da API Java TV utilizados no trabalho são apresentados na *seção 3.4.5*.

3.4.1 MIDDLEWARE ARIB - ISDB-T

A *middleware Association of Radio Industries and Business* (ARIB) define as regras para o serviço de *broadcasting* de dados, transportado como parte do serviço de *broadcasting* digital, para o padrão japonês ISDB-T. Esse *middleware* determina que o áudio, vídeo e todos os serviços de dados são multiplexados e transmitidos via *broadcasting* de rádio, com fluxo no formato de pacotes ou empacotado – *Transport Stream* (TS).

Os canais para a interatividade das comunicações são viabilizados através dos canais interativos da rede. São três os tipos de sistemas de transmissão de dados suportados: (1) sistemas com transmissão de dados que utiliza o armazenamento dos pacotes; (2) sistemas com transmissão de dados que utiliza seções; (3) sistema onde os dados são armazenados diretamente no *payload* (corpo do pacote que armazena os dados) do pacote para transporte do *stream*.

Os processos no receptor podem ser divididos em três etapas: (1) decodificação dos dados multimídia; (2) decodificação dos dados; (3) apresentação. Os receptores deverão possuir as funções de recepção, *display*, comunicação com o serviço de dados (interatividade) contando também com as funções básicas de um receptor de TV.

3.4.2 MIDDLEWARE DASE - ATSC

O padrão americano para a TVD utiliza a *middleware DTV Application Software Environment* (DASE), que permite que o conteúdo da programação e os aplicativos sejam executados no receptor STB, considerando os seguintes elementos:

- Aplicação DASE: coleção de informações que oferece a base de eventos e propriedades;
- Ambiente de aplicações declarativas: pode ser comparado a um navegador que oferece recursos para pesquisar documentos multimídia (aplicações declarativas), compostos por regras de estilo, *scripts*, *markups*, gráficos, vídeo e áudio;
- Ambiente de Declarações Procedurais: consiste na máquina virtual JAVA e a implementação de suas APIs.

3.4.3 MIDDLEWARE MHP - DVB

A *middleware Multimedia Home Platform* (MHP) tem como objetivo permitir o

suporte para um grande número de serviços, inclusive à navegação na Web, utilizando o conceito de navegadores como nos computadores convencionais (MORRIS; SMITH-CHAIGNEAU; 2005).

A interoperabilidade e a segurança das informações também são especificadas na *middleware* MHP, visando proporcionar alto grau de integração e personalização com recursos criados por desenvolvedores.

O MHP é direcionado à apresentação dos serviços para o usuário do sistema. Por se tratar de uma plataforma aberta, o receptor baseado no MHP pode tratar serviços de diferentes operadoras de TVD.

3.4.4 MIDDLEWARE GINGA

A *middleware* GINGA foi desenvolvido para o padrão brasileiro de TVD. Desenvolvida no Brasil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Até o momento, é o único componente genuinamente brasileiro, desenvolvido totalmente no Brasil.

A arquitetura GINGA e facilidades GINGA estão em conformidade com a estrutura da **Figura 20**. Segundo a norma ABNT NBR 15606-2 (2007), foram projetadas para serem aplicadas a sistemas de radiodifusão e receptores terrestres de radiodifusão, mas pode ser aplicadas a sistemas que usam outros mecanismos de transporte de dados (como sistemas de televisão via satélite ou a cabo).

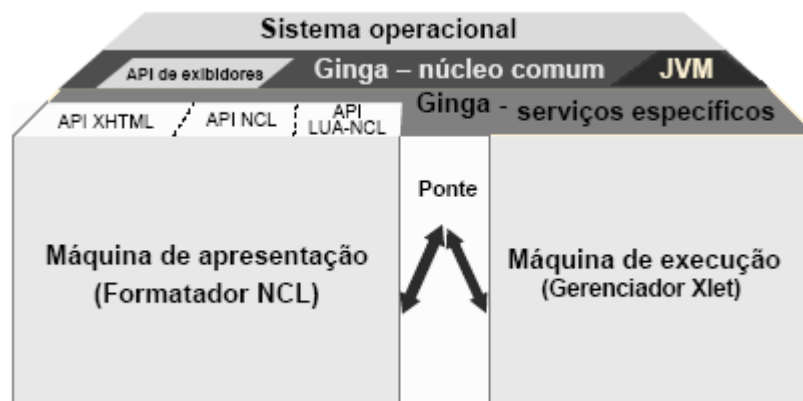


Figura 20 - Arquitetura GINGA.

Fonte: extraído de ABNT NBR 15606-2 (2007).

Sua estrutura, apresentada na **Figura 20**, é baseada em dois subsistemas Ginga-J (máquina de execução) e Ginga-NCL (máquina de apresentação). Ambos permitem o desenvolvimento de aplicações segundo paradigmas de programação diferentes.

Segundo a norma ABNT NBR 15606-1 (2007), a “ponte” (**Figura 20**) entre o GINGA-J e o GINGA-NCL consiste de um mecanismo para aplicações que permite o mapeamento bidirecional entre APIs Java e os objetos e métodos do *Document Object Model* (DOM)¹⁸, ECMAScript e LUA Script. O Ginga-NCL executa documentos no formato NCL¹⁹ e seu principal componente é um núcleo (*engine*) para decodificar conteúdo declarativo (SOARES; RODRIGUES; MORENO, 2007). Segundo a norma ABNT NBR 15606-2 (2007), as aplicações declarativas freqüentemente fazem uso de *scripts* (conteúdo procedural). Um aplicação declarativa pode fazer referência a um código “Java TV Xlet embutido”²⁰. Da mesma forma, uma aplicação procedural pode fazer referência a uma aplicação declarativa, contendo, por exemplo, conteúdo gráfico, ou pode construir e iniciar a apresentação de aplicações com conteúdo declarativo. Portanto, ambos os tipos de aplicação Ginga podem utilizar as facilidades dos ambientes de aplicação declarativo. Além disso, ele possui um módulo capaz de entender documentos baseados em XHTML (HTML estendida com XML), que interpreta *Cascade Style Sheet* (CSS) e ECMAScript. O GINGA-J, por outro lado, é baseado na máquina virtual Java e algumas APIs, que incorporam funções compatíveis com as *middlewares* baseadas em Java (SOUZA, 2007).

A especificação do Ginga-J prevê a transmissão simultânea para diferentes dispositivos, como receptores de TV de alta definição, dispositivos móveis e portáteis, como celulares. Além disto, inclui suporte para comunicação com dispositivos habilitados com *Bluetooth*, *Wi-Fi*, infravermelho ou *Ethernet* – o que exige uma plataforma capaz de suportar interações multiusuário. A **Figura 21** ilustra o modelo do GINGA-J, fazendo distinções entre as entidades de *hardware*, sistema

¹⁸ API desenvolvida pela W3C para acessar e modificar documentos XML.

¹⁹ NCL é uma linguagem de aplicação XML, especificada pela norma ABNT NBR 15606-2 (2007). Segundo a norma, “NCL é marca registrada e sua especificação é propriedade intelectual da PUC-Rio (INPI Departamento de Transferência Tecnológica - No. 0007162-5; 20/12/2005)”.

²⁰ Segundo a norma ABNT NBR 15606-2 (2007), “um Java *Xlet* que cria e causa a exibição de uma instância de documento NCL é um exemplo de aplicação híbrida procedural”. Ainda, “Um documento NCL com um Java *Xlet* embutido é um exemplo de aplicação híbrida declarativa”.

operacional e aplicações (códigos procedurais Java ou Xlet).

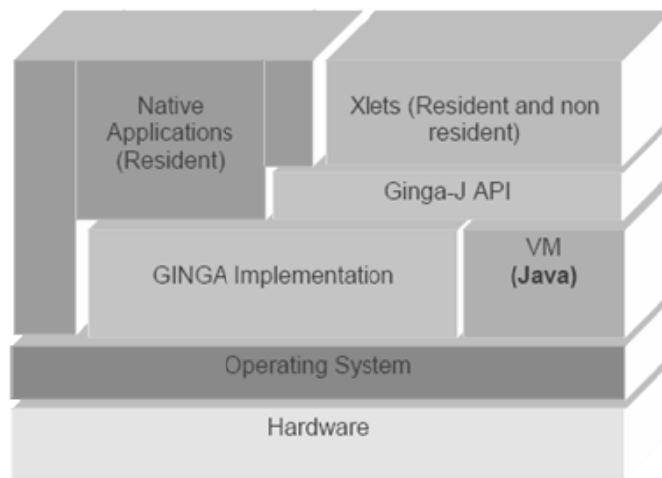


Figura 21 - Arquitetura da middleware Ginga-J.

Fonte: Extraído de SOUZA *et al.* (2007).

3.4.5 API JAVA TV

Além de todos os recursos da plataforma Java para *desktop*, a API Java TV, desenvolvida pela *Sun Microsystems*, providencia suporte aos equipamentos móveis, incluindo a plataforma da TVD. Seus componentes foram projetados para oferecer funcionalidades capazes de (SUN DEVELOPER NETWORK, 2000):

- Definir o modelo das aplicações;
- Acessar a classe *Service Information* (SI) que oferece suporte para obter as informações e dados de serviços requisitados.
- Controlar o *pipeline* do *broadcast* que responde pela organização do conteúdo a ser exibido pelo receptor;
- Acessar o *broadcast* e manipular os arquivos e o *streaming* de dados;
- Gerenciar o ciclo de vida da aplicação *Xlet*;
- Controlar respostas enviadas através do controle remoto.

As aplicações desenvolvidas a partir da plataforma Java possuem recursos que habilitam os receptores receber dados e interagir com a aplicação, enquanto disponibiliza a programação ao telespectador. Assim como em outros ambientes para TVD, a interação é possível através do controle remoto.

As aplicações Java para o ambiente da TV também são denominadas *Xlets* (códigos procedurais Java). Assim como as *applets* que são controladas pelo software pela qual são executadas – navegador Web, com suporte à plataforma Java, os *Xlets* também são executadas e controladas pelo receptor (STB) com o mesmo suporte (MORRIS; SMITH-CHAIGNEAU, 2005).

Como as *applets*, os *Xlets* possuem um ciclo de vida onde o gerenciador da aplicação utiliza os quatro métodos para interagir com o *Xlet* e gerenciar o seu estado atual: *Init*, *Start*, *Stop* e *Destroy*. Dessa forma, todas as aplicações criadas com a API Java TV também possuem um gerenciador da aplicação que chama esses mesmos métodos.

Tais métodos definem o ciclo de vida do *Xlet*, que pode passar por quatro estados, lustrados na **Figura 22**:

- *Loaded*: o *Xlet* foi carregado a partir de um dispositivo de armazenamento local ou da própria rede;
- *Paused*: o *Xlet* foi inicializado e está pronto para ativação de seus componentes;
- *Active*: o *Xlet* está em execução;
- *Destroyed*: estado final, onde o *Xlet* não consegue voltar para os outros estados.

Como exemplo do ciclo de vida de um *Xlet*, supor que um usuário queira jogar um jogo – a listagem dos jogos disponíveis é executada por um *Xlet*. Quando o usuário seleciona um jogo desta lista, o gerenciador da aplicação coloca este *Xlet* em estado *Paused* e então faz o *download* do jogo que consiste em um outro *Xlet*. Quando o jogo estiver completamente carregado (*Loaded*), o gerenciador coloca o *Xlet* em estado *Active* para iniciar o jogo.

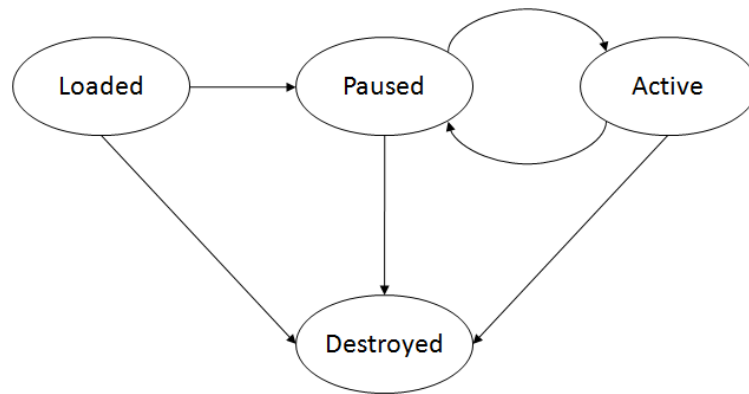


Figura 22 - Estados de um Xlet.

Os pacotes da API Java TV consistem de classes e interfaces responsáveis por processar e executar os sinais de vídeo, áudio e dados enviados ao receptor, constantes nas seguintes bibliotecas:

- *javax.tv.carousel*: fornece acesso ao diretório de dados contidos no *broadcasting*;
- *javax.tv.graphics*: permite a composição simples de imagens (uma imagem sobre outra) e criação da interface com o usuário a partir dos componentes JAVA.AWT;
- *javax.tv.locator*: acesso aos dados e recursos do receptor;
- *javax.tv.media*: define as extensões para o *Java Media Framework* (JMF), a fim de gerenciar o conteúdo do *broadcasting*;
- *javax.tv.service* acesso a base de dados *Service Information* (SI) e seus subpacotes;
- *javax.tv.service.guide*: suporte aos dados do guia eletrônico de programação;
- *javax.tv.xlet*: fornece os métodos de gerenciamento e do ciclo de vida.

4 SISTEMA MOODLE: DA WEB PARA A TV DIGITAL

Considerando o cenário de convergência digital desta geração de Educação a Distância (EaD), o impacto dos sistemas de *e-Learning*, a introdução da TV Digital Interativa (TVDI) nesta década no Brasil e os os avanços na área de mobilidade, é de se prever que os ambientes virtuais de aprendizado estejam integrados em rede a todas as mídias, em um futuro próximo. O aluno terá acesso ao ambiente de aprendizagem através da tecnologia que lhe for mais favorável, no momento e local mais oportunos. Facilitar o acesso de todos à Educação e executar ações que favoreçam a motivação ao crescimento sócio-cultural e econômico é um dever do Estado, viabilizado pelas tecnologias e ações sociais.

Nesta direção, este trabalho traz sua colaboração à EaD na direção da convergência de sistemas de *e-Learning* para a TVD, segundo o conceito de *t-Learning*.

Para isso, foi selecionado o sistema Moodle, gratuito e de fonte aberto – difundido mundialmente como um sistema de *e-Learning*, que apresenta aspectos desejáveis no universo de sistemas abertos. O padrão SCORM adotado pelo Moodle é de crescente aceitação na especificação de objetos de aprendizagem (OAs). Segundo Tarouco e Dutra (2007):

A tendência atual é a de que a maioria das ferramentas de autoria já pode ou irá poder gerar conteúdos segundo o modelo SCORM. Isso também é verdadeiro para editores de texto e outros aplicativos que também passarão a gerar conteúdos segundo o modelo SCORM e surgirão mais ferramentas criadas para o SCORM e cada vez mais amigáveis ao usuário comum.

Além disso, várias ferramentas de autoria e sistemas de gestão de OAs oferecem suporte ao Moodle (TAROUCO; DUTRA, 2007).

Nesse contexto, a *seção 4.1* apresenta a análise das características funcionais do Moodle que podem ser mapeadas para o ambiente da TVDI. Sendo o Moodle um sistema de *e-Learning* em conformidade com o padrão de arquitetura IEEE LTSA, os resultados das análises tendem a ser estendidos a outros sistemas de arquiteturas similares.

Nas próximas seções, 4.2 a 4.5, são apresentadas as etapas seguintes à análise realizada, respectivamente: - preparação do ambiente de desenvolvimento; - arquitetura dos mecanismos de integração; - modelagem *Unified Modeling Language* (UML); - implementação do protótipo.

4.1 MAPEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

O sistema de *e-Learning* Moodle disponibiliza recursos para professor e aluno criarem o ambiente de ensino e aprendizagem no contexto da aula *online* agregando facilidades fornecidas pelos recursos tecnológicos das ferramentas adotadas e pela capacidade da Internet em promover a amplitude de conteúdo e comunicação.

Por um lado, o sistema de *e-Learning* oferece aos seus usuários uma ampla variedade de recursos, que são categorizados como ferramentas de comunicação, ferramentas de colaboração e conteúdo, por outro lado, nem todos estes recursos são viáveis em um ambiente externo ao do computador convencional. Neste trabalho foram filtradas as funcionalidades do sistema Moodle a fim de reconhecer aquelas com um alto grau de viabilidade para a TV.

Desta maneira, as funcionalidades foram classificadas em quatro tipos de ações:

1. Alternativa: recurso capaz de oferecer ao usuário final a capacidade de navegar e selecionar uma opção dentre as disponibilizadas na tela;
2. Visualizar: capacidade para exibição de texto até recursos gráficos. Tem como objetivo exclusivo disponibilizar conteúdo na tela ao usuário;

3. *Digitar*: oferece recursos para que o usuário possa fazer a entrada de dados;
4. *Upload*: oferece recursos para que o usuário selecione e envie um ou mais arquivos;

As ações descritas foram utilizadas na análise da complexidade de uso das funcionalidades do Moodle. Para a análise da disponibilidade destas ações no ambiente da televisão, foi criada uma classificação da complexidade em termos de recursos de interatividade e interface com o usuário, considerando apenas o controle remoto como meio de comunicação:

- *Simples*: categoria que abrange as funcionalidades de navegabilidade, disponibilização e exibição de conteúdo simples, desde texto a elementos gráficos;
- *Moderado*: as funcionalidades classificadas como Moderado exigem maior atenção do usuário uma vez que a capacidade de navegação e interatividade quando se utilizado depende apenas um controle remoto;
- *Complexo*: abrange as funcionalidades que exigem recursos além de um controle remoto, ou seja, necessita de outros recursos como um teclado e ou *mouse*.

Conforme ilustrado na **Tabela 8**, as funcionalidades de um sistema de *e-Learning* que oferecem recursos de pergunta e resposta, tais como um questionário ou uma enquete, podem ser classificadas como *Simples*, pois exigem a visualização simplificada de conteúdo na tela (tais como o enunciado e as alternativas) além da interatividade do usuário envolvendo a navegação entre os itens e a seleção do item desejado. No caso da funcionalidade Fórum, o usuário navega entre os tópicos e as respostas já publicadas. Para participar de uma discussão com seus colegas, é necessário que os recursos de interatividade permitam a digitação de seu texto.

As quatro categorias definidas para este trabalho permitiram analisar as funcionalidades e mapear os itens dentro das áreas Opinião e Avaliação como viáveis para o trabalho em questão. E, dentro destas duas áreas, as atividades cuja

categoria Alternativa é de característica “Simples”, no caso as atividades Teste (tradução para o termo *Quiz*) e Enquete. Para este trabalho foi escolhida a atividade Teste para o desenvolvimento do protótipo (FRANCO; OLIVEIRA, 2007).

Tabela 8 - Análise das atividades relacionadas ao aluno do sistema Moodle 1.6.

Análise das Atividades do Moodle		Alternativa	Visualizar	Digitar	Upload
Chat (Bate-papo entre alunos e professor)	Discussão	-	Simples	Moderado	-
Fórum (Ferramenta de discussão)		-	Simples	Moderado	-
Workshop (Ferramenta para acesso aos projetos dos outros integrantes do curso)		-	Moderado	-	-
Database (Base de dados construída pelos alunos e professor)	Construção	-	Moderado	Moderado	Complexo
Glossary (Glossário)		-	Simples	Moderado	-
SCORM (Pacote de conteúdo baseado no padrão SCORM)		-	Moderado	-	Complexo
Wiki (Ferramenta de construção de texto com a colaboração dos outros integrantes do curso)		-	Moderado	Complexo	-
Assignment (Ferramenta que permite ao professor classificar e comentar os trabalhos dos alunos)	Avaliação	-	-	-	Complexo
Lição (Conteúdo intercalado com questionários que auxiliam o professor na avaliação dos alunos)		Moderado	Moderado	Complexo	-
Teste (Questionários com diferentes formatos de respostas baseadas em alternativas para conhecer a opinião dos alunos)		Simples	-	-	-
Enquete (O professor cria uma pergunta com respostas baseadas em alternativas para conhecer a opinião dos alunos)	Opinião	Simples	-	-	-
Survey (Questionário baseado em pesquisa para o professor conhecer o feedback dos alunos sobre determinado assunto)		Moderado	-	-	-

Para este trabalho, os componentes da arquitetura IEEE LTSA mapeados a partir desta análise são:

- *Learner Entity*: representado pelo usuário do tipo Aprendiz que interage com a camada cliente;

- *Learning Resources*: representado pelo Banco de Dados do Moodle e irá fornecer os dados de um *Quiz* bem como os dados das questões;
- *Delivery*: capacidade de gerenciar o envio do conteúdo aos componentes integrantes do sistema.

Analisando as informações da atividade *Quiz*, foi possível estruturar a interface com o usuário, de acordo com **Figura 23**.

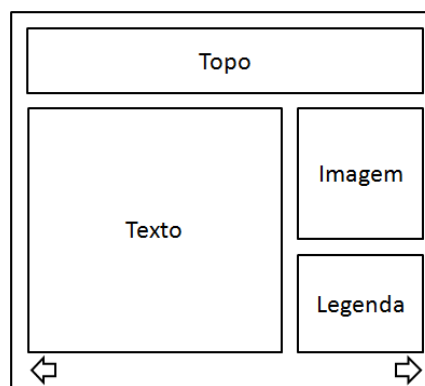


Figura 23 - Interface com o usuário para a atividade *Quiz*.

4.2 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO

O ambiente de simulação será organizado em duas partes principais: Cliente e Servidor (**Figura 24**). O lado Cliente é a interface com o usuário, onde serão disponibilizados através de um emulador a programação da TV. O lado Servidor concentra todos os serviços que serão disponibilizados para o emulador: o sistema Moodle será instalado e disponibilizado para os processos capazes de traduzir para a TV os recursos selecionados na seção anterior. O ambiente escolhido para desenvolvimento do trabalho será um ambiente de emulação *XletView* e para a implementação do código, será utilizada a API JAVA TV, utilizada nos equipamentos Set-Top Boxes, baseados na middleware GINGA-J.

O lado Servidor é um ambiente baseado no sistema operacional Microsoft Windows Server 2003 e com o servidor Apache, que envolve tecnologias de

transmissão via web, processamento de dados e execução de aplicativos distribuídos. No caso deste trabalho, o lado servidor foi preparado para a execução do sistema Moodle.

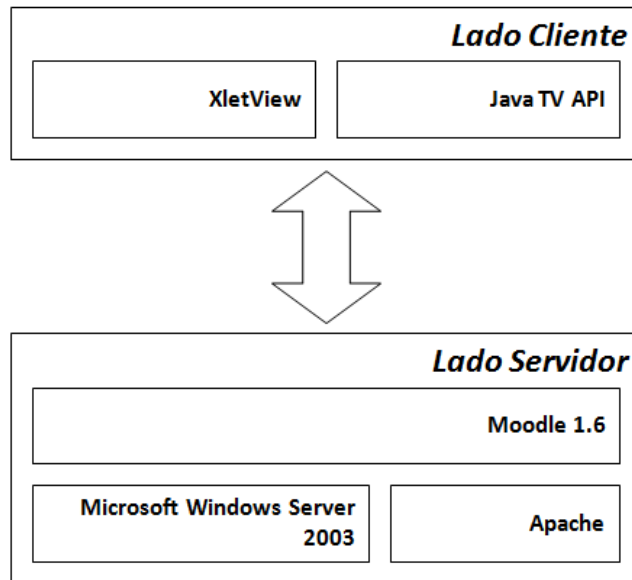


Figura 24 - Cliente e Servidor da solução proposta no trabalho.

É importante ressaltar que o lado Cliente consiste na simulação do ambiente da TVD. Será utilizado o computador para desenvolvimento ao invés de um aparelho de televisão agregado a um STB.

4.3 MECANISMOS DE INTEGRAÇÃO

O modelo do ambiente da solução será uma simulação do ambiente real de uso da TVD e, dessa maneira, o mecanismo de integração entre o lado servidor e o lado cliente adotado será um recurso de comunicação suportado por ambos emulador *XletView* e a API Java TV. Neste caso, será utilizado uma plataforma de *Web Services* (FRANCO; OLIVEIRA, 2008) capaz de criar um canal de comunicação entre as partes da solução. A estrutura de *Web services* neste trabalho proporciona a interoperabilidade entre as diferentes aplicações, mesmo que estejam em execução em plataformas diferentes.

Por outro lado, o meio de comunicação, que habilita o lado servidor, deve conhecer quais são as respostas do usuário, baseada na interação com a aplicação, que são enviadas via um canal de retorno também simulado pelo próprio ambiente de desenvolvimento (**Figura 25**).

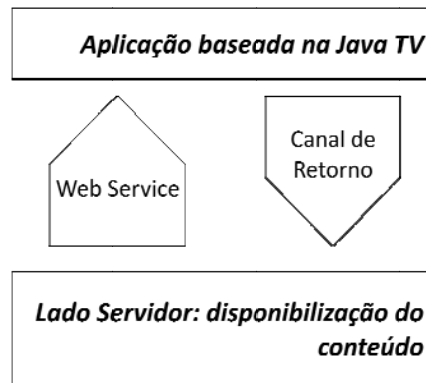


Figura 25 - Modelo dos canais de comunicação da solução proposta.

4.4 MODELAGEM UML

Como apoio ao planejamento e à implementação deste trabalho, foram utilizados elementos da técnica UML (*Unified Modeling Language*), que utiliza conceitos do paradigma orientado a objetos. As subseções 4.4.1 a 4.4.3 apresentam, respectivamente, os Casos de Uso do sistema, o diagrama de Atividades e o diagrama de Seqüência dos objetos.

4.4.1 CASOS DE USO

A técnica de modelagem de Casos de Uso é utilizada para descrever e definir os requisitos funcionais de um sistema. Os Casos de Uso estão apresentados na **Tabela 9**, com os seguintes atores:

- Instrutor: papel desempenhado pelo usuário do tipo instrutor ou professor;
- Aprendiz: usuário do tipo aluno;

- Camada Servidor: componentes que atuam no lado servidor, colaborando com a comunicação de dados entre a camada cliente;
- Camada Cliente: componentes do lado cliente responsáveis pela criação da interface, leitura e envio de dados para a camada cliente.

Tabela 9 - Casos de Uso do protótipo.

Caso de Uso	Atores	Objetivo
Adicionar novo <i>Quiz</i>	Usuário do tipo Instrutor	Funcionalidade do sistema Moodle e permite ao Instrutor criar um novo <i>Quiz</i> com novas questões. Esta funcionalidade não depende de nenhum requisito técnico do trabalho proposto.
Enviar dados para o servidor	Camada servidor	A requisição de dados pela camada cliente é enviada para a camada servidor. Após a análise da solicitação, uma consulta no Banco de Dados do Moodle é executada para, na próxima etapa, gerar o arquivo XML que será enviado à camada cliente.
Acessar a Base de Dados	Camada servidor	Consulta dos dados do <i>Quiz</i> no Banco de Dados do Moodle.
Enviar dados para o cliente	Camada servidor	Após a consulta no Banco de Dados e a geração do XML, este último é enviado para a camada cliente. O arquivo XML possui os dados do <i>Quiz</i> que serão exibidos na interface com o usuário da camada cliente.
Responder <i>Quiz</i>	Aprendiz	Objetivo: A partir da interface com o usuário na camada cliente, o usuário do tipo Aprendiz interage com os controles, como o botão para confirmar a alternativa selecionada.

A **Figura 26** representa o diagrama de Caso de Uso para o sistema proposto. Há 3 atores: (1) Instrutor, responsável pela autoria do conteúdo e organização do conteúdo do curso *online* no sistema de *e-Learning*; (2) Aprendiz, usuário do sistema como aluno; (3) a API de Convergência, componente de software com capacidade de criar o ambiente de convergência entre a plataforma do sistema de *e-Learning* (lado servidor) e a plataforma da TV Digital Interativa (lado cliente). No contexto deste trabalho, o Instrutor adiciona novos conteúdos no formato *Quiz* que posteriormente serão acessados pelo Aprendiz através da TV.

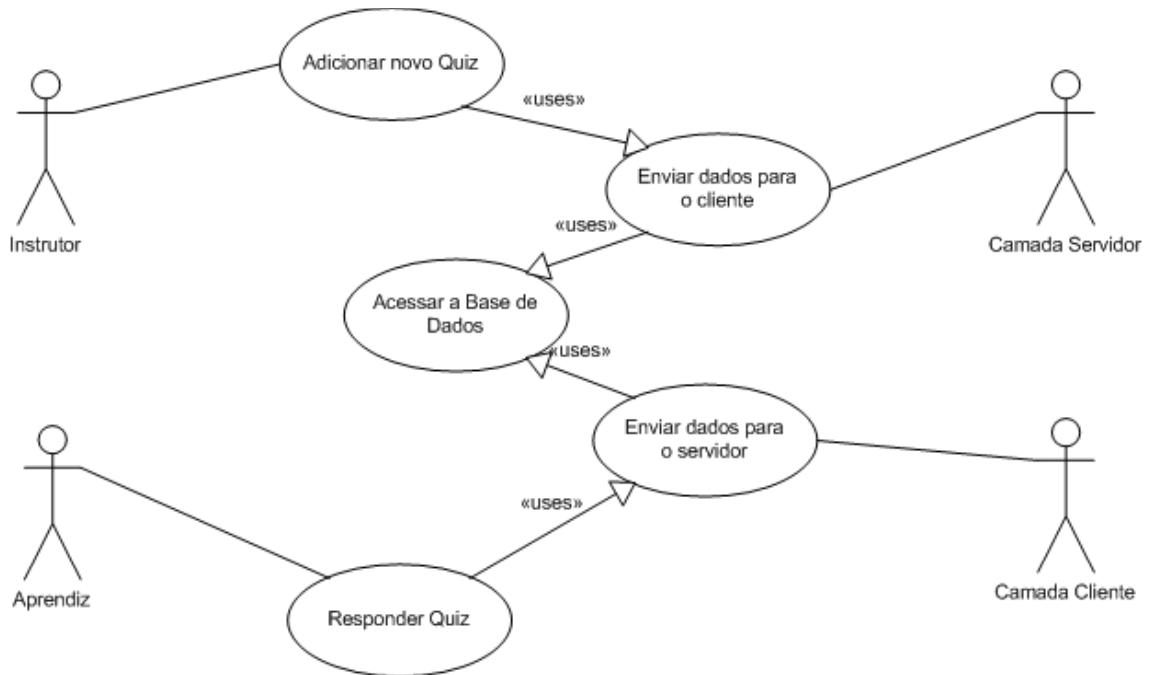


Figura 26 - Diagrama de caso de uso do sistema proposto.

4.4.2 DIAGRAMA DE ATIVIDADE

O Diagrama de Atividade tem como objetivo mostrar o fluxo de atividades em um único processo. O diagrama também mostra como uma atividade depende de outra. As atividades são conectadas através de arcos (transições), que mostram as dependências entre elas.

Do lado servidor, a **Figura 27** representa o diagrama de atividades onde a primeira etapa se dá no recebimento de uma requisição que pode ser solicitação de dados de um *Quiz* ou o recebimento de dados com os resultados do usuário do lado cliente. Na primeira situação, é feita a leitura do banco de dados. Em seguida, estes dados são codificados em formato XML (*Extensible Markup Language*) para envio. Finalmente, na segunda situação, é recebido o XML com os dados dos resultados para que seja gravado no banco de dados.

O diagrama da **Figura 28** representa o fluxo de atividades no contexto do lado cliente. O Xlet recebe os dados em formato XML (de acordo com a especificação do *WebService*) e trata-os para que a interface com o usuário aprendiz exiba estes dados, no caso, os dados do *Quiz*. Na questão do *Quiz*, o usuário pode escolher

uma das alternativas, sendo que pode ser a alternativa correta ou a incorreta. De qualquer forma, a resposta é gravada em um XML para que possa ser enviado para a aplicação do lado servidor. O sistema prossegue e vai para a próxima questão e este fluxo se repete até a última questão. Ao finalizar, o sistema envia as respostas para o lado servidor.

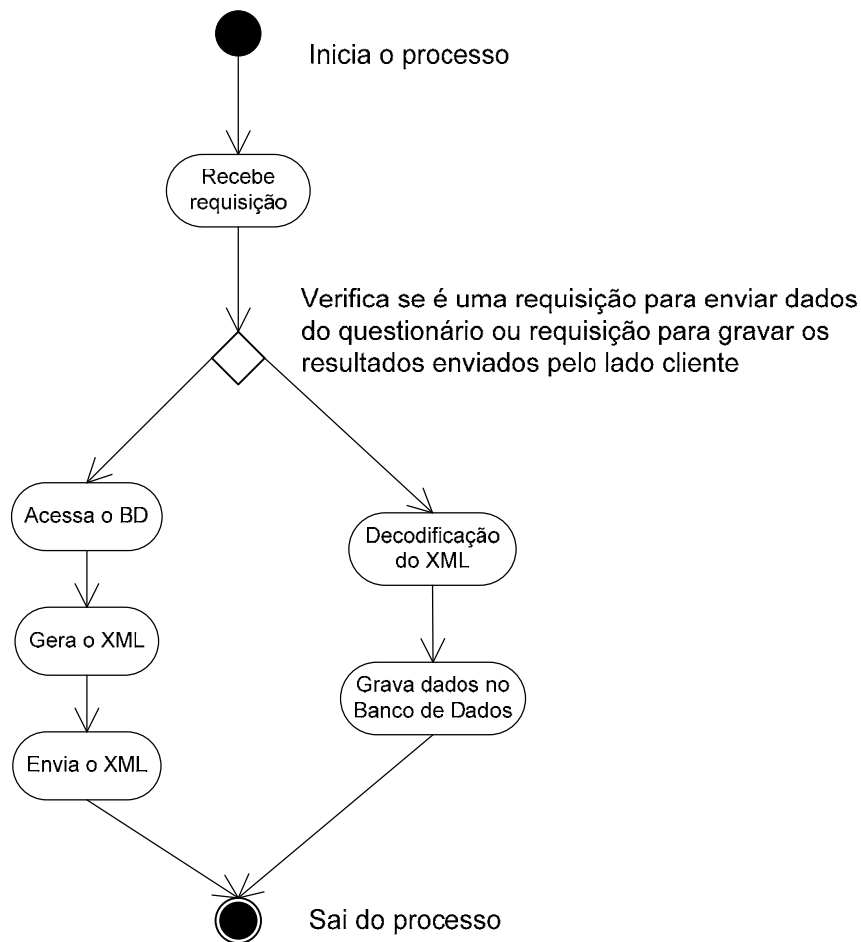


Figura 27 - Diagrama de Atividade da aplicação do lado servidor.

4.4.3 DIAGRAMA DE CLASSES

O Diagrama de Classe representa os atributos e operações de uma classe bem como o relacionamento entre outras classes. A visão do sistema ilustrado na **Figura 29** representa a estrutura do projeto do sistema e todos os conceitos do domínio que foram implementados.

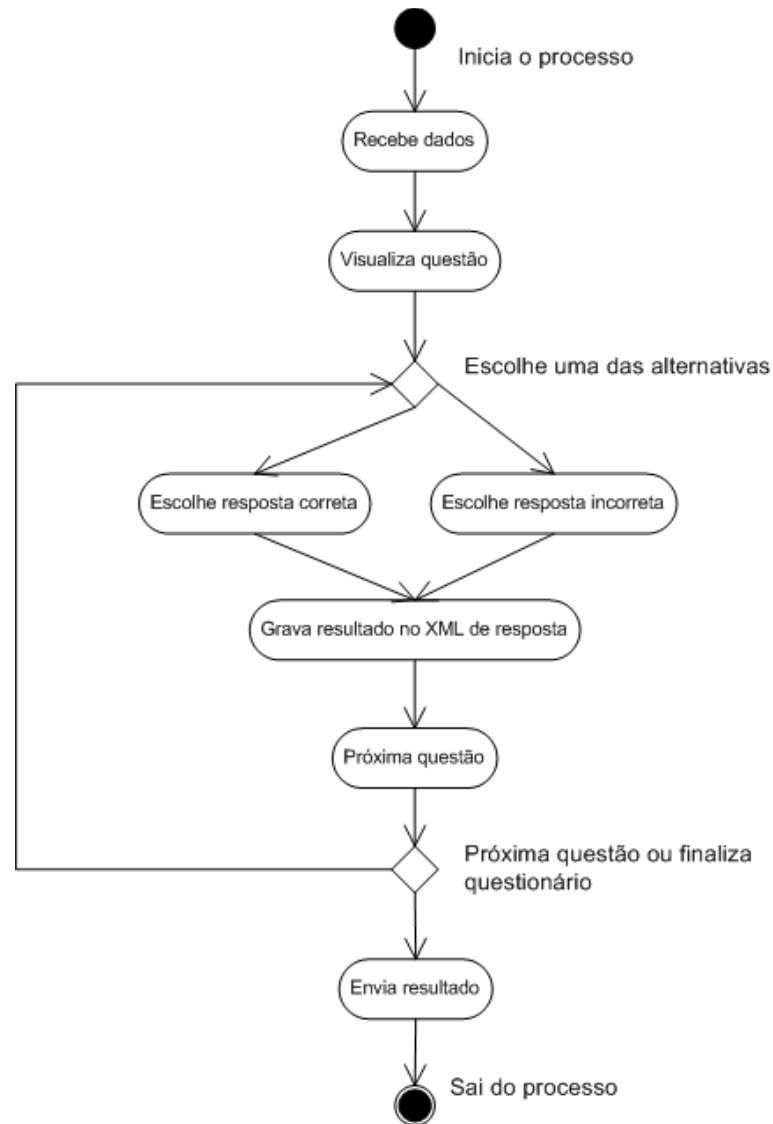


Figura 28 - Diagrama de Atividade da aplicação do lado cliente.

O diagrama representa as classes que fazem parte do lado servidor, do lado cliente e aquelas que contribuem para a camada de integração:

- **ModuloBD:** compreende as operações para acesso ao Banco de Dados do Moodle para executar consulta (*BuscaDadosQuiz*) e gravar novos dados (*GravarResultados*)
- **ModuloComunicacao:** compreende as operações para comunicação entre o lado servidor e cliente. A operação *BuscaQuestionario* é responsável por receber a requisição do cliente e enviar ao servidor. E a operação *Envia*

realiza o processo de envio de dados em formato XML. O envio pode ser bidirecional: servidor para cliente ou cliente para servidor.

- **ModuloXML:** responsável pelos processos de geração do arquivo XML (GeraXML), leitura do arquivo XML (Ler) e escrita no arquivo XML (EscreverXML).
- **ModuloUI:** compreende as operações para exibir os dados da questão do *Quiz* na tela (MostraQuestao) e para tratar os dados confirmados a partir de uma questão respondida (ConfirmaQuestao) para o ModuloXML.

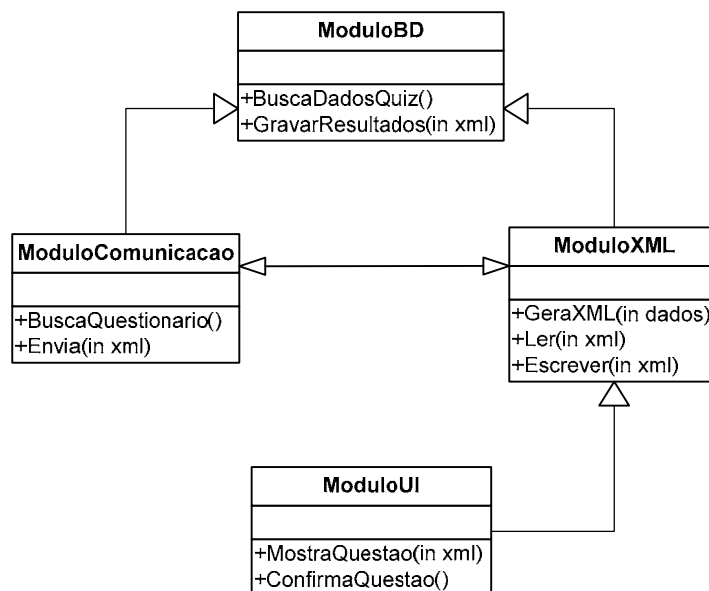


Figura 29 - Diagrama de Classes do protótipo.

4.4.4 DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA

O Diagrama de Seqüência proporciona a criação de um modelo capaz de descrever como os grupos de objetos colaboram e interagem e qual o seu comportamento ao longo do tempo. A leitura do Diagrama de Classes permitiu levantar quais os componentes e os seus respectivos comportamentos permitindo a organização dos objetos e as mensagens em um espaço de tempo específico.

Do lado servidor, os processos são organizados de forma a atender os dois tipos de requisições: envio do XML e recebimento do XML com os resultados. E, no lado cliente, os processos determinam o recebimento do XML, criação da tela e envio dos resultados. O diagrama de seqüência da **Figura 30** ilustra os procedimentos executados tanto no lado servidor quanto no lado cliente.

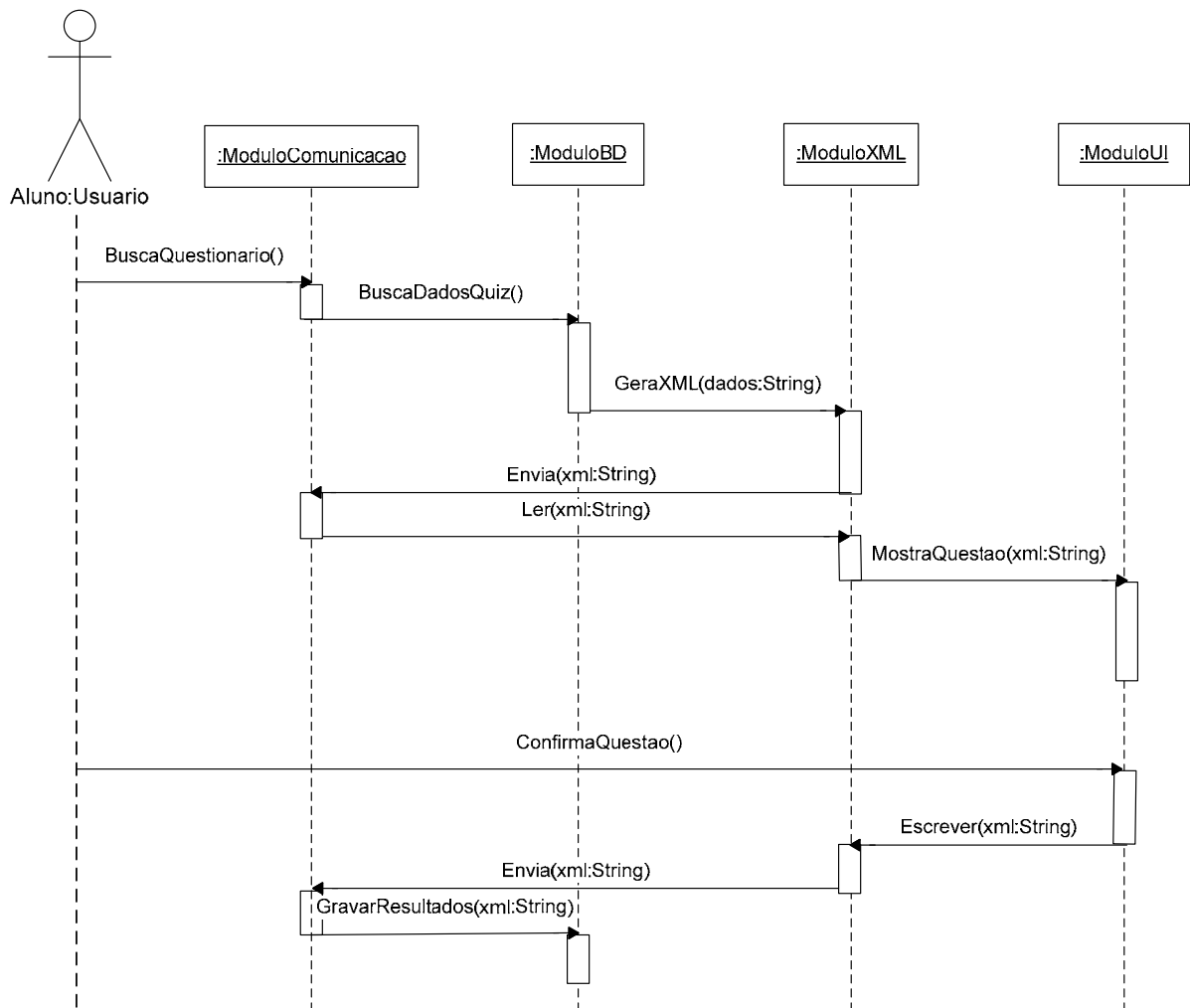


Figura 30 - Diagrama de Seqüência.

Num primeiro momento, o usuário solicita a visualização de um questionário. Este procedimento é tratado pelo ModuloComunicacao, que, por sua vez, comunica-se com a camada servidor. Como ponto de partida, o procedimento BuscaDadosQuiz() do ModuloBD é acionado para enviar os dados consultados ao

procedimento GeraXML do ModuloXML. Após a finalização do XML com os dados do Quiz, o ModuloComunicacao envia para a camada cliente o XML. Na camada cliente, é feita a interpretação do código XML com o objetivo de enviar para o ModuloUI todos os dados necessários para criar a tela de apresentação da questão para o usuário. Ao finalizar uma questão, o procedimento EscreverXML grava os resultados no XML para enviá-lo para a camada servidor através do ModuloComunicacao.

4.5 PROTÓTIPO DO SISTEMA PROPOSTO

No lado cliente, a tela principal do protótipo pode ser visualizada de acordo com a **Figura 32**. As áreas da tela foram organizadas a fim de exibir o conteúdo da atividade *Quiz* e disponibilizar os componentes de interação com o usuário. Os dados consumidos pela aplicação cliente são enviados pela rede e estão estruturados em formato XML.

O formato e as propriedades foram baseados na organização das tabelas do banco de dados, conforme apresentado na **Figura 31**.

A atividade *Quiz* é composta por um grupo de questões. O XML de envio de dados disponibiliza as questões de um *Quiz*, bem como o identificador (ID) de cada item. E, pelo lado cliente, o usuário, ao finalizar um *Quiz*, a aplicação Xlet envia em formato XML (ver **Figura 33**) as respostas para que o lado servidor possa contabilizar este resultado em sua base de dados. Conforme a **Figura 34** no nó <ALTERNATIVA>, é informado se o usuário selecionou ou não como uma resposta à questão.

A **Figura 32** ilustra o protótipo em execução no emulador *XletView* onde são disponibilizados os itens de uma questão de um *Quiz*: Enunciado, Alternativas, Imagem ilustrativa da questão, Botão Anterior, Botão Próximo. Os botões “Anterior” e “Próximo” aproveitam os recursos do controle remoto, facilitando a interatividade do usuário na navegação, ou seja, ao apertar o botão amarelo do controle remoto, a aplicação automaticamente remete à questão anterior.

Curso You are logged in as Aluno Curso (Logout)

Moodle > C2008 > Quizzes > Atividade Quiz > Attempt 1

Atividade Quiz - Attempt 1

1 Make: -/1

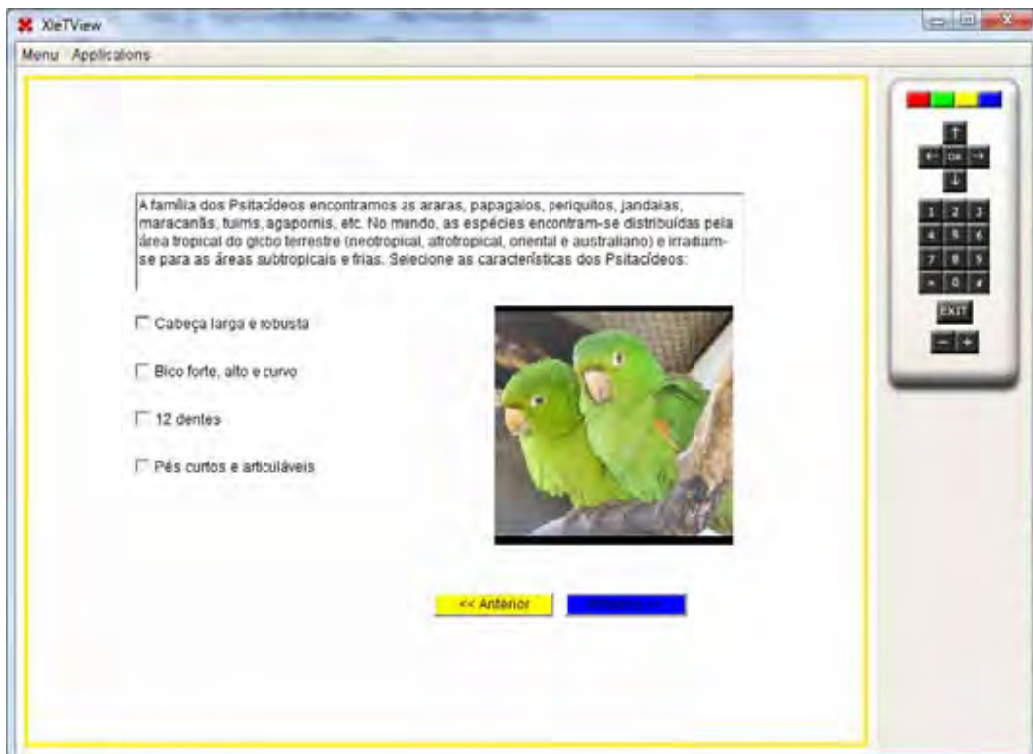
A família dos Psitacídeos encontramos as araras, papagaios, periquitos, jandaías, maracanãs, tuíms, agapornis, etc. No mundo, as espécies encontram-se distribuídas pela área tropical do globo terrestre (neotropical, afrotropical, oriental e australiano) e irradiam-se para as áreas subtropicais e frias. Seleccione as características dos Psitacídeos:



Choose at least one answer.

- a. Cabeça larga e robusta
- b. Bico forte, alto e curvo
- c. 12 dentes
- d. Pés curtos e articuláveis

Figura 31 - Tela de uma questão do Quiz visualizado a partir do Moodle.



XletView

Menu / Applications

A família dos Psitacídeos encontramos as araras, papagaios, periquitos, jandaías, maracanãs, tuíms, agapornis, etc. No mundo, as espécies encontram-se distribuídas pela área tropical do globo terrestre (neotropical, afrotropical, oriental e australiano) e irradiam-se para as áreas subtropicais e frias. Seleccione as características dos Psitacídeos:

- Cabeça larga e robusta
- Bico forte, alto e curvo
- 12 dentes
- Pés curtos e articuláveis




Figura 32 - Aplicação em execução no emulador XletView.

```

<?xml version="1.0"?>
<QUIZ ID="">
  <QUESTAO ID="" TIPO="">
    <ENUNCIADO>texto</ENUNCIADO>
    <IMAGEM>caminho da imagem</IMAGEM>
    <OPCAO>
      <ALTERNATIVA ID="">texto</ALTERNATIVA>
      <ALTERNATIVA ID="">texto</ALTERNATIVA>
      <ALTERNATIVA ID="">texto</ALTERNATIVA>
      <ALTERNATIVA ID="">texto</ALTERNATIVA>
    </OPCAO>
  </QUESTAO>
</QUIZ>

```

Figura 33 - Formato do XML enviado ao aplicativo no emulador *XletView*.

```

<?xml version="1.0"?>
<QUIZ ID="">
  <QUESTAO ID="" TIPO="">
    <OPCAO>
      <ALTERNATIVA ID="">0 ou 1</ALTERNATIVA>
      <ALTERNATIVA ID="">0 ou 1</ALTERNATIVA>
      <ALTERNATIVA ID="">0 ou 1</ALTERNATIVA>
      <ALTERNATIVA ID="">0 ou 1</ALTERNATIVA>
    </OPCAO>
  </QUESTAO>
</QUIZ>

```

Figura 34 - Formato do XML criado a partir do aplicativo proposto.

O desenvolvimento do protótipo permitiu uma análise da funcionalidade *Quiz* do Moodle, incluindo suas características estruturais após análise do Banco de Dados (ver **ANEXO A**). A funcionalidade *Quiz*, devido ao seu caráter simples de interação com o usuário (conforme *seção 4.1*) e complexidade simples no quesito da interface com o usuário, pode ser viabilizada no trabalho proposto a partir do ambiente emulado *Xletview*. A **Figura 32** ilustra um *screenshot* de uma das questões de um determinado *Quiz* e pode ser verificado através de seus atributos (disposição e tamanho do texto e objetos gráficos proporcionais a uma tela de TV) que estão em conformidade com o termo *edutainment*, conforme Pazos-Arias *et al.* (2006). As características originais do *Quiz* foram mantidas, porém, foram utilizados recursos de interação com o usuário disponíveis no emulador, como botões e elementos de lista com opção de seleção.

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como principal objetivo investigar a viabilidade de implementação, no ambiente da TVDI, das funcionalidades dos ambientes virtuais colaborativos de sistemas de EaD já implementados para a *Web*. Dentre os sistemas pertencentes à categoria de Aprendizagem Colaborativa Assistida por Computador, mais conhecida como CSCL (*Computer Supported Cooperative Learning*), foi selecionado o sistema Moodle. Este sistema é mundialmente utilizado e providencia suporte a Objetos de Aprendizagem (OAs) no formato do padrão SCORM.

Para apoiar a compreensão de sistemas de CSCL, no **capítulo 2** foram apresentados levantamentos conceituais de *e-Learning*, assim como recursos e tecnologias empregadas para a implementação de OAs. Isso incluiu o levantamento sobre padrões de formato de conteúdo, com o objetivo de possibilitar edição, armazenamento, atualização e reutilização do mesmo. O foco, principal, no entanto, foi o padrão SCORM, considerado um modelo de referência que reúne aspectos relevantes de outros padrões já existentes, baseados em metadados. Considerando-se a arquitetura IEEE LTSA (*IEEE Learning Technology System Architecture*), como um modelo tecnológico de ambiente de *e-Learning*, foi comentado que a sistema Moodle foi projetado em conformidade com esse modelo.

Observa-se que um dos motivos para a consideração de sistemas de CSCL baseados na *Web* para este trabalho consiste no ambiente rico em recursos de interatividade entre aluno e professor. Isso contribui com o fator motivação para o processo ensino-aprendizagem no contexto do Ensino a Distância (EaD). O uso de padrões para OAs têm o propósito de criar uma camada de alto nível capaz de promover integração de diferentes ambientes de aprendizagem a distância e, conseqüentemente, favorecer mecanismos de comunicação e reutilização de seus

componentes.

O **capítulo 3**, por outro lado, apresentou uma síntese dos estudos realizados sobre a TVD, incluindo seu ambiente como meio alternativo para EaD. A aprendizagem através da TVD, conhecida como *t-Learning*, associa o entretenimento ao *e-Learning*, consistindo em uma nova abordagem, alvo de várias pesquisas atualmente. O modelo de TVD adotado pelo Brasil, Sistema Brasileiro de TV Digital – Terrestre (SBTVD-T), trouxe melhorias ao sistema japonês, em relação à interatividade. No sistema japonês a interatividade é voltada ao comércio eletrônico. No Brasil, além do comércio eletrônico, houve há preocupações com a interatividade na Educação.

Assim, o **capítulo 4** apresentou o trabalho resultante das investigações realizadas, conforme apresentado nos dois capítulos anteriores. Como já comentado, o trabalho foi baseado no sistema Moodle, por apresentar aspectos desejáveis como o uso do padrão SCORM, metadados e um sistema de gestão de OAs. Ele favorece a criação de conteúdos e meios para realizar as atividades propostas pelo professor ou instrutor. Além disso, suas ferramentas funcionais são organizadas em conformidade com o padrão de arquitetura IEEE LTSA, permitindo que os resultados deste trabalho possam ser inferidos para outros sistemas segundo essa arquitetura.

Após a análise de suas funcionalidades, considerando o grau de complexidade de interação e interface com o usuário, o desenvolvimento do trabalho foi direcionado para a funcionalidade *Quiz*. O objetivo foi viabilizar esta mesma funcionalidade do Moodle, em um ambiente emulado a partir do *XletView*. As etapas definidas para o desenvolvimento do trabalho foram: (1) análise das características funcionais do Moodle, que podem ser mapeadas para o ambiente da TVDI; (2) projeto da arquitetura de integração entre o ambiente do Moodle e o do *XletView*; (3) projeto do ambiente de desenvolvimento; (4) modelagem UML; (5) implementação do protótipo.

Face ao exposto, algumas observações podem ser feitas em relação ao trabalho realizado.

Os sistemas de *e-Learning* têm sido importantes veículos para cursos a distância, devido seus recursos de comunicação bidirecional. No entanto, o custo da

infra-estrutura para acessar um curso *on-line* ainda é caro para uma grande parte da população brasileira. Por outro lado, a TV é o meio de comunicação que faz parte de mais de 90% dos domicílios brasileiros. Assim, convergir ambientes de *e-Learning* para o da TVD (*t-Learning*) é relevante para a inclusão digital. Através da TV podem ser levados conteúdos de diferentes áreas e modalidades para os mais longínquos domicílios, mesmo sem acesso à Internet.

O *t-Learning* visa promover o aprendizado através de uma forma diferenciada e motivadora ao usuário, mesclando características educacionais já disponíveis em *e-Learning* com as características de entretenimento da TV, gerando um novo termo “edutreinamento”. A integração entre os dois ambientes é um passo que exige o aprofundamento na arquitetura das ferramentas para identificar se o grau de interação e o grau de complexidade da execução de seus processos podem ser viabilizados na TV, respeitando suas capacidades e limitações.

A interatividade do sistema de TVD aberta no Brasil é esperada com ansiedade pelos pesquisadores de EaD, em virtude das várias linhas que se abrirão para beneficiar o ensino-aprendizagem em EaD. Assim, este trabalho contribui com o início de uma promissora investigação que almeje contar com as funcionalidades de um sistema colaborativo, como o Moodle, no ambiente da TVDI.

De modo geral, o desenvolvimento desse trabalho traz algumas outras contribuições:

- Estudos sobre os padrões de conteúdo e arquitetura da modelagem do sistema no contexto de *e-Learning*;
- Estudos sobre o *t-Learning* e sua aplicação em um ambiente de pesquisa e interação com público;
- Estudo sobre as tecnologias para TV com abordagem no desenvolvimento de aplicações para o lado servidor (estúdios de criação e emissoras) e para o lado cliente (usuário final);
- Pesquisas sobre a interface com o usuário na TV e abordagens para implementação de interfaces mais agradáveis e efetivas;
- Pesquisas sobre a estrutura do sistema Moodle a fim de validar e elaborar componentes de integração para as suas diversas funcionalidades;

- Pesquisa sobre aspectos de usabilidade, considerando o controle remoto, teclado e mouse sem fio.

É interessante, contudo, que seja dada continuidade ao trabalho, avaliando como as outras funcionalidades do sistema de *e-Learning* podem ser ajustadas às condições de usabilidade da TVDI. É importante também que sejam realizadas pesquisas de opinião com usuários reais sobre a interface com o usuário proposta, conduzindo a pesquisas para a elaboração de novos modelos e *templates*.

REFERÊNCIAS

- ABED – Associação Brasileira de Educação a Distância. **Anuário Brasileiro Estatístico de Educação Aberta e a Distância**. 2007. Disponível em: <<http://www.abraead.com.br/anuario/anuario2007.pdf>>. Acesso em: dez. de 2008.
- ABED – Associação Brasileira de Educação a Distância. **Anuário Brasileiro Estatístico de Educação Aberta e a Distância**. 2008. Disponível em: <<http://www.abraead.com.br>>. Acesso em: dez. de 2008.
- ADL. **Advanced Distributed Learning**. 2007. Disponível em: <<http://www.adlnet.gov>>. Acesso em: 10 mar. 2007.
- ALMEIDA, G. **MP4 a serviço do ensino a distância**. 2008. Disponível em: <<http://www.parana-online.com.br/canal/tecnologia/news/322699/>>. Acesso em: dez. de 2008.
- ANIDO-RIFÓN, J. et al. A Step ahead in E-learning Standardization: Building Learning Systems from Reusable and Interoperable Software Components. In: International World Wide Web Conference, 11th, 2002, Honolulu, Hawaii. **Proceedings**...Honolulu, Hawaii, USA, 2002.
- ARAUJO, E. A. **Uma Arquitetura De LCMS Para Aprendizagem Corporativa On-Line**. 2007. Tese (Mestre em Computação) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2006.
- ARIADNE FOUNDATION. **Learning Object Repository**. 2001. Disponível em: <http://www.ariadne-eu.org/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=38>. Acesso em: 10 abr. 2007.
- ATSC. **Advanced Television Systems Committe**. 2003. Disponível em: <<http://www.atsc.org>>. Acesso em: 12 abr. de 2007.
- BERTOTI, G. A.; ALMEIDA, F. A.; BACCAN, D. D. Educação à Distância Mediada pela Televisão Interativa: Panorama Atual e Perspectivas para o Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE, 2004, Manaus. **Anais**... Manaus, 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria De Educação A Distância - SEED. **Referenciais De Qualidade Para Educação Superior A Distância**. 2007. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/referenciaisqualidadeead.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2008.
- BRASIL. Secretaria de Comunicação Social da Presidência da República - SeCom. **Em Questão** - Entrevista. N 93, Dezembro 2008.
- CICIORA, W.S. **Inside the set top box**. IEEE Spectrum, v. 32, p. 70-75, 1995.
- CIVA, G. **EaD cresceu 213% no Brasil em 3 anos**. 2008. Disponível em: <<http://www.baguete.com.br/noticiasDetalhes.php?id=30852>>. Acesso em: dez. de 2008.

CORRÊA, L. H. **Antena Coletiva** - TV interativa na educação. 2009. Disponível em: <http://www.ared.inf.br/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=607>. Acesso em: dez. de 2008.

COSTA, H. TV Digital está em oito capitais e conversores ficaram 82% mais baratos. Em *Questão*, n.93, 17 dez. 2008. Mensagem recebida por <hildaz@rc.unesp.br> em 17 de dezembro de 2008. Entrevista concedida ao programa de rádio "Bom dia Ministro" e editada pela Secretaria de Comunicação Social da Presidência da República. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/noticias/em_questao/index_anteriores/60/>. Acesso em: dez. 2008.

DAVIC. **Specification Reference Models and Scenarios**. Disponível em: <<http://www.davic.org/>>. Acesso em: 14 abr 2007.

DEDE, C. *The Evolution of Distance Learning: Technology-Mediated Interactive Learning*. Springfield, United States. **Proceedings...** Springfield, 1989, 21p.

DEUTSCHE WELLE. **TV digital na Alemanha comemora cinco anos de sucesso**. 2008. Disponível em: <<http://www.dw-world.de/dw/article/0,,3557983,00.html>>. Acesso em: 11 dez. 2008.

DIBEG. **Integrated Services Digital Broadcasting**. Disponível em: <<http://www.dibeg.org>>. Acesso em: 14 abr. 2007.

DIX, A. et al. **Human-Computer Interaction**. Harlow, Prentice Hall, 1998, 638p.

DONELLO, F. **Theory & Practice: Learning Content Management Systems**. 2002. Disponível em: <<http://www.elearningmag.com/elearning/article/articleDetail.jsp?id=28444>> apud LIMA, J.; CAPITÃO, Z. **E-Learning e Conteúdo: Aplicações das Teorias Tradicionais e Modernas de Ensino e Aprendizagem à Organização e Estruturação de E-Cursos**. Centro Atlântico, Lisboa, Portugal, 2003.

DUARTE, T. **Tecnologia para vencer a distância**. 2008. Disponível em: <<http://portal.rpc.com.br/gazetadopovo/ensino/conteudo.phtml?tl=1&id=819730&tit=Tecnologia-para-vencer-a-distancia>>. Acesso em: out. de 2008.

DVB. **Digital Video Broadcasting**. 2003. Disponível em: <<http://www.dvb.org>>. Acesso em: 12 abr. 2007.

FUOCO, T. **Um ano depois, TV Digital ainda dá primeiros passos**. Estado de São Paulo, São Paulo, dez. 2008. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/tecnologia/not_tec286679,0.htm>. Acesso em: 20 dez. 2008.

FANTIN, E. Nem tudo está na Web. **Revista Guia de Educação a Distância**, 2007. p. 87-89.

FARIA, R. R. A. et al. Objective evaluation of audio compression standards and tools for digital TV applications. In *Annual IEEE Broadcast Symposium*, 56th, 2006, Washington. **Proceedings...** Washington, 2006.

FERNANDES, L. G., SILVEIRA, J. Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas. In: *Jornada de Atualização em Informática do Congresso da*

Sociedade Brasileira de Computação – JAI-SBC, 2004, Salvador. **Anais...** Salvador, BA, 2004.

FLUCKIGER, F. **Understanding networked multimedia**. Londres, Prentice Hall, 1995, 620p.

FOLHA DIRIGIDA. **Educação a Distância cresce a cada ano**. 2008. Disponível em: <<http://www.folhadirigida.com.br>>. Acesso em: dez. 2008.

FRANCO, B.; OLIVEIRA, H. C. A Communication Architecture for e-Learning and t-Learning Integration. In: International Conference Information Systems – IADIS, 7th, 2008, Portugal. **Proceedings...** Portugal, 2008.

FRANCO, B.; OLIVEIRA, H. C. Adaptação de Sistemas de e-Learning baseados na Web para a TV Interativa no Brasil: estudos de viabilidade. In: Fórum de Oportunidades em Televisão Digital Interativa, V, 2007, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, 2007.

FRANCO, B.; OLIVEIRA, H. C.; RODOLPHO, E. R. Proposal of convergence of e-Learning Systems for t-Learning. **International Journal of Emerging Technologies in Learning – iJET**, n. 1, vol. 3, 2008.

FREEMAN, J.; LESSITER, J. **Ease of Use and Knowledge of Digital and Interactive Television: Results, 2001**. Disponível em: <[http://www.ofcom.org.uk/static/archive/itc/uploads/u se_report.pdf](http://www.ofcom.org.uk/static/archive/itc/uploads/u_se_report.pdf) >. Acesso em: 10 abr. 2007.

GADELHA, B.F., CASTRO-JR, A.N.; FUKS, H. Representando Objetos de Aprendizagem Funcionais. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Engenharia de Televisão, São Paulo, 2007. **Anais...** São Paulo, 2007.

GAWLINSKI, M. **Interactive Television Production**. Oxford, Focal Press, 2003, 273p.

IBGE. **PNAD Síntese de Indicadores 2007**. 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2007/default.shtm>>. Acesso em 13 dez 2008.

IEEE LTSA. **Draft Standard for Learning Technology Systems Architecture (LTSA)**, 2002. In Learning Technology Standards Committee of the IEEE.

IEEE LTSC. **Draft Standard for Learning Object Metadat.**, 2002. Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2007.

INCLUSÃO DIGITAL. **Programa Banda Larga nas Escolas**. 2007. Disponível em: <<http://www.inclusaodigital.gov.br/inclusao/outros-programas>>. Acesso em: dez. 2008.

ISDTV-T. **ISDTV-T Standard 03**, 2006. In ISDTV-T Forum.

JOLY, A. V. **A Interatividade na Televisão Digital: Um Estudo Preliminar**. 2001. Disponível em: <<http://bocc.ubi.pt/pag/joly-ana-interatividade-tv-digital-port.html>>. Acesso em: 10 mai. 2007.

LEHTINEN, E. et al. **Computer Supported Collaborative Learning: A Review**. 2003. Disponível em: <<http://etu.utu.fi/papers/clnet/clnetreport.html>>. Acesso em: 20 mar. 2007.

LEKAKOS, G.; CHORIANOP, K.; DOUKIDIS, G. **Interactive Digital Television: Technologies and Applications**. IGI Publishing, 2007.

LIMA, J.; CAPITÃO, Z. **E-Learning e Conteúdo: Aplicações das Teorias Tradicionais e Modernas de Ensino e Aprendizagem à Organização e Estruturação de E-Cursos**. Lisboa: Centro Atlântico Ltda., 2003. 287p.

LYTRAS, M. Interactive Television and E-learning Convergence: Examining the Potential of T-learning. In: The European Conference On Elearning - ECEL, Uxbridge. **Proceedings...** Uxbridge, 2002

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Universidade Aberta Brasil**. Disponível em: <<http://www.uab.capes.gov.br/>>. Acesso em: dez. 2008.

MENDES, L. L. **SBTVD-T – Uma Visão Sobre a TV Digital no Brasil**. 2007. Disponível em: <https://portal.fucapi.br/tec/imagens/revistas/007_ed012_SBTVD-T_umaVisao_sobre_TVDigital_Brasil.pdf>. Acesso em: 5 mai. 2007.

MILLER, E. J. **An Overview of the Dublin Core Data Model**. 1999. Disponível em: <<http://www.dublincore.org/1999/06/06-overview/>>. Acesso em: 20 mai. 2007.

MOODLE Docs. **Documentation for Moodle**. 2002. Disponível em: <<http://docs.moodle.org/>>. Acesso em: 25 mar 2007.

MOODLE. **A Free, Open Source Course Management System for Online Learning**. 2002. Disponível em: <<http://moodle.org/>>. Acesso em: 20 mar. 2007.

MORGADO, E.; SANTOS, M. A.; FRANCO, B. Projeto Desafio Digital - Despertando Vocações para as carreiras em tecnologia da informação nas escolas públicas de ensino médio. In I Simpósio Internacional sobre Novas Competências em Tecnologias Digitais Interativas na Educação, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos, 2007.

MORRIS, S.; SMITH-CHAIGNEAU, A. **Interactive TV Standards: A Guide to MHP, OCAP, and JavaTV**, Focal Press, Elsevier, 2005.

PAGANI, M. **Multimedia and Interactive Digital TV: Managing the Opportunities Created by Digital Convergence**, IRM Press, 2003.

PÄIVI, A. T-learning Model for Learning via Digital TV. In: European Association for Education in Electrical and Information Engineering - EAEEIE Conference, 2005, Lappeenranta. **Proceedings...** Lappeenranta.

PAZOS-ARIAS, J. J. et al. ATLAS: a framework to provide multiuser and distributed t-learning services over MHP. **Software: Practice and Experience**. John Wiley & Sons, 2006, p. 845 – 869.

PJB ASSOCIATES. **T-Learning Case Studies**. 2004. Disponível em: <<http://www.pjb.co.uk/t-learning/case4.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2007.

PRESCOTT, R. A TI que move o Banco do Brasil. **Information Week**. São Paulo, Nov. 2008. P. 82.

REIS, A. **The importance of Interactivity and Socialization in KTP – Knowledge Transfer Process**, 2005. Disponível em:

<http://conteudo.thegraal.net/DLW05_report/papers/The%20importance%20of%20%20Interactivity%20and%20Socialization%20KTP_f2.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2008.

PRODEMGE. **Dossiê: Convergência no século da mobilidade: a história vem de longe, a revolução ainda está no começo**, 2005. Disponível em: <<http://www.prodemge.gov.br/images/stories/volumes/volume3/dossie.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2008.

SHERRON, G. T.; BOETTCHER, J. V. **Distance Learning: The Shift to Interactivity**, 1997. Disponível em: <<http://www.educause.edu/pub/profess.html>>. Acesso em: dez. de 2001 apud LIMA, J.; CAPITÃO, Z. **E-Learning e Conteúdo: Aplicações das Teorias Tradicionais e Modernas de Ensino e Aprendizagem à Organização e Estruturação de E-Cursos**. Centro Atlântico, Lisboa, Portugal, 2003.

SICILIA, M.; GARCIA, E. **On the Concepts of Usability and Reusability of Learning Objects**. 2003. Disponível em: <<http://www.irrodl.org/content/v4.2/sicilia-garcia.html>>. Acesso em: 10 abr. 2007.

SILVA, F. P. R. et al. TV Escola Interativa: Uma Proposta Educativa Para Tv Digital. In Rede Iberoamericana de Informação Educativa - RIBIE, VII, 2004, México. Proceedings... México, 2004.

SOARES, L. F. G.; RODRIGUES, R. F.; MORENO, M. F. Ginga-NCL: the Declarative Environment of the Brazilian Digital TV System. In: **Journal of the Brazilian Computer Society**, Vol. 13, 2007.

SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**. 6. ed. Addison Wesley, 2000. 784 p.

SOUZA, G. L. et al. **Ginga-J: The Procedural Middleware for the Brazilian Digital TV System**. In: Journal of the Brazilian Computer Society, vol. 13, p. 47 – 56. Porto Alegre, RS, 2007.

SOUZA FILHO, G. L.; LEITE, L. E. C.; BATISTA, C. E. C. F. **Ginga-J: The Procedural Middleware for the Brazilian Digital TV System**. In: Journal of the Brazilian Computer Society. nº. 4, vol. 13. p. 47-56. ISSN: 0104-6500. Porto Alegre, RS, 2007.

SUBGRUPO DE TRABALHO 2 DO CAPDA - Comitê das Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento na Amazônia. **TV Digital Interativa Versão 1.0**. 2004. Disponível em: <http://www.ctpim.org.br/tv_digital.pdf>. Acesso em: dez. 2008.

SUN DEVELOPER NETWORK. **Java TV API Overview**. 2000. Disponível em: <<http://java.sun.com/products/javatv/overview.html>>. Acesso em: 13 mai. 2007.

TAROUCO, L. M. R.; DUTRA, R. **Padrões e Interoperabilidade**. 2007. Disponível em: <<http://www.ri ved.mec.gov.br/artigos/livro.pdf#page=81>>. Acesso em: dez. de 2008.

TAYLOR, J. **Fifth generation Distance Education**. In: e-JIST, n. 1, vol. 4, 2001.

TELECO. **TV Digital e SBTVD-T: Tipos de Set-Top-Box**. 2008. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutoriaisbtvd/pagina_4.asp>. Acesso em: 12 mai. 2008.

THE INTERACTIVE TV WEB. **Access to service information using JavaTV**. Disponível em: <http://www.interactivetvweb.org/tutorial/javatv/javatv_si.shtml>. Acesso em: 10 mai. 2007.

WAISMAN, T. O que é interatividade. In: **Jornal Sociedade Brasileira De Computação**, n.17, p. 12, 2005.

WAISMAN, T. Amazonas Interativo: TV digital e educação interativa na Amazônia. In: Congresso Internacional de Educação a Distância, XII, Florianópolis, 2005. **Anais...** Florianópolis, 2005.

YAMADA, F; BEDICKS, G; CASTRO, P.H. Modulação do Sistema Brasileiro de TV Digital. In: **Revista Produção Profissional**, p.58-65, fev. 2008.

YAMADA, F; BEDICKS, G; CASTRO, P.H. Modulação do Sistema Brasileiro de TV Digital. **Produção Profissional**, v. 74, p. 58-65, 2008.

ZUFFO, M. K. **TV Digital Aberta no Brasil - Políticas Estruturais para um Modelo Nacional**. 2006. Disponível em <<http://www.lsi.usp.br/~mkzuffo/repositorio%5CpoliticaspUBLICAS%5Ctvdigital%5CTVDigital.pdf>>. Acesso em 10 abr. 2007.

APÊNDICE A

Evolução da EaD e sua condução no Brasil para diferentes comunidades

Evolução da EaD

Pode-se dizer que a EaD teve seu início em 1840 na Europa e Estados Unidos, com os primeiros cursos sendo distribuídos por correspondência. Por volta de 1930²¹ começaram a aparecer os primeiros cursos a distância via rádio e, em 1954, via TV²², inclusive no Brasil. Na década de 1980, com a popularização das fitas magnéticas de áudio e vídeo, o número de alunos foi aumentando significativamente. Normalmente, os cursos mantinham textos impressos enviados por correspondência para complementar a aprendizagem.

A evolução da transmissão de sinais da TV (por satélite e cabo) potencializou seu valor no mundo da EaD. Com a popularização dos computadores a partir da década de 1970, começaram a ser desenvolvidos sistemas educacionais com melhor qualidade de conteúdo multimídia e novas formas de interatividade, inicialmente através de memórias de massa como discos flexíveis (*floppy disks*) e principalmente CDs e DVD-ROMs. O computador propiciou uma nova abordagem de EaD, tanto de apresentação do conteúdo quanto de interação com o usuário (DIX *et al.*, 1998). As redes de computadores, por sua vez, estenderam a capacidade de resposta e manipulação dos elementos de interação (ANIDO-RIFÓN, 2002).

Entretanto, nada se compara ao advento da *World Wide Web* (Web) na década de 1990. Houve uma verdadeira revolução na EaD, começando a se usar o termo *e-Learning* (ver seção 2.1). A necessidade pedagógica de se manter o conteúdo sempre atualizado encontrava dificuldades com a mídia CD/DVD-ROM (não regraváveis): o usuário tinha que adquirir outra mídia com o conteúdo atualizado. Isso implica em custos adicionais para o

²¹ No Brasil, em 1923, o programa Educação em Massa transmitia programas de acadêmicos (palestras, cursos) sobre português, biologia, história, francês, geografia e sicultura (FANTIN, 2007).

²² A primeira transmissão oficial no Brasil foi em 1950 em preto e branco. A transmissão em cores foi em 1972, enquanto que, nos Estados Unidos, em 1954. Em relação à definição da imagem, em 1950, na França, já havia emissora com definição de 819 linhas; na Inglaterra, com 405 linhas; na Rússia, com 625 linhas; nos Estados Unidos e Japão, com 525 linhas. (<http://www.tudosobreteve.com.br/historia/historbr.htm>)

fornecedor e/ou usuário, mas principalmente quanto ao tempo para fornecimento e aquisição. Com a Web, o processo de atualização do conteúdo é transparente ao usuário, o qual ainda pode ser avisado da atualização por correio eletrônico ou até mesmo mensagens tipo SMS (*Short Message Service*) para celulares.

Houve melhorias nos ambientes virtuais e no formato dos conteúdos (integração de imagem, som, animações, hipertexto), bem como na flexibilidade de ajuste de tempo de dedicação pelo aluno. Sistemas integrados por redes de computadores, possibilitando que os conteúdos em forma de vídeo e áudio pudessem ser transmitidos de forma contínua (*streaming*). O aluno passou a ser mais participativo, podendo manter interação síncrona (*chat*, videoconferência, etc.) e assíncrona (correio eletrônico, grupos de discussão, etc.) com o professor e colegas do grupo de aprendizagem, através de um ambiente virtual integrado e interativo.

Os recursos de aprendizagem puderam, então, ser distribuídos por diferentes tecnologias, de acordo com as necessidades dos alunos. Isso tornou o aluno um agente ativo, construtor do seu próprio conhecimento, com abertura para manifestar suas opiniões de modo crítico. As avaliações por testes de conhecimento (tipo *Quiz*) puderam ser complementados com desenvolvimento de projetos de mais ampla abordagem. O trabalho independente teve que dar lugar ao trabalho cooperativo, ampliando ainda mais a diversidade de perspectivas e o valor das qualidades de iniciativa e maturidade.

Com a evolução das tecnologias para a interação humano-computador bem como da própria Internet, os computadores e os ambientes *on-line* propiciaram novos meios de comunicação e, conseqüentemente, o desenvolvimento de uma nova estrutura de EaD, adaptada aos tempos modernos.

A **Tabela 10** apresenta as eras da EaD segundo Sherron e Boettcher (1997 apud LIMA; CAPITÃO, 2003). São quatro gerações identificadas pelos meios tecnológicos de distribuição de conteúdos, comunicação e interação, bem como pelo papel do aluno e da Instituição de ensino/formação técnica.

Taylor (2001), no entanto, classifica cinco gerações de EaD, com algumas diferenças de Sherron e Boettcher. Embora ambos tratem a primeira geração com uma só tecnologia dominante, Taylor só considera que o rádio e a televisão já estejam sendo utilizados na primeira geração. Todos os autores, no entanto, são categóricos no meio de correspondência como o predominante. Sherron e Boettcher preferiram incluir em cada geração os meios que também estavam despontando na sociedade (embora sem uso impactante no momento). Taylor, por sua vez, não define períodos de tempo explicitamente.

Tabela 10 - Características das gerações de EaD, segundo Sherron e Boettcher (1997).

Fonte: extraído de (LIMA; CAPITÃO, 2003).

Características das gerações		Gerações do Ensino a Distância			
		<i>Primeira</i>	<i>Segunda</i>	<i>Terceira</i>	<i>Quarta</i>
Aspecto dominante		Predomínio de uma tecnologia	Múltiplas tecnologias	Múltiplas tecnologias	Múltiplas tecnologias, incluindo computadores multimídia e Internet
Tecnologia		Impressão Rádio (1930) Televisão (1954)	Televisão Rádio Cassetes de áudio Impressão	Cassetes de vídeo Televisão por satélite Televisão por cabo Impressão	PCs multimídia CDs Internet Web <i>Streaming</i> áudio ou vídeo Videoconferência Enciclopédias e BD em linha Impressão
Meios de comunicação		Telefone Correio	Telefone Fax Correio	Telefone Fax Correio	Correio electrónico <i>Chat</i> Grupos discussão
Modelo de interação		Essencialmente, comunicação unidireccional instituição → aluno	Essencialmente, comunicação unidireccional instituição → aluno	Essencialmente, comunicação unidireccional instituição → aluno	Comunicação bidireccional e interactiva com a comunidade de aprendizagem instituição ↔ aluno aluno ↔ alunos aluno ↔ especialistas
Filosofia pedagógica	Aluno	Consumidor passivo de informação	Consumidor passivo de informação	Consumidor passivo de informação	Activo e participativo, integrado num ambiente de aprendizagem virtual e interactivo, com recursos de aprendizagem distribuídos por diferentes tecnologias
	Objectivo da instituição de ensino ou formação	Disseminar informação	Disseminar informação	Disseminar informação	Alargamento territorial e sem limitação de horários

Os seguintes períodos foram definidos por Sherron e Boettcher, com os referidos marcos (LIMA; CAPITÃO, 2003):

- Primeira geração (1840 – 1970): cursos por correspondência (o mesmo para Taylor);
- Segunda geração (1970 – 1980): rádio e televisão via *broadcast*, fitas de áudio e instituição de Universidades Abertas (Taylor marca a segunda geração com a Multimídia, considerando a Televisão, computador e vídeos interativos);
- Terceira geração (1980 – 1990): Fitas cassetes de vídeo, Televisão via satélite e cabo, ressaltando que em 1985 começaram a ser introduzidos os primeiros pacotes de aplicações educacionais para o computador (Taylor marca a terceira como Teleaprendizagem, considerando videoconferências e áudio conferências, incluindo o meio de transmissão de rádio e TV por *broadcast*);
- Quarta geração (1990 – 2000): CD-ROM, computadores, Internet, Web, multimídia, interatividade, ambientes de aprendizagem virtuais com recursos distribuídos, *e-Learning* (Taylor marca a terceira como Modelo de aprendizagem flexível, Web, multimídia interativa *on-line*, comunicação via computador).

Para Taylor (2001) a quinta geração é marcada pelo modelo de Aprendizagem Flexível Inteligente, marcada por recursos de respostas automatizadas, rede sem fios, sistemas inteligentes, convergência digital. Contudo, Fantin (2007) observa que até hoje recursos como material impressos, vídeos e rádio continuam ferramentas importantes na EaD. Segundo pesquisas apresentadas no Anuário de Educação a Distância publicado em 2008 pela Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED), o principal recurso das instituições de ensino ainda é o material impresso, usado por 86% delas, seguido pelo CD-ROM e Internet, com 49% (FOLHA DIRIGIDA, 2008; FANTIN, 2007). Segundo o Ministro Hélio Costa (SeCom, 2008), dados dos ministérios das Comunicações e da Educação mostram que o rendimento dos alunos aumenta em mais de 80% já nos primeiros seis meses quando se coloca Internet em uma escola.

Em 2007 e 2008, todos os municípios brasileiros receberam a colocação de pelo menos um kit com computadores, roteadores, DVDs, projetores, telões, etc. para se fazer a recepção de Internet de banda larga. O objetivo é beneficiar os alunos e docentes das escolas, assim como toda a comunidade nos arredores da escola, com programas de inclusão digital. Cada kit telecentro contempla 12 computadores (e móveis necessários), com conexão banda larga à Internet (INCLUSÃO DIGITAL, 2007). O número de kits

depende do número de escolas no município: até três escolas, um kit para cada uma; um a cada 100 escolas. Quando o município tem mais de 10 escolas, a instalação de banda larga é feita direto pelas companhias telefônicas, segundo acordo firmado com o Governo. É esperado que até 2010 o Governo atinja 50 mil escolas pelo menos nas zonas urbanas (85% de todos os estudantes da rede pública) e 142 mil escolas até 2013. Entretanto, até dezembro de 2008 foram atendidas 10 mil escolas, esperando chegar a 18 mil escolas no Brasil inteiro até abril de 2009. O governo parece muito otimista em relação ao alcance da banda larga, uma vez que há áreas remotas sem nenhum sistema de telefonia.

Visão Geral da EaD no Brasil

No Brasil, os cursos de EaD podem estar inseridos no ensino credenciado, na educação corporativa ou em outros projetos nacionais e regionais de responsabilidade de Fundações e organismos de interesse social, como Sebrae, CIEE, SESI, SENAI, Fundação Roberto Marinho, Fundação Bradesco, etc. (ABRAEAD, 2007). Segundo o Anuário Brasileiro de Educação a Distância (ABRAEAD) (<http://www.abraead.com.br>), publicado pela ABED em 2008, durante o ano de 2007, mais de 2,5 milhões de brasileiros participaram de cursos com metodologia de EaD.

O Ministério da Educação (MEC) mantém uma divisão específica para a EaD no Brasil: Secretaria de Educação a Distância (SEED), em cujo sítio podem ser encontrados os regulamentos para a EaD no Brasil (<http://portal.mec.gov.br/seed/>). Um guia de cursos a distância disponíveis no Brasil pode ser acessado no sítio <http://www.abraead.com.br>. Ressalta-se que os diplomas fornecidos têm a mesma validade que os de cursos presenciais.

Segundo o levantamento da ABED, em 2006 o Brasil contabilizou 889 cursos a distância credenciados pelo MEC e conselhos estaduais de educação, com a maior parte oferecida por Instituições de Ensino Superior: 205 Cursos de Graduação e 246 de Pós-graduação (ABED, 2007). Observa-se que o número de cursos não é preciso, pois há muitos cursos ministrados de forma livre, caracterizando um cenário de difícil levantamento.

Considerando os 889 cursos em 2006, foram contabilizados 2.279 milhões de alunos matriculados nos cursos de EaD (praticamente 1 a cada 100 habitantes), sendo que em 2007 esse número subiu para 2,5 milhões (ABED, 2007; 2008).

Em 2006, só no ensino credenciado participaram 778 mil alunos, subindo para 972.826 em 2007 (ABED, 2007; 2008). Impressiona saber que entre os anos de 2003 e 2006, o número de alunos no ensino credenciado a distância aumentou em 571% entre

2003 e 2006 (CIVA, 2008) e foi de 213,8% entre 2005 e 2007 (DUARTE, 2008). Outro dado interessante é que de 2005 para 2006 houve um aumento de 54% de alunos de Graduação e Pós-Graduação, sendo que só em relação à Pós o aumento foi de 91% (ABED, 2007). Ainda, a grande maioria dos alunos pertence à região Sul (33%) e Sudeste (31%), acompanhada depois pela região Centro-Oeste (ABED, 2007).

Cursos voltados para profissionalização por EaD crescem e motivam projetos nacionais (ABED, 2008). Em 2007 houve um grande aumento de vagas para cursos técnicos a distância em variados projetos de Instituições de Ensino Superior, com grande destaque ao projeto público criado pelo MEC em parceria com a iniciativa privada: a Escola Técnica Aberta do Brasil (e-TEC). Esse projeto ofereceu, em 2008, 50 mil vagas em 147 cursos de educação profissional. Outro projeto de destaque é o Telecurso TEC, resultado da parceria da Fundação Roberto Marinho com o Centro Paula Souza, visando atender cerca de cem mil empresas de administração do estado de São Paulo.

Na área de educação corporativa a distância, pelos levantamentos da ABED (2008), 41 empresas promoveram cursos para 582.985 alunos em 2007, incluindo capacitação de funcionários/fornecedores e educação de consumidores voltada aos produtos da empresa – a Sabesp é um exemplo deste último caso, pois promove cursos de EaD para orientar na redução do consumo da água.

Até 2007, o modelo híbrido de EaD, que combina aula presencial (LIMA; CAPITÃO, 2003) ainda era predominante: 72% das instituições mantinham o professor presencial e 58% apenas em reunião presencial periódica (ABED, 2007).

Dentre tantos projetos de EaD no Brasil, é interessante mencionar o projeto “Desafio Digital”, na categoria de *e-Learning*, desenvolvido em parceria do Laboratório de Tecnologia da Informação Aplicada (LTIA) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), campus de Bauru, a empresa MStech de Bauru, Microsoft e Intel com a participação da autora deste trabalho (MORGADO; SANTOS; FRANCO, 2007). O público alvo consistiu nos alunos do Ensino Médio da Rede Pública de Ensino, em Araraquara, interior do Estado de São Paulo. O perfil levantado desses alunos mostrou que grande parte deles exercia atividades profissionais e/ou fazia outros cursos adicionais ou complementares para melhor qualificação no mercado de trabalho. O problema geral era organização do tempo. Assim, a solução apresentada foi desenvolver um ambiente virtual *on-line* para a discussão de tecnologias da Informação e apresentação de aplicativos para desenvolvimento de *software*.

Alternativas à Web para EaD no Brasil

Segundo ABED (2007), a evasão ainda é grande, principalmente pela dificuldade de organização do tempo e pelas dificuldades financeiras dos alunos. Outros fatores também foram apontados nas pesquisas da ABED (2007): dificuldade de adaptação ao método de ensino, dificuldade de acompanhamento do ritmo e grau de complexidade do curso, escassez do material de estudo e recursos disponíveis. Segundo as pesquisas, quanto maior o número de alunos por professor, maior a evasão (ABED, 2007).

Para Lima e Capitão (2003), a solução é o ensino distribuído, que utiliza uma grande variedade de tecnologias na disponibilização de oportunidades de aprendizagem centradas no aluno e independentes do local e da hora.

Fredric Michael Litto, presidente da ABED, em entrevista ao jornal Folha de São Paulo (FOLHA DIRIGIDA, 2008), ainda aposta no potencial do rádio e da televisão. Para ele, esses dois veículos propiciam acesso da população mais pobre do país à Educação. Os usuários mais freqüentes na Internet, cerca de 20 milhões, pertencem predominantemente às classes sociais A e B. Por outro lado, 98% dos brasileiros têm acesso à televisão (FOLHA DIRIGIDA, 2008). Litto acredita que a Internet ainda não é a forma mais efetiva de realizar a educação a distância no Brasil, comenta: “Porque o número de usuários ainda é muito reduzido”.

Nessa mesma linha, para Diogo Nomura, diretor comercial do Complexo Jurídico Damásio de Jesus, os sistemas de EaD devem respeitar as possibilidades de recursos dos alunos, e lembra que cerca de 60% da população brasileira ainda não tem banda larga (FOLHA DIRIGIDA, 2008).

Nesse contexto, as instituições têm investido muito em tecnologias para facilitar cada vez mais o acesso aos estudos. Consideram que se o aluno conseguir optar pelo recurso de maior facilidade de uso e tempo quando tiver tempo para o estudo, seu envolvimento aumenta e, conseqüentemente, a evasão diminui. Esse é o grande objetivo da convergência digital para os sistemas de EaD.

Nesta direção, a organização IESDE Brasil S.A. (Inteligência Educacional e Sistema de Ensino), elaborou, em 2008, um *video-book* portátil, baseado em um dispositivo de MP4 (ALMEIDA, 2008). O conteúdo de cada semestre de aulas em vídeo é salvo em cartões SD (*Secure Digital Card*), cujo custo é embutido no valor dos cursos. Esses *video-books* complementam o ambiente virtual na Internet para aulas de Graduação e Pós-graduação de Universidades do Sul e Sudeste (mais de cem mil alunos).

A Televisão também tem sido muito utilizada como veículo alternativo para grupos

específicos de alunos, diferente do que já vem sendo empregado desde a década de 1950 para a TVA²³.

É o caso da Escola Técnica da Universidade Federal do Paraná (UFPR), que, a partir de 2006, investiu na Televisão via satélite (<http://www.et.ufpr.br>). As aulas são transmitidas em tempo-real pelo estúdio da Escola para os pólos de aprendizagem (320 tele-salas). Os alunos, cerca de 25 mil, podem fazer perguntas e serem esclarecidos durante a aula através um telefone sem fio, com linha direta e gratuita; também podem usar a Internet quando quiserem. Segundo Ciccarino, coordenador da Escola Técnica Aberta do Brasil (e-Tec Brasil) (<http://etecbrasil.mec.gov.br/>) junto à Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) do MEC, o e-Tec foi baseado nesse modelo de EaD da Escola Técnica da UFPR. Segundo Fantin (2007), em 2007, cursos técnicos de dois anos de duração têm sido ministrados em parcerias com órgãos públicos ou privados na área de Administração de empresas, Contabilidade, Gestão Pública e Secretariado. O projeto está sendo desenvolvido nos Estados do Paraná, Santa Catarina, Paraíba e Rio Grande do Sul, com interesse já demonstrado por Goiás e Tocantins (FANTIN, 2007).

O rádio é outro veículo interessante em aspectos educacionais, mas não muito utilizado atualmente.

O projeto “Rádio Escola” é um bom exemplo do uso do rádio na EaD. O projeto está sendo mantido pela SEED/MEC em parceria com o Núcleo de Comunicação e Educação da Escola de Educação e Artes da USP. Juntamente com as Secretarias Estaduais de Educação, são promovidos cursos de capacitação de professores da rede pública de Ensino em uma metodologia de ensino utilizando a linguagem radiofônica. Além disso, a linguagem radiofônica (e a mobilização do rádio) pode ser utilizada como complemento pedagógico para as escolas públicas, bem como para a comunidade em geral. Proporciona uma forma democrática de produção e recepção de conhecimento e de informação. Segundo o sítio do projeto (<http://200.130.3.122/>), o projeto atua no campo da “educomunicação”, que “propicia a introdução de recursos da informação no ensino, não apenas didáticos (tecnologias educativas), ou como objeto de análise (leitura crítica dos meios), mas principalmente como meio de expressão e de produção cultural, permitindo desenvolvimento de ecossistemas comunicativos abertos à participação de todos os membros de uma comunidade”. Através do sítio, são disponibilizados o material de capacitação de professores e o material que pode ser adotado por alunos.

²³ Várias emissoras de TV provêm conteúdos educativos dos mais variados, através de programas isolados ou cursos seriados (até também podem ser complementados com literaturas específicas ou outro meio), sejam de Línguas estrangeiras, Informática, Geografia, Filosofia, etc.

O rádio e a TV também estão sendo utilizados na alfabetização de jovens e adultos, através do projeto “Escola do Rádio” do Instituto Paulo Freire. Segundo o sítio do projeto, <http://www.escoladoradio.com.br>, o projeto está sendo desenvolvido no Estado da Paraíba, atingindo mais de 80 mil alfabetizados em 223 municípios, inclusive na capital, João Pessoa.

E pode ser aplicado em qualquer localidade, através de parcerias. O projeto conta com aulas presenciais uma vez por semana, material impresso, aulas transmitidas pelo rádio e pela televisão. O tema e os horários de transmissão pelo rádio são programados de acordo com os hábitos da comunidade de cada região. Os programas simulam a interação de alunos com professor em uma sala de aula real. De forma semelhante, programas de TV semanais aproveitam os recursos de dramaturgia e imagens para sedimentação dos conhecimentos e fechamento dos temas.

APÊNDICE B

Normas técnicas da ABNT para a TVDI no Brasil

Normas ABNT para TVD, definidas pelo Fórum do Sistema Brasileiro de TVD, criado em 29 junho de 2006, pelo Decreto 5820. Entre outras atribuições, o Fórum é responsável pelos aspectos técnicos referentes à geração, distribuição e recepção dos sistemas de televisão digital em alta definição (HDTV) e definição padrão (SDTV), bem como questões de mobilidade, portabilidade, serviços de dados e interatividade.

ABNT NBR 15601:2007 - “Televisão digital terrestre — Sistema de Transmissão” (*Digital Terrestrial Television Transmission System*) - 40 páginas

Primeira edição -30.11.2007 -Válida a partir de 01.12.2007 -Versão corrigida 07.04.2008 Televisão digital terrestre

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Transmissão. Modulação. Codificação de canal. OFDM.**

Descriptors: ***Digital terrestrial television. Transmission. Modulation. Channel coding. OFDM.***

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00539-1

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15601_2007Vc_2008.pdf

ABNT NBR 15602-1:2007 “Televisão digital terrestre — Codificação de vídeo, áudio e multiplexação Parte 1: Codificação de vídeo” (*Digital terrestrial television – Video coding, audio coding and Multiplexing Part 1: Video coding*) - 38 páginas

Primeira edição 30.11.2007 Válida a partir de 01.12.2007 Versão corrigida 07.04.2008

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Codificação de vídeo. MPEG-4. Nível e perfil. Comutação seamless.**

Descriptors: Digital terrestrial television. Video coding. MPEG-4. Profile and level. Seamless switching.

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00540-7

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15602-1_2007Vc_2008.pdf

ABNT NBR 15602-2:2007 “Televisão digital terrestre — Codificação de vídeo, áudio e multiplexação Parte 2: Codificação de áudio” (*Digital terrestrial television – (Video coding, audio coding and multiplexing Part 2: Audio coding)*) - 12 páginas

Primeira edição 30.11.2007 Válida a partir de 01.12.2007 Versão corrigida 07.04.2008

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Codificação de fonte. AAC. Nível e perfil.**

Descriptors: Digital terrestrial television. Source coding. AAC. Level and profile.

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00560-5

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15602-2_2007Vc_2008.pdf

ABNT NBR 15602-3:2007 “Televisão digital terrestre — Codificação de vídeo, áudio e multiplexação Parte 3: Sistemas de multiplexação de sinais” (*Digital terrestrial television - Video coding, audio coding and multiplexing Part 3: Signal multiplexing systems*) - 17páginas.

Primeira edição 30.11.2007 Válida a partir de 01.12.2007 Versão corrigida 07.04.2008

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Codificação de fonte. Informação específica de programa. Multiplexação. Descritores.**

Descriptors: **Digital terrestrial television. Source coding. Program specific information. Multiplexing. Descriptors.**

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00576-6

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15602-3_2007Vc_2008.pdf

ABNT NBR 15603-1:2007 “Televisão digital terrestre — Multiplexação e serviços de informação (SI) Parte 1: SI do sistema de radiodifusão” (Digital terrestrial television – Multiplexing and service information (SI) Part 1: SI for digital broadcasting systems) - 40 páginas.

Primeira edição 30.11.2007 Válida a partir de 01.12.2007 Versão corrigida 22.08.2008

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Multiplexação. Informação de serviço. Informação específica de programa. Descritores.**

Descriptors: **Digital terrestrial television. Multiplexing. Service information. Program specific information. Descriptors.**

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00577-3

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15603-1_2007Vc2_2008.pdf

ABNT NBR 15603-2:2007 “Televisão digital terrestre – Multiplexação e serviços de informação (SI) Parte 2: Estrutura de dados e definições da informação básica de SI” (Digital terrestrial television – Multiplexing and service information (SI) Part 2: Data structure and definition of basic information of SI) - 129 páginas

Primeira edição 30.11.2007 Válida a partir de 01.12.2007 Versão corrigida 22.08.2008

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Multiplexação. Informação de serviço. Informação específica de programa.**

Descriptors: **Digital terrestrial television. Service information. Program specific information. Descriptors.**

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00603-9

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15603-2_2007Vc2_2008.pdf

ABNT NBR 15603-3:2007 “Televisão digital terrestre — Multiplexação e serviços de informação (SI) — Parte 3: Sintaxes e definições de informação estendida do SI” (Digital terrestrial television – Multiplexing and service information (SI) – Part 3: Syntaxes and definitions of extension information of SI) - 52 páginas

Primeira edição 30.11.2007 Válida a partir de 01.12.2007 Versão corrigida 22.08.2008

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Multiplexação. Informação de serviço. EPG.**

Descriptors: **Digital terrestrial television. Multiplexing. Service information. EPG.**

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00602-2

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15603-3_2007Vc2_2008.pdf

ABNT NBR 15604:2008 “Televisão digital terrestre — Receptores” (Digital terrestrial television – Receivers) - 68 páginas

Primeira edição 30.11.2007 Válida a partir de 01.12.2007 Versão corrigida 07.04.2008

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Receptores. Conversor digital. Set-top box. IRD. Unidade receptora. One-seg. Full-seg. Comunicação interativa. Middleware. HDMI. Interfaces de saídas de áudio e vídeo. Interfaces digitais de alta velocidade. Canal virtual. Decodificação de áudio e vídeo. H.264. AAC. Decodificação de dados primários. Configuração do receptor. Nível e perfil.**

Descriptors: **Digital terrestrial television. Receivers. Digital converter. Set-top box. IRD. Receiver unit. One-seg. Full-seg. Interactive communication. Middleware. HDMI. Audio and video output interface. High speed digital interface. Virtual channel. Audio and video decoder. H.264. AAC. Primary data decoder. Receiver configuration. Level and profile.**

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00578-0

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15604_2007Vc_2008.pdf

ABNT NBR 15605-1:2008 “Televisão digital terrestre — Tópicos de Segurança Parte 1: Controle de cópias” (*Digital terrestrial television – Security issues Part 1: Copy control*) - 18 páginas

Primeira edição 03.10.2008 Válida a partir de 03.11.2008

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Direito autoral. Direitos digitais. Proteção da interface. HDCP. DTCP.**

Descriptors: **Digital terrestrial television. Copyright. Digital rights. Interface protection. HDCP.DTCP.**

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-01041-8

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15605-1_2008Ed1.pdf

ABNT NBR 15605-2:2008 “Televisão digital terrestre — Tópicos de Segurança Parte 2: Mecanismos de segurança para aplicativos” (*Digital terrestrial television – Security issues Part 2:*)

xx páginas ***** em elaboração *****

<http://www.abnt.org.br/default.asp?resolucao=1280X960>

ABNT NBR 15606-1:2007 “Televisão digital terrestre — Codificação de dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital Parte 1: Codificação de dados” (*Digital terrestrial television – Data coding and transmission specification for digital broadcasting Parte1: Data coding specification*) - 24 páginas

Primeira edição 30.11.2007 Válida a partir de 01.12.2007 NORMA BRASILEIRA Versão corrigida 07.04.2008

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Radiodifusão digital. Codificação de dados.**

Descriptors: **Digital terrestrial television. Digital broadcasting. Data coding.**

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00601-5

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15606-1_2007Vc_2008.pdf

ABNT NBR 15606-2:2007 “Televisão digital terrestre – Codificação de dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital Parte 2: Gíngua-NCL para receptores fixos e móveis – Linguagem de aplicação XML para codificação de aplicações” (*Digital terrestrial television – Data coding and transmission specification for digital broadcasting – Part 2: Gíngua-NCL for fixed and mobile receivers – XML application language for application coding* **Palavras-chave: Televisão digital terrestre. Middleware. Gíngua. NCL**) - 299 páginas

Primeira edição 30.11.2007 Válida a partir de 01.12.2007 Versão corrigida 2 22.08.2008

Palavras-chave: **Receptores fixos e móveis. Perfil Full-seg.**

Descriptors: **Terrestrial digital television. Middleware. Gíngua. NCL. Mobile and fixed receivers. Full-seg profile.**

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00583-4

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15606-2_2007Vc2_2008.pdf

ABNT NBR 15606-3:2007 “Televisão digital terrestre – Codificação de dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital Parte 3: Especificação de transmissão de Dados” (*Digital terrestrial television – Data coding and transmission specification for digital broadcasting Part 3: Data transmission specification*) - 81 páginas

Primeira edição 30.11.2007 Válida a partir de 01.12.2007 Versão corrigida 2 22.08.2008

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Radiodifusão digital. Transmissão de dados.**

Descriptors: **Digital terrestrial television. Digital broadcasting. Data transmission.**

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00604-6

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15606-3_2007Vc2_2008.pdf

ABNT NBR 15606-4:2008 “Televisão digital terrestre — Codificação de dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital Parte 4: Ginga-J – Ambientes para a execução de aplicações procedurais” (*Digital terrestrial television – Data coding and transmission specification for digital broadcasting - Part 5: Ginga-J*)

**** em elaboração ****

<http://www.abnt.org.br/default.asp?resolucao=1280X960>

ABNT NBR 15606-5:2008 “Televisão digital terrestre — Codificação de dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital Parte 5: Ginga-NCL para receptores portáteis – Linguagem de aplicação XML para codificação de aplicações” (*Digital terrestrial television – Data coding and transmission specification for digital broadcasting Part 5: Ginga-NCL for portable receivers – XML application language for application coding*) - 106 páginas

Primeira edição 05.03.2008 Válida a partir de 05.04.2008 Versão corrigida 22.08.2008

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Middleware. Ginga. NCL. Receptores portáteis. Perfil one-seg**

Descriptors: ***Digital terrestrial television. Middleware. Ginga. NCL. Portable receivers. One-seg profile.***

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00536-0

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15606-5_2008Vc_2008.pdf

ABNT NBR 15607-1:2008 “Televisão digital terrestre – Canal de interatividade Parte 1: Protocolos, interfaces físicas e interfaces de software” (*Digital terrestrial television – Interactive channel Part 1: Protocols, physical interfaces and software interfaces*) - 20 páginas

Primeira edição 05.03.2008 Válida a partir de 05.04.2008

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Interatividade. Canal de interatividade. Protocolos e interfaces.**

Descriptors: ***Digital terrestrial television. Interactive. Return channel. Protocols and interfaces.***

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00537-7

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15607-1_2008Ed1.pdf

ABNT NBR15607-2:2008 “Televisão digital terrestre – Canal de interatividade Parte 2: Dispositivos Externos” (*Digital terrestrial television – Interactive channel Part 2*)

**** em elaboração ****

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Interatividade. Canal de interatividade. Protocolos e interfaces.**

Descriptors: ***Digital terrestrial television. Interactive.***

<http://www.abnt.org.br/default.asp?resolucao=1280X960>

ABNT NBR15607-3: 2008 “Televisão digital terrestre – Canal de interatividade Parte 3: Interface de configuração para as tecnologias de acesso” (*Digital terrestrial television – Interactive channel Part 3*)

**** em elaboração ****

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Interatividade. Canal de interatividade. Protocolos e interfaces.**

Descriptors: ***Digital terrestrial television. Interactive.***

<http://www.abnt.org.br/default.asp?resolucao=1280X960>

ABNT NBR 15608-1:2008 “Televisão digital terrestre — Guia de operação Parte 1: Sistema de transmissão – Guia para implementação da ABNT NBR 15601:2007” (*Digital terrestrial television – Operational guideline Part 1: Transmission system – Guideline for ABNT NBR 15601:2007 implementation*) - 64 páginas

Primeira edição 22.08.2008 Válida a partir de 22.08.2008

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Transmissão. Modulação. Codificação de canal. OFDM.**

Descriptors: **Digital terrestrial television. Transmission. Modulation. Channel coding. OFDM.**

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00924-5

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15608-1_2008Ed1.pdf

ABNT NBR 15608-2:2008 “Televisão digital terrestre — Guia de operação Parte 2: Codificação de vídeo, áudio e multiplexação – Guia para implementação da ABNT NBR 15602:2007” (*Digital terrestrial television – Operational guideline Part 2: Video coding, audio coding and multiplexing – Guideline for ABNT NBR 15602:2007 implementation*) - 27 páginas

Primeira edição 22.08.2008 Válida a partir de 22.09.2008

Palavras-chave: **MPEG-4. H.264. AVC. AAC. Perfil@nível. Home theater. Codificação.**

Descriptors: **MPEG-4. H.264. AVC. AAC. Profile@level. Home theater. Encoding.**

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00925-2

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15608-2_2008Ed1.pdf

ABNT NBR 15608-3:2008 “Televisão digital terrestre — Guia de operação Parte 3: Multiplexação e serviço de informação (SI) – Guia para implementação da ABNT NBR 15603:2007” (*Digital terrestrial television – Operational guideline Part 3: Multiplexing and service information (SI) – Guideline for ABNT NBR 15603:2007 implementation*) - 85 páginas

Primeira edição 22.08.2008 Válida a partir de 22.09.2008

Palavras-chave: **Televisão digital terrestre. Multiplexação. Informação de serviço. Informação específica de programa. Descritores.**

Descriptors: **Digital terrestrial television. Multiplexing. Service information. Program specific information. Descriptors.**

ICS 33.160.01 - ISBN 978-85-07-00931-3

http://www.abnt.org.br/tvdigital/norma_bra/ABNTNBR15608-3_2008Ed1.pdf

ABNT NBR 15608-4:2008 “Televisão digital terrestre — Guia de operação Parte 4: Codificação dos dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital – Guia para implementação da ABNT NBR 15606:2007” (*Digital terrestrial television – Operational guideline Part 4*)

***em elaboração ***

<http://www.abnt.org.br/default.asp?resolucao=1280X960>

ABNT NBR 15609:2008 “Suite de Testes”

***em elaboração ***

<http://www.abnt.org.br/default.asp?resolucao=1280X960>

ABNT NBR 15610:2008 “Ensaio para receptores”

***em elaboração ***

<http://www.abnt.org.br/default.asp?resolucao=1280X960>

APÊNDICE C

Exemplos de projetos educativos que usam TV Digital no Brasil

Nesta seção são apresentados projetos educativos que usam TV Digital no Brasil, atualmente:

- (1) Programa Pro-formar e Amazonas Interativo;
- (2) TV Escola Interativa: uma proposta educativa para TV Digital.

1. Programa Pro-formar e AMAZONAS INTERATIVO

A Universidade Estadual do Amazonas (UEA) utiliza a TVD via satélite para veiculação do programa Pro-formar (Programa de formação e valorização dos Profissionais de Educação). A transmissão deste programa é realizada utilizando a infra-estrutura do satélite *Amazon Sat*, da Rede Amazônica – uma rede de televisão, afiliada da Rede Globo, que envolve a TV Amazonas, TV Acre, TV Amapá, TV Roraima e TV Rondônia. Desta forma, pode-se oferecer este serviço para educação ou outra finalidade. Considerando a dimensão da rede geográfica desta região, a TVD quebra barreiras permitindo levar interatividade e inclusão digital à sua população.

O projeto Pro-formar é uma iniciativa conjunta com a Secretaria de Educação do Estado do Amazonas (SEDEC), visando atender uma demanda social de formação de professores do Ensino Fundamental (WAISMAN, 2005; FANTIN, 2007). O projeto recebeu o Prêmio “Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) Brasil 2007” do Governo brasileiro (ver <http://www.odmbrasil.org.br>).

O acesso por comunidade de áreas isoladas contribui com que a população continue em sua região, minimizando o êxodo urbano com o objetivo de obter uma melhor educação. Outro ponto contemplado neste trabalho é a possibilidade da difusão de conteúdo didático para comunidades indígenas criando-se um ambiente capaz ligar as comunidades.

Considerando a dimensão geográfica da região Norte (a maior do país), a TVD permite levar interatividade e inclusão digital à população. O acesso por comunidade de áreas isoladas contribui com que a população continue em sua região, minimizando o êxodo urbano devido à busca de melhor educação. Assim, tem-se um ambiente capaz de unir

virtualmente as comunidades (WAISMAN, 2005).

A população da região Norte está entre as de menor renda *per capita*. Do Brasil. Apenas 35,5 mil estudantes da rede de ensino fundamental têm acesso à Internet (menos de 1% da população brasileira) (CORRÊA, 2005).

Desde 2002 têm sido ministrado um curso Normal Superior oferecido através de aulas transmitidas ao vivo e via satélite (tele-presenciais) de um estúdio da UEA, em Manaus, para 61 municípios. Para isso conta com três equipes: - Administrativa; - Pedagógica; - Tecnologia educacional e comunicação social, formada por profissionais de Pedagogia e de Vídeo/Áudio. A transmissão dos conteúdos, no entanto, é unidirecional. Em cada sala de aula presencial, um professor assistente cuida das transmissões das aulas pela TV e das atividades de orientação e práticas pedagógicas. As dúvidas surgidas em aula podem ser feitas ao vivo por uma central telefônica ou também por fax e Internet.

Dos mais de 15 mil professores graduados, 551 são representantes de etnias indígenas, 153 na primeira etapa e 398 na segunda fase. Esses professores em formação são de 22 etnias indígenas, presentes em 14 municípios do Amazonas.

Segundo o Subgrupo de Trabalho 2 do Comitê das Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento na Amazônia (CAPDA) (2004) e Waisman (2005), as atividades do Proformar serão estendidas a toda a comunidade tanto pelo canal de TVD via satélite, como pelo canal de TVD via terrestre, viabilizando um “Amazonas Digital”.

A partir dos experimentos e da infra-estrutura do projeto Proformar, a Fundação “Genius Instituto de Tecnologia”, através de seu Laboratório de TVD, criou o projeto Educação Interativa do Amazonas. Esse projeto está sendo desenvolvido em parceria com a SEDUC, o Centro de Educação, Tecnologia do Amazonas (Cetam) e a UEA (para testes de campo), com financiamento da Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa) (CORRÊA, 2005). Um dos objetivos do projeto Amazonas Interativa é envolver todos para a expansão de competências e habilidades da Secretaria de Educação do Estado do Amazonas, no que tange à produção dos roteiros pedagógicos para TVDI, dentro do conceito de narrativas não lineares.

Em janeiro de 2005 foram iniciados os primeiros testes de campo (ponto-a-ponto) para permitir aplicações interativas para TVD serem transmitidas, via satélite. O sistema digital funciona através de um STB integrado aos softwares do Instituto Genius. Ao final dos primeiros testes em novembro de 2005, foi feita uma avaliação conjunta com os professores e alunos das escolas públicas que utilizaram o sistema, sobre: roteiros interativos, narrativa, usabilidade e relevância dos serviços oferecidos (CORREA, 2005).

O Instituto Genius é responsável pela produção de quatro *frameworks* para quatro serviços educacionais:

1. Gestão escolar: para resolver problemas do censo escolar e de gestão da SEDUC incluindo as áreas rurais. Aplicativo tipo *e-Governance*;
2. Alfabetização digital; Inclusão digital e social, com aplicativo interativo de programa do tipo *enhanced tv* (informações qualificadas adicionais a um vídeo ou documentário existente);
3. Comunicação cidadã: utiliza a tecnologia da TVD para propiciar meios de comunicação integrando as comunidades entre si e com os órgãos públicos. Aplicativo: sala de bate-papo;
4. EaD: instrumento educacional para estudantes, pais e membros da comunidade escolar. Projeto centrado no usuário e usabilidade. Aplicativo que: reutiliza o acervo existente (TV Escola, TV local e outros) e digitaliza outros de algum interesse para a comunidade local; cria roteiros pedagógicos interativos, que orientam o desenvolvimento de interfaces interativas para que os usuários possam construir práticas de pesquisa, elaboração e questionamentos de aulas.

Os conteúdos e acompanhamento do processo de Ensino são de responsabilidade da SEDUC. Os testes de campo, por sua vez, pela UEA, que através do canal que dispõe para a TVD, coloca os conteúdos no ar (“levanta o sinal”) e reporta desvios percebidos para o Genius.

2. TV ESCOLA INTERATIVA: UMA PROPOSTA EDUCATIVA PARA TV DIGITAL

O Projeto TV Escola Interativa envolve uma equipe multidisciplinar nas áreas de Educação, Comunicação e Computação (SILVA et al, 2004). Os pesquisadores das áreas de Educação e Comunicação tiveram como responsabilidade a elaboração de um novo formato para os programas, considerando um modelo capaz de proporcionar flexibilidade na seleção de trechos de um determinado vídeo a partir do interesse dos telespectadores de cada região, especificidade das escolas ou abordagem cultural.

Após a análise da grade de programação da TV Escola, foi proposto, considerando fatores de lógica técnica e temática, um modelo de redistribuição dos conteúdos dos vídeos, fragmentando-os em seqüências. E cada seqüência é formada por cenas. Por sua vez, as cenas reagrupadas formam os mecanismos responsáveis pela ruptura linear do vídeo, permitindo que o telespectador possa acessar um segmento específico.

APÊNDICE D

Código de Implementação do Módulo Quiz

São apresentados os códigos de implementação para o Módulo *Quiz* abrangendo ao lado servidor e o código referente lado cliente.
 O lado servidor é responsável por criar a camada de integração com a base de dados do Moodle enquanto que o lado cliente é executado a partir do emulador *XletView*.
 O código inclui comentários para auxiliar a leitura do leitor.

Lado Servidor

O ambiente de desenvolvimento do lado servidor envolve as tecnologias PHP e MySQL. O código a seguir foi desenvolvido utilizando a linguagem PHP e representa o acesso ao Banco de Dados do Moodle para geração do XML para envio ao lado cliente.

```
//Conexão com o Banco de Dados
function Conexao_BD()
{
    //Dados relacionados à configuração do ambiente
    @$db = mysql_pconnect('localhost','root','');
    mysql_select_db('Moodle');
}

//Consulta as questões da funcionalidade Quiz
function Dados_Quiz()
{
    $query = 'SELECT * FROM Question';
    $consulta = mysql_query($query);
    $linhas = mysql_num_rows($consulta);

    //Criação da variável que armazenará o XML de envio para Lado
    Servidor
    $xml = htmlspecialchars('<xml version=1.0>');

    for($n = 0; $n < $linhas; $n++){
        $registro = mysql_fetch_array($consulta);

        //Completando o XML com os dados consultados a partir do Banco
        de Dados
        $xml .= htmlspecialchars('<QUIZ>');
        $xml .= htmlspecialchars('<QUESTAO ID =
        '.stripslashes($registro['id']).'>');
```

```

$xml .=
htmlspecialchars('<ENUNCIADO>'.htmlspecialchars(stripslashes($registro['questiontext'])).'</ENUNCIADO>');

    $question_id = stripslashes($registro['id']);

    //Consulta ao Banco de Dados: alternativas da questão setada
    $query_alt = 'SELECT * FROM Question_answers WHERE question =
'. $question_id.'';
    $consulta_alt = mysql_query($query2);
    $linhas_alt = mysql_num_rows($consulta2);

    $xml .= htmlspecialchars('<IMAGEM></IMAGEM>');
    $xml .= htmlspecialchars('<OPCAO>');

    for($k = 0; $k < $linhas_alt; $k++){
        $registro_alt = mysql_fetch_array($consulta_alt);
        $xml .= htmlspecialchars('<ALTERNATIVA
ID='.stripslashes($registro_alt['id']).'>'.stripslashes($registro_alt['answer']).'</ALTERNATIVA>');
    }
}

$xml .= htmlspecialchars('</OPCAO>');
$xml .= htmlspecialchars('</QUESTAO>');
$xml .= htmlspecialchars('</QUIZ>');

//Retorna os dados em formato XML
return $xml;
}

```

Lado Cliente

O lado cliente consiste do emulador XletView que, por sua vez, utiliza a linguagem de programação Java. O código a seguir representa trechos do binário da Xlet do trabalho responsável pela leitura dos dados enviados pelo lado servidor (baseado em XML) e na criação da interface com o usuário, utilizando instâncias de componentes do próprio Java e utilização dos dados recebidos.

```

//Leitura do XML e criação de estrutura matriz para organização dos dados
public static String[][] LerXML(xml)
{
    int M = 10;
    int N = 6;
    String[][] quiz = new String[M][N];
    try
    {
        DocumentBuilderFactory dbf =
DocumentBuilderFactory.newInstance();
        DocumentBuilder db = dbf.newDocumentBuilder();
        Document doc = db.parse(xml);
        doc.getDocumentElement().normalize();
    }
}

```

```

NodeList nodeList = doc.getElementsByTagName("QUESTAO");
for (int s = 0; s < nodeList.getLength(); s++)
{
    Node fstNode = nodeList.item(s);
    if (fstNode.getNodeType() == Node.ELEMENT_NODE)
    {
        Element fstElmnt = (Element) fstNode;
        NodeList fstNmElmntLst =
fstElmnt.getElementsByTagName("ENUNCIADO");
        Element fstNmElmnt = (Element)
fstNmElmntLst.item(0);
        NodeList fstNm = fstNmElmnt.getChildNodes();
        quiz[s][0] = ((Node) fstNm.item(0)).getNodeValue();
        NodeList lstNmElmntLst =
fstElmnt.getElementsByTagName("IMAGEM");
        Element lstNmElmnt = (Element)
lstNmElmntLst.item(0);
        NodeList lstNm = lstNmElmnt.getChildNodes();
        quiz[s][1] = ((Node) lstNm.item(0)).getNodeValue();

        NodeList OpcaoLista =
fstElmnt.getElementsByTagName("OPCAO");
        Node OpcaoNode = OpcaoLista.item(0);
        Element OpcaoElemento = (Element) OpcaoNode;

        NodeList Alternativa =
fstElmnt.getElementsByTagName("ALTERNATIVA");

        int i = 2;
        for (int k=0; k<Alternativa.getLength(); k++)
        {
            Element alt = (Element) Alternativa.item(k);
            NodeList StringAlternativa =
alt.getChildNodes();
            quiz[s][i]=
StringAlternativa.item(0).getNodeValue();
            i++;
        }
    }
}

catch (Exception e)
{
    e.printStackTrace();
}
return quiz;
}

```

```

//Desenhar na tela os componentes e população dos dados
function Desenhar_Questao(quiz, questao, total_alternativa)
{
    String strEnunciado = new String();
    String strImagem = new String();
    String strAlt1 = new String();
    String strAlt2 = new String();
    String strAlt3 = new String();
    String strAlt4 = new String();

```

```

//Índice 'questao' - questão selecionada para aparecer na tela
strEnunciado = quiz[k][0];
strImagem = quiz[questao][1];

//Iniciar a interface com o usuário
context = xletContext;

HSceneFactory hsceneFactory = HSceneFactory.getInstance();
scene = hsceneFactory.getFullScreenScene(
HScreen.getDefaultHScreen().getDefaultHGraphicsDevice());
scene.setSize(200, 510);
scene.setLocation(100, 100);
scene.setLayout(null);

//Enunciado da questão
p_questao = new Panel();
p_questao.setBackground(Color.white);
scene.add(p_questao);
p_questao.setBounds(0, 0, 510,87);
enunciado = new TextArea("", 5, 70, TextArea.SCROLLBARS_NONE);
enunciado.setBackground(Color.white);
enunciado.setText(strEnunciado);
p_questao.add(enunciado);

//Componentes de seleção para as alternativas
btnAnterior = new Button("<< Anterior");
btnAnterior.setBackground(Color.yellow);
btnAnterior.setForeground(Color.black);
btnAnterior.addActionListener(this);
btnAnterior.setBounds(250,340, 100, 20);
scene.add(btnAnterior);

btnProximo = new Button("Próximo >>");
btnProximo.setBackground(Color.blue);
btnProximo.setForeground(Color.black);
btnProximo.addActionListener(this);
btnProximo.setBounds(360,340, 100, 20);
scene.add(btnProximo);

int pos = 2;
//Neste protótipo foram considerados apenas 4 alternativas em uma
questão
for (int i=0; i<total_alternativa; i++)
{
    switch (i)
    {
        case : 1
            strAlt1 = quiz[questao][pos];
            cb_alternativa1 = new Checkbox(strAlt1);
            scene.add(cb_alternativa1);
            cb_alternativa1.setBounds(0,100,220,30);
            break;
        case : 2
            strAlt2 = quiz[questao][pos];
            cb_alternativa2 = new Checkbox(strAlt2);
            scene.add(cb_alternativa2);
            cb_alternativa2.setBounds(0,140,220,30);
            break;
        case : 3
            strAlt3 = quiz[questao][pos];
            cb_alternativa3 = new Checkbox(strAlt3);

```

```

        scene.add(cb_alternativa3);
        cb_alternativa3.setBounds(0,180,220,30);
        break;
    case : 4
        strAlt4 = quiz[questao][pos];
        cb_alternativa4 = new Checkbox(strAlt4);
        scene.add(cb_alternativa4);
        cb_alternativa4.setBounds(0,220,220,30);
        break;
    }
    pos++;
}

//Posicionar imagem na interface com o usuário
ImageIcon img = new ImageIcon(strImagem);
int altura = img.getIconHeight();
int largura = img.getIconWidth();
JLabel figura = new JLabel(img);

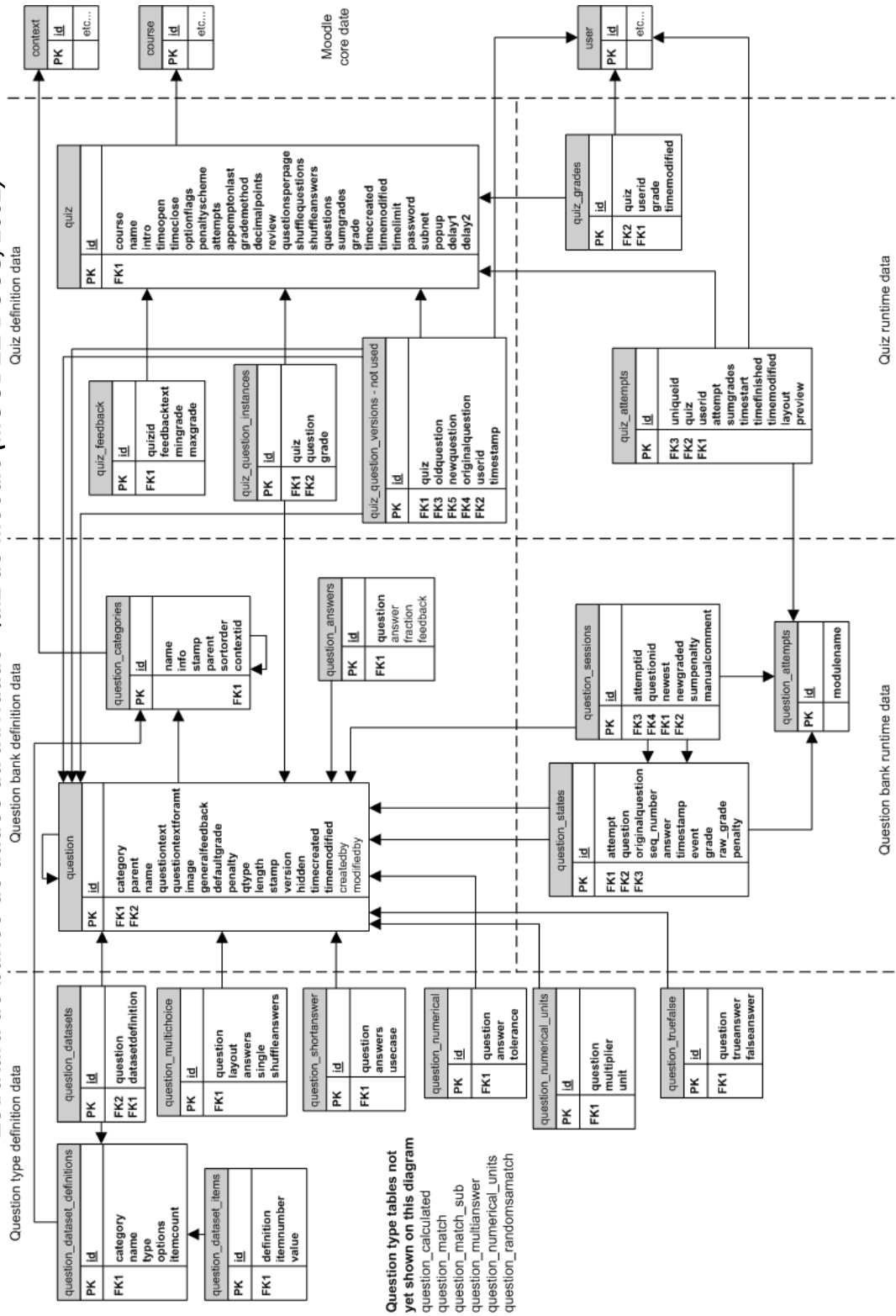
figura.setVerticalTextPosition(JLabel.CENTER);
figura.setHorizontalTextPosition(JLabel.CENTER);
Panel ImagemPanel = new Panel();
ImagemPanel.add(figura);
ImagemPanel.setBounds(300,100, 200, 200);

scene.add(ImagemPanel);
}

```

ANEXO A

Estrutura do banco de dados da atividade Quiz do Moodle (MOODLE DOCS, 2002)



ANEXO B

Exemplos de Tecnologias de TV para a Web

Os conceitos de IPTV e Internet TV estão sendo largamente utilizados e discutidos no contexto da Web.

Assim, foram selecionados dois textos atuais, os quais se encontram traduzidos pela autora neste Anexo. Os textos originais podem ser encontrados no final das traduções. .

O primeiro texto define de modo simples o que se entende como IPTV, atualizado em 12/01/2009.

O outro discute o papel das empresas de telecomunicações, da TV e da grande oferta de conteúdo gratuito na Internet.

Os trechos considerados mais interessantes ao contexto deste trabalho apresentam-se sublinhados pela autora.

(1) IPTV

(Fonte: http://searchtelecom.techtarget.com/sDefinition/0,,sid103_gci1112181,00.html)

IPTV (*Internet Protocol TV*) é a transmissão da programação por vídeo codificado como uma série de pacotes IP. IPTV é distribuído por um prestador de serviços e pode ser grátis ou com base em taxas, além disso, a transmissão pode ser ao vivo ou vídeo armazenado. Também pode ser integrado com outros serviços IP, incluindo VoIP e acesso à Internet de alta velocidade.

Na televisão tradicional, todos os programas são transmitidos simultaneamente enquanto que na IPTV, o programa é disponível via *downstream*²⁴, desta forma, o telespectador escolhe qual o programa quer assistir ao mudar o canal porque a IPTV envia apenas um programa por vez.

O conteúdo permanece no servidor do provedor e após o telespectador escolher o programa, o conteúdo relacionado é enviado para sua casa. Quando um telespectador muda de canal, um novo fluxo é transmitido a partir do servidor do provedor diretamente

²⁴ Transmissão de informação a partir de um servidor para o usuário final.

para o telespectador. Tal como TV a cabo, IPTV requer uma *set-top box*.

A IPTV usa o *multicast*²⁵ com o *Internet Group Management Protocol* (IGMP) versão 2 para transmissões ao vivo e o *Real Time Streaming Protocol* (RTSP) para programas *on-demand*. Os padrões compatíveis para compressão de vídeo incluem H.264, *Windows Media Video 9* e VC1, DivX, XviD, *Ogg Theora* e MPEG-2 e -4.

A IPTV compete com outro modelo de transmissão conhecido como ITV (*Internet TV*). Na ITV o conteúdo é normalmente distribuído através de um *website*.

(2) IPTV E TV VIA INTERNET – QUE A BATALHA COMECE

(Fonte: http://www.eurocomms.com/features/112457/IPTV_AND_INTERNET_TV_DEVELOPMENT_-_Let_the_TV-battle_begin.html)

Muitas empresas de telecomunicações estão investindo em conteúdos digitais, na esperança de compensar a queda nas receitas de serviços de telefonia fixa. Concentram-se na oferta de serviços de televisão e vídeo, em especial IPTV; muitas delas vêem isto como uma necessidade para combater a tendência da perda de assinantes para empresas de serviços a cabo, que estão cada vez mais oferecendo VoIP como parte de pacotes *triple-play*.

Mas os novos desenvolvimentos para a Internet também constituem uma ameaça para as empresas de telecomunicações. A Internet, já provocou uma transformação na indústria de telecomunicações no domínio dos serviços de comunicação, onde aplicativos, como o Skype forçaram as empresas de telecomunicações a oferecer serviço de VoIP a preços substancialmente mais baixos do que anteriormente. E agora, a Internet permite conteúdo de TV, em atual fase de arranque, tornando-se uma ameaça aos serviços emergentes de IPTV oferecidos pelas telcos. Atualmente, o vídeo através da Internet distribuído por sites como o YouTube ainda é de baixa qualidade. Mesmo de baixa resolução e disponível em tamanho pequeno, esses sites têm tido sucesso em atrair milhões de espectadores. E, como a banda larga é acessível a um público mais amplo, esses sites serão capazes de oferecer serviços com qualidade de vídeo profissional proporcionando uma alternativa para IPTV.

IPTV é um sistema de vídeo onde o conteúdo é transmitido sob a forma de pacotes de dados IP em uma rede segura. A infra-estrutura está configurada de modo que os

²⁵ Comunicação entre a entidade responsável pelo envio de informação e as múltiplas entidades receptoras.

espectadores só possam receber a partir de um provedor. A IPTV foca na TV disposta na sala, geralmente um aparelho de televisão com tela grande e de alta qualidade de imagem. Uma *set-top box* (STB) é necessária para receber o sinal. A IPTV oferecida por empresas de telecomunicações estão em uma posição privilegiada para aprimorar a experiência do telespectador com a TV:

- Incrementar a oferta de IPTV com uma ampla variedade de serviços de voz e dados;
- Estão bem posicionados para combinar IPTV com o PC e o celular;
- Possuem informações sobre o telespectador que podem ser utilizados para produzir conteúdo e publicidade personalizada;
- E por último, mas certamente não menos importante, podem garantir elevada experiência de TV *end-to-end* (provedor e telespectador).

Atualmente os serviços IPTV são baseados em assinaturas e em VoD (*Video-on-Demand*). Até agora, muitas operadoras de IPTV estão focando na oferta dos mesmos serviços – os mesmos canais de TV e tipo de conteúdo que seus concorrentes, normalmente as empresas de cabo. Mas algumas telcos foram além. Por exemplo, a Belgacom, na Bélgica, concorre principalmente em exclusividade de conteúdos esportivos. Outras operadoras oferecem serviços para facilitar o uso. Por exemplo, oferecer o Guia Eletrônico de Programação, *Electronic Programming Guide* (EPG), que permite aos usuários criar seu próprio guia de TV com os seus programas favoritos. Estas operadoras estão tendo um ótimo aproveitamento sobre as possibilidades que a IPTV oferece no que diz respeito à personalização e interatividade. Existem várias maneiras de competir, e cada uma tem a sua própria estratégia.

A Internet TV (ITV) tem o "*look and feel*" da IPTV, mas é distribuída através da Internet aberta aproveitando as redes "*over the top*" (OTT) existentes das operadoras. A ITV é distribuída para um PC ou outro dispositivo conectado à Internet, via *peer-to-peer*. Operadoras OTT se beneficiam da ITV pois:

- Não precisam investir em novas redes de distribuição, uma vez que utilizam o cabo de telecomunicações e empresas de redes;
- Mesmo tipo de interatividade e visualização da IPTV;
- Cobertura global.

No entanto, em contraste com a IPTV:

- A qualidade de vídeo tem problemas, embora esteja em constante melhoria.
- Os usuários precisam de *know-how* técnico para usá-lo corretamente.

A ITV não é um ambiente controlado. Não existem garantias sobre acessibilidade, disponibilidade e confiabilidade. Não há controle sobre quem tem permissão para ver quais programas e sob quais circunstâncias, tais como relacionadas a direitos de distribuição em diferentes países.

As provedoras de ITV oferecem programas gratuitos e a receita é baseada basicamente em publicidade. Obviamente, a ITV está em fase embrionária. Há um grande número de aplicativos tentando criar este mercado. O Joost é o mais conhecido e conta com a participação dos desenvolvedores do Kazaa (programa de compartilhamento de música) e do Skype, inovações que traumatizaram a indústria da música e o setor de telecomunicações, respectivamente. O Joost distribui apenas conteúdo produzido profissionalmente e compartilha as receitas publicitárias com o fornecedor de conteúdo. Embora o Joost se concentre em um grande público, o Babelgum centra-se em grupos específicos, oferecendo conteúdo através de uma vasta seleção de canais e tema. O Hulu, projeto de *vídeo on-line* da Newscorp e NBC / Universal começou a sua oferta ao público dos EUA no início de 2008. Outros fornecedores incluem o Narrowstep e o JumpTV.

As variações da ITV incluem o iPlayer da BBC e Apple TV. O iPlayer é uma televisão *on-demand*, cujo serviço permite aos usuários assistir aos programas da BBC através da Internet. A Apple TV usa um STB que torna possível a recepção de informação digital a partir de qualquer computador com o iTunes para um aparelho de TV *widescreen* de alta definição. Isso permite aos telespectadores vídeos, programas de TV, música, vídeos do YouTube e outros materiais da Internet a partir do computador para a sua TV ou para guardá-las no disco rígido do STB. E, do lado da Microsoft, os usuários poderão em breve se conectar a TV a um PC ou ao *Windows Media Center* usando um Xbox 360.

Todos estes aplicativos são mais do que suficiente para ameaçar as telcos que já gastaram grandes quantias de dinheiro para desenvolver e lançar os seus próprios serviços de IPTV. Eles estão compreensivelmente preocupados, sabendo que operadores OTT irão capturar todo o valor das promessas de *Video over IP*. Nesse caso, não teriam muito oferecer, tornando-se o chamado "*dumb pipe*"²⁶.

Estes confrontos parecem ser inevitáveis. A IPTV e operadoras OTT terão um novo

²⁶ Refere-se a uma operadora de rede que é utilizada apenas para transferir bytes entre a Internet e o cliente.

confronto na questão do domínio da distribuição e da publicidade.

Considerando o primeiro ponto, as operadoras OTT repassam os problemas de distribuição aos proprietários da rede. As provedoras de IPTV investem fortemente na modernização das suas redes para os seus próprios serviços de IPTV, agora também têm de lidar com o tráfego OTT o que implica em investimentos adicionais. De fato, as telcos estão lidando com o dilema de investir na infra-estrutura facilitando para as operadoras OTT a distribuição com QoS (*Quality of Service*), requisito para transmissão profissional de TV. É claro que não será aceito pelas telcos. Existem várias justificativas:

- Filtrar o tráfego OTT e bloquear tráfegos específicos para oferecer maior qualidade. No entanto, filtrar o tráfego OTT significa violar os chamados princípios neutralidade de rede, ou seja, bloqueando tráfego de terceiros para favorecer seus próprios serviços. Isso poderia levar à intervenção de órgãos reguladores.
- Criar parcerias com provedores de OTT a fim de criar novos acordos relacionados aos custos.
- Abrir a plataforma IPTV para o conteúdo das OTT tornando-os fornecedores de serviços separados dos canais IPTV. Isso permite uma receita maior.

E o segundo ponto, envolve todos os relacionamentos na área de publicidade e as possibilidades que a Internet oferece para atingir o público eficientemente. A ITV é paga basicamente pela publicidade. A publicidade na IPTV também se tornará imensamente importante para as telcos financiarem seus conteúdos ao passo em que os clientes não esperam pagar por ele. Em 2007, o *Institute for Business Value* da IBM acompanhou uma pesquisa com consumidores para avaliar as mudanças de comportamento. Um número de questões era relacionado à publicidade e os resultados indicaram que em todos os países envolvidos o desejo era assistir propagandas antes ou depois de um vídeo gratuito de boa qualidade.

Na batalha de investimentos em publicidade, ambas as partes oferecem boas possibilidades para propagandas eficientes e efetivas, melhor do que as emissoras tradicionais de TV. Porém as telcos parecem ter as melhores qualidades; qualidades que os anunciantes vêem com grande valor. Em primeiro lugar, com a capacidade de suas redes, as telcos são capazes de controlar as propagandas a ponto de decidir para quem vai e acompanhá-la com eficiência. As telcos têm uma vasta coleção de dados de consumidores, que podem ser utilizados para criar perfis, incluindo padrões de acesso de conteúdo e talvez hábitos de compra. Eles podem combinar estes dados com a habilidade de identificar a

localização individual dos usuários e oferecer promoções de sua região. As parcerias entre telcos podem combinar dados de serviços de redes fixas, wireless e outras. As telcos estão bem posicionadas para oferecer uma nova experiência de publicidade: em qualquer lugar, em qualquer dispositivo e em qualquer hora.

Durante o curto prazo, a Internet TV não representa uma ameaça real para os provedores de IPTV. A IPTV tem uma clara possibilidade para estabelecer uma forte posição neste mercado antes da resolução de problemas relativos à qualidade de imagem e facilidade de utilização da Internet TV. Mas depois disso, a situação pode mudar. Em especial quando a Internet TV move-se para o aparelho de TV, a ITV pode representar uma ameaça maior para a IPTV.

Tudo isso abrange assistir vídeos da Internet na TV. A iniciativa Apple TV ilustra isso. Mais e mais indústrias de equipamentos eletrônicos estão trabalhando no desenvolvimento de novos aparelhos de TV para que o acesso à Internet seja possível. A Sony, por exemplo, está trabalhando para lançar ao público um adaptador de rede para assistir *clips* da web em sua HDTV (*High Definition Television*). É apenas uma questão de tempo para que o acesso à Internet seja um dispositivo padrão embutido no aparelho de TV. Este é um marco essencial a partir da perspectiva do consumidor, o que torna muito mais fácil para ele.

Por outro lado, uma parceria entre IPTV e operadoras OTT não é improvável:

- As telcos podem disponibilizar o conteúdo das OTT como parte dos seus serviços de IPTV;
- As provedoras OTT podem tirar proveito dos provedores de IPTV, que lhes fornece uma maior garantia em termos de qualidade, controle sobre a distribuição e *feedback* em relação aos volumes, quantidade de visualização e comportamento do telespectador;
- As telcos podem usar o canal da OTT para recolher dados adicionais do cliente para conhecer seus hábitos e melhorar a publicidade segmentada.

Na verdade, nós já estamos vendo este tipo de iniciativas. Algumas empresas de telecomunicações estão trazendo para a Internet seus próprios aplicativos, tais como a Verizon com o YouTube e a BT com Podshow. Elas conseguem oferecer uma extensão do seu ambiente fechado da IPTV. Muitos fornecedores irão oferecer sua própria ITV em paralelo a esta, possivelmente orientados para outros segmentos, tirando proveito da marca, reconhecimento, relações e distribuição de conteúdos em ambos os canais. BT Vision, que é uma plataforma IPTV também é um portal web para *download* de arquivos *on-demand* e para compra de DVDs, é um exemplo disto.

A ITV viabilizada por operadoras OTT é visto como uma ameaça para os fornecedores de IPTV. Mas, como a largura de banda e QoS estão se tornando menos um problema, as operadoras OTT irão evoluir cada vez mais para fornecedores maduros de televisão *on-line*, ao vivo e de alta definição. O Joost, o Hulu, o Babelgum e outros estão no topo do *iceberg*. Mais empresas deste tipo vão surgir. Eles irão obter financiamento e, em seguida, lutar por clientes e anunciantes. No final, a luta será encontrar um sólido modelo de negócio. Ao mesmo tempo, a IPTV vai amadurecer e encontrar formas e abordagens para ser bem sucedido. Provavelmente há espaço tanto para IPTV e ITV, cada um abordando um determinado segmento de consumidor, bem como a possibilidade de algum tipo de parceria também é válida.

Autorizo a reprodução xerográfica para fins de pesquisa.

São José do Rio Preto, 31 / 01 / 2009

Barbara B. De Franco

Assinatura