



COPPE/UFRJ

ARQUITETURA E SERVIÇOS PARA EAD NO SBTVD COM ESCALABILIDADE

Carlos Otávio Schocair Mendes

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia Elétrica.

Orientador: Aloysio de Castro Pinto Pedroza

Rio de Janeiro
Agosto de 2010

ARQUITETURA E SERVIÇOS PARA EAD NO SBTVD COM
ESCALABILIDADE

Carlos Otávio Schocair Mendes

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE)
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA ELÉTRICA.

Examinada por:

Prof. Aloysio de Castro Pinto Pedroza, D.Sc.

Prof. Jorge Lopes de Souza Leão, D.Sc.

Prof. Antonio Carneiro de Mesquita Filho, D.Sc.

Prof. Marcelo Gonçalves Rubinstein, D.Sc.

Prof. Karla Tereza Figueiredo Leite, D.Sc.

Prof. Sergio Ferreira do Amaral, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
AGOSTO DE 2010

Mendes, Carlos Otávio Schocair

Arquitetura e Serviços para EAD no SBTVD com Escalabilidade/Carlos Otávio Schocair Mendes. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

XIX, 150 p.: il.; 29,7cm.

Orientador: Aloysio de Castro Pinto Pedroza

Tese (doutorado) – UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia Elétrica, 2010.

Referências Bibliográficas: p. 112 – 122.

1. Escalabilidade. 2. SBTVD. 3. EAD. 4. Objetos de Aprendizagem. 5. AVA Distribuído. 6. Tutoria Hierárquica. I. Pedroza, Aloysio de Castro Pinto. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Elétrica. III. Título.

*A minha mãe, esposa e filho pelo
tempo em que fiquei ausente.
Ao meu pai (in memoriam) pelos
ensinamentos e incentivo aos
estudos.*

Agradecimentos

Gostaria de agradecer o apoio e o incentivo, em especial ao Prof. Leão, Ana Paula, Edu, João, Nelson, Orlando, Renato Mauro, Washington e aos colegas da Coordenação de Informática do CEFET-RJ, por possibilitarem meu afastamento parcial durante o período da pesquisa.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

ARQUITETURA E SERVIÇOS PARA EAD NO SBTVD COM ESCALABILIDADE

Carlos Otávio Schocair Mendes

Agosto/2010

Orientador: Aloysio de Castro Pinto Pedroza

Programa: Engenharia Elétrica

A TV está presente em 95,7% dos lares brasileiros, mostrando ser um instrumento de comunicação de massa importante, diante da proposta do Governo Brasileiro de promover a inclusão social por meio de cursos, usando a TV Digital interativa. Por outro lado, um número excessivo de usuários poderia comprometer o funcionamento do sistema, tornando o problema não escalável. Durante o desenvolvimento deste trabalho foram discutidas as formas de viabilizar o Ensino a Distância, utilizando como tecnologia o Sistema Brasileiro de TV Digital. Nesta pesquisa foram estudadas as tecnologias envolvidas e, como contribuição, são apresentadas uma arquitetura e um modelo de atendimento escaláveis.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

ARCHITECTURE AND SERVICES FOR SCALABLE DISTANCE LEARNING
BASED ON THE SBTVD

Carlos Otávio Schocair Mendes

August/2010

Advisor: Aloysio de Castro Pinto Pedroza

Department: Electrical Engineering

Television is present in 95,7% of brazilian households, proving to be an important instrument of mass communication, given the brazilian government project to promote social inclusion through courses using interactive Digital TV. Nevertheless, an excessive quantity of users could adversely affect the operation of the system, making it a non scalable problem. During the development of this thesis, it was discussed how to make distance learning easier, using as the core technology the Brazilian Digital TV System. The technologies involved were studied in this research and, as a contribution, a scalable architecture and service model was presented.

Sumário

Lista de Figuras	xii
Lista de Tabelas	xv
Lista de Abreviaturas	xvi
1 Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Descrição do Problema	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivos Gerais	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 Metodologia	5
1.4.1 Observação	5
1.4.2 Modelagem	6
1.4.3 Experimento	6
1.4.4 Estudo de caso	6
1.5 Contribuições da Tese	7
1.6 Artigos do Autor Aceitos Durante a Tese	7
1.7 Organização da tese	8
2 Fundamentos da TV Digital	10
2.1 Histórico da TV Analógica	10
2.2 Histórico da TV Digital	11
2.3 Tecnologia da TV Digital	13
2.3.1 Arquitetura do Sistema	14
2.3.2 Carrossel	15
2.3.3 <i>Middleware</i>	17
2.3.4 <i>Set-Top Box</i>	17
2.3.5 Canal de Interatividade	18
2.4 Padrões de TV Digital	20
2.5 A Importância da Interatividade	21

2.6	O Sistema Brasileiro de TV Digital	23
2.6.1	Aspectos diferenciados do GINGA	25
2.7	Outras tecnologias de TV Digital e assemelhadas	26
2.7.1	TV Digital via cabo e satélite	26
2.7.2	IPTV	26
2.7.3	webTV	27
2.7.4	p2pTV	27
2.7.5	TV Digital terrestre <i>versus</i> outras tecnologias analisadas . . .	27
2.8	Aplicações do SBTVD - estado da arte	27
2.8.1	Experiências de Campo com o STB	29
2.9	Usabilidade	32
2.9.1	Acessibilidade	35
3	Fundamentos do Ensino a Distância (EAD)	37
3.1	Histórico	37
3.2	Técnicas de EAD	40
3.3	As Tecnologias de Informação e Comunicação	43
3.4	Padrões de Qualidade na EaD	50
3.5	Aplicações de EAD na TVD	51
4	Objetos de Aprendizagem	54
4.1	Conceito de Objeto de Aprendizagem Reutilizável	54
4.2	Tipos de Formatos	55
4.2.1	<i>Learning Object Metadata</i> (LOM)	55
4.2.2	<i>Sharable Content Object Reference Model</i> (SCORM)	56
4.2.3	MPEG-7	57
4.3	Ontologia	57
4.4	<i>Lightweight Directory Access Protocol</i> (LDAP)	58
4.5	Tecnologia <i>Web Service</i> (WS)	60
4.5.1	<i>Universal Description, Discovery and Integration</i> (UDDI) . . .	60
4.5.2	<i>Web Services Description Language</i> (WSDL)	61
4.5.3	<i>Simple Object Access Protocol</i> (SOAP) x <i>JavaScript Object Notation</i> (JSON)	61
5	A TV Digital como Recurso de EAD através de uma Arquitetura Escalável	63
5.1	Descrição da Arquitetura	63
5.2	Trabalhos Relacionados	65
5.3	O <i>Learning Management System</i> Distribuído	66
5.3.1	Cursos Nacionais	67

5.3.2	Cursos Regionais	72
5.4	Acesso ao <i>Learning Management System</i> Distribuído via Set-Top Box	77
5.5	Ontologia Proposta para Objetos de Aprendizagem na TV Digital	78
5.6	Objeto de Aprendizagem no LDAP Distribuído	78
5.7	Forma de Inserção dos Objetos de Aprendizagem no LDAP Baseado na Ontologia da TV Digital	80
5.8	Acesso Direto ao Objeto de Aprendizagem via Set-Top Box	80
6	Um Modelo Hierárquico de Tutores Objetivando a Escalabilidade	83
6.1	Definição do Modelo	83
6.2	Trabalhos Relacionados	85
6.3	Modelagem	86
6.3.1	Processo de Nascimento e Morte	87
6.3.2	Processo Poisson	88
6.3.3	Fila M M m K	89
7	Resultados	92
7.1	Demonstração da Viabilidade da Arquitetura SiGAD Através da Prova de Conceito	92
7.1.1	Implementação do Repositório Distribuído OATVD	92
7.1.2	A Implementação no Moodle de Forma Distribuída	93
7.1.3	Implementação do <i>Web Service</i> webSTB	94
7.1.4	Aplicações Clientes webSTB no <i>Set-top Box</i> Virtual	96
7.2	Aplicação do Modelo de Tutoria Hierárquica	98
7.2.1	Estudo de caso	98
7.2.2	O Cenário do Questionário EaDTV	99
7.2.3	Resultados do Questionário	101
7.2.4	Análise Crítica dos Dados do Questionário	101
7.2.5	Simulação	105
7.3	Dificuldades Encontradas	107
8	Considerações Finais	110
8.1	Conclusão	110
8.2	Trabalhos Futuros	110
	Referências Bibliográficas	112
A	Representação da Ontologia OATVD no Formato OWL	123
B	Dicionário de Dados do OATVD	136

C	Esquema OATVD no OpenLDAP	139
D	Questionário EaDTV	146

Lista de Figuras

1.1	Percentual de Alcance das Mídias no Brasil.	2
2.1	Diagrama de Blocos da TV Digital Terrestre	14
2.2	Multiplexador com o Fluxo MPEG2-TS [1, p. 94]	15
2.3	Carrossel de Dados [1, p. 112]	16
2.4	Modelo de Camadas de <i>Software</i> e <i>Hardware</i>	17
2.5	Diagrama Básico do Set-Top Box	18
2.6	Controle Remoto Sugerido na NBR15606-1 [2, p. 50]	19
2.7	Arquitetura Básica do GINGA	24
2.8	Aplicação Usando Múltiplos Dispositivos [3, p. 276]	26
2.9	Primeiro Aplicativo Desenvolvido pelo Grupo Telemidia [4]	28
2.10	Aplicação utilizando Canal de Interatividade [4].	29
2.11	Exemplo do EPG da TV por Assinatura SKY	30
2.12	Portal de Interatividade do SBT no Ar	31
2.13	Leiaute para Projeto de Tela.	33
2.14	Trilha de Navegação	34
2.15	Aproveitamento da tela no 16:9	34
3.1	Número de Instituições e Cursos Superiores na Modalidade EAD no Brasil	39
3.2	Número de Alunos Ingressantes em Cursos Superiores na Modalidade EAD no Brasil	40
3.3	Ciclo de Vida de Concepção do Curso usando a TV Digital	42
3.4	AVA Moodle	44
3.5	AVA TelEduc	44
3.6	AVA Amadeus - Plataforma web [5]	45
3.7	AVA Amadeus - Plataforma Dispositivos Móveis [5]	45
3.8	Tela AVA do AulaNet [6]	46
3.9	AVA Blackboard	46
3.10	Convergência de Mídias [7]	51
3.11	Programa <i>SOS Teacher</i>	52

3.12	Interfaces do Projeto SAPSA [8]	52
3.13	Interfaces do Projeto Amadeus para TVD [9]	52
3.14	Tela da Aplicação da Ferramenta Educacional Leitor de RSS	53
4.1	Exemplo de Estrutura do LDAP	58
4.2	Arquitetura do <i>Web Service</i>	60
5.1	Representação Multicamada SiGAD	64
5.2	Arquitetura do SiGAD	65
5.3	<i>LMS Distribuído</i>	66
5.4	Janela de Programação da TV	67
5.5	Diagrama de Caso de Uso - Administrador Nacional de TI	69
5.6	Diagrama de Caso de Uso - Administrador Nacional de EAD	70
5.7	Diagrama de Caso de Uso - Coordenador de Curso Nacional	70
5.8	Diagrama de Caso de Uso - Professor Nacional de Curso	71
5.9	Diagrama de Caso de Uso - Administrador Regional de TI	73
5.10	Diagrama de Caso de Uso - Administrador Regional de EAD	74
5.11	Diagrama de Caso de Uso - Coordenador Regional	74
5.12	Diagrama de Caso de Uso - Professor Regional	75
5.13	Diagrama de Caso de Uso - Tutor	76
5.14	Diagrama de Caso de Uso - Aluno	77
5.15	Tela do Protégé com o OATVD	79
5.16	Diagrama de classes OATVD	79
5.17	Tela do phpLDAPadmin no modo inserção de OA	81
5.18	Diagrama de Estados Aplicação do STB	82
6.1	Tutoria em Níveis	84
6.2	Diagrama de Estados da Fila M M m K	90
7.1	Estrutura em Árvore do OATVD Distribuído	93
7.2	Estrutura em Árvore do LMS Distribuído	94
7.3	Código do webSTB - Classe Menu	95
7.4	Código do webSTB - Classe Search	95
7.5	Tela do controlador.lua - Menu do OA	96
7.6	Código da Função <code>getMenu</code> do <code>controlador.lua</code>	97
7.7	Código da Função <code>getSearch</code> do <code>controlador.lua</code>	97
7.8	Tela do <code>controlador.lua</code> - Resultado da Busca do OA	98
7.9	Perfil dos Tutores	106
7.10	Atividade Síncrona - Tempo Médio Estimado pelos Tutores	107
7.11	Atividade Assíncrona - Tempo Médio Estimado pelos Tutores	108
7.12	Modelo de Fila M M m K para Qualquer nível	108

D.1	Tela Inicial do Questionário	146
D.2	Tela de Boas Vindas	147
D.3	Tela de Identificação do Sexo	147
D.4	Tela da Idade do Entrevistado	147
D.5	Tela Referente a Titulação Máxima	148
D.6	Tela de Área de Formação do Tutor	148
D.7	Tela da Experiência do Tutor	148
D.8	Tela sobre Área de Atuação do Tutor	149
D.9	Tela sobre o Tempo de Atendimento aos Alunos para o Curso Técnico na Área de Saúde	149
D.10	Tela Explicativa sobre o Tempo de Atendimento aos Alunos nas ati- vidades Síncronas e Assíncronas	149
D.11	Tela sobre o Tempo de Atendimento aos Alunos para o Curso de Especialização na Área de Saúde	150

Lista de Tabelas

2.1	Cronologia da TV Digital no Brasil - Principais Acontecimentos. . . .	12
2.2	Comparação dos Sistemas de TV Digital com as Respectivas Tecnologias	21
2.3	Comparação entre os Sistemas de TV Digital SBTVD e ISDB	23
2.4	Comparativa API GEM x JavaDTV	25
2.5	Comparativo entre TVD-R x Outras Tecnologias	28
4.1	Hierarquia da OID no LDAP	59
4.2	Comparativo dos Códigos SOAP x JSON - Requisição do Cliente. . .	61
4.3	Comparativo dos Códigos SOAP x JSON - Resposta do Provedor de Serviços.	62
7.1	Cenário - Educação Informal	101
7.2	Cenário - Educação Formal - Técnico - Humanas	101
7.3	Cenário - Educação Formal - Técnico - Exatas	101
7.4	Cenário - Educação Formal - Técnico - Saúde	102
7.5	Cenário - Educação Formal - Graduação - Humanas	102
7.6	Cenário - Educação Formal - Graduação - Exatas	102
7.7	Cenário - Educação Formal - Especialização - Humanas	103
7.8	Cenário - Educação Formal - Especialização - Saúde	103
7.9	Cenário - Educação Formal - Mestrado - Humanas	103
7.10	Cenário - Unificado e Parametrizado	105
7.11	Resultado da Simulação do Número de Tutores (m)	109
B.1	Classe Objeto de Aprendizagem - Pai	137
B.2	Classe Objeto de Aprendizagem - Áudio	137
B.3	Classe Objeto de Aprendizagem - Imagem	137
B.4	Classe Objeto de Aprendizagem - <i>Software</i>	138
B.5	Classe Objeto de Aprendizagem - Texto	138
B.6	Classe Objeto de Aprendizagem - Vídeo	138

Lista de Abreviaturas

ABERT	Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão, p. 4
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas, p. 11
ADL	<i>Advanced Distributed Learning</i> , p. 56
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações, p. 1
ASP	Active Server Page, p. 60
ATSC	<i>Advanced Television Systems Committee</i> , p. 11
BBC	<i>British Broadcast Corporation</i> , p. 10
CAPES	Coordenação de Pessoal de Nível Superior, p. 7
CEFET-RJ	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, p. 30
CODEC	codificador/decodificador, p. 14
CPqD	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações, p. 12
DNS	<i>Domain Name System</i> , p. 58
DVB	<i>Digital Video Broadcasting</i> , p. 11
EAD	Ensino a Distância, p. 1
EA	Elementos de Aprendizagem, p. 54
EBC	Empresa Brasil de Comunicação, p. 12
EPG	Guia Eletrônico de Programação, p. 18
EaD	Educação a Distância, p. 8
FCFS	<i>First Come First Served</i> , p. 86

FTP	<i>File Transfer Protocol</i> , p. 60
GUI	Interface Gráfica com o Usuário, p. 18
IANA	<i>Internet Assigned Numbers Authority</i> , p. 59
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, p. 1
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> , p. 55
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, p. 39
ISDB-T	Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial, p. 12
ISDB	<i>Integrated Services Digital Broadcasting</i> , p. 11
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i> , p. 61
LDAP	<i>Lightweight Directory Access Protocol</i> , p. 58
LIBRAS	Língua Brasileira de Sinais, p. 35
LMS	<i>Learning Management System</i> , p. 2
LOM	<i>Learning Object Metadata</i> , p. 55
MEC	Ministério da Educação, p. 11
MPEG	<i>Motion Picture Experts Group</i> , p. 57
Moodle	<i>Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment</i> , p. 43
NCL	<i>Nested Context Language</i> , p. 6
NIED	Núcleo de Informática Aplicada à Educação, p. 44
OAR	Objeto de Aprendizagem Reutilizável, p. 54
OATVD	Ontologia de Objetos de Aprendizagem para TV Digital, p. 78
OID	Identificador de Objetos, p. 59
OWL	<i>Web Ontology Language</i> , p. 58
PHP	<i>PHP: Hypertext Preprocessor</i> , p. 6
PLC	<i>Power Line Communications</i> , p. 20

RDFS	<i>Resource Description Framework Schema</i> , p. 57
RDI	Receptor Digital Integrado, p. 29
RNP	Rede Nacional de Pesquisas, p. 65
RSS	<i>Really Simple Syndication</i> , p. 53
SAP	Programa Secundário de Áudio, p. 35
SBTVD	Sistema Brasileiro de TV Digital, p. 1
SB	<i>Storyboard</i> , p. 41
SCORM	<i>Sharable Content Object Reference Model</i> , p. 56
SEED	Secretaria de Educação a Distância, p. 11
SGA	Sistema de Gerenciamento de Aprendizado, p. 2
SMTP	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i> , p. 60
SOAP	<i>Simple Object Access Protocol</i> , p. 61
STB	<i>Set-Top Box</i> , p. 3
SiGAD	Sistema de Gerenciamento de Aprendizado Distribuído, p. 63
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação, p. 6
TI	Tecnologia da Informação, p. 68
TVDI	TV Digital Interativa, p. 50
TVD	TV Digital, p. 13
TVE	TV Educativa, p. 11
UDDI	<i>Universal Description, Discovery and Integration</i> , p. 60
UFPB	Universidade Federal da Paraíba, p. 28
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco, p. 52
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina, p. 43
UIT	União Internacional de Telecomunicações, p. 11
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas, p. 44

UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá, p. 6
UNOPAR	Universidade Norte do Paraná, p. 5
URD	Unidade Receptora-Decodificadora, p. 3
W3C	<i>World Web Consortium</i> , p. 57
WSDL	<i>Web Services Description Language</i> , p. 61
WS	<i>Web Service</i> , p. 54
XML	<i>eXtensible Markup Language</i> , p. 17

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo serão vistas a motivação para a escolha do tema desta tese, a caracterização do problema da escalabilidade no uso do Ensino a Distância na TV Digital, os objetivos da pesquisa e a metodologia usada para a sua elaboração. Também serão vistas a estrutura da organização utilizada para a descrição da pesquisa e os artigos do autor aceitos durante o andamento do trabalho.

1.1 Motivação

A TV, segundo pesquisa do IBGE em 2009, [10] estava presente em 95,7% dos lares brasileiros (fig. 1.1), podendo servir como instrumento de comunicação de massa para promoção do Ensino a Distância (EAD).

Esta tese estuda a aplicação EAD na TV Digital com interatividade, apresentando soluções tanto para o problema da escalabilidade, sob o ponto de vista tecnológico da arquitetura da TV Digital, como também sob a ótica dos recursos humanos necessários para o bom andamento de um curso nessa modalidade.

Com o Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD), o governo federal espera atender o maior número de lares, tornando-o um meio de comunicação importante na promoção da inclusão social por meio de cursos a distância.

A proposta do governo consiste em promover também o acesso à Internet através da TV. Com isto, torna-se necessária a implantação do canal de interatividade ou retorno.

A ANATEL refez as metas de universalização dos serviços de telefonia, trocando a expansão dos pontos de telefonia fixa por pontos de acesso à Internet. As operadoras de telecomunicações estão entregando esses pontos às prefeituras, para distribuição em locais públicos acessíveis à população carente em geral [11].

Acredita-se que, em cerca de 5 anos, a quase totalidade dos municípios do Brasil

tenham Internet com banda larga¹, ainda que limitada, possibilitando o incremento do canal de retorno, elemento necessário para a interatividade plena na TV Digital e acesso à Internet, atingindo as camadas mais pobres da população. Com este canal seria possível, através da TV, o aluno enviar os exercícios solicitados na teleaula, por exemplo.

A facilidade no manuseio da TV em relação ao computador, por essas camadas, é outro fator importante a ser considerado como determinador da aprendizagem, minimizando dificuldades com relação ao instrumento a ser usado para sua fixação.

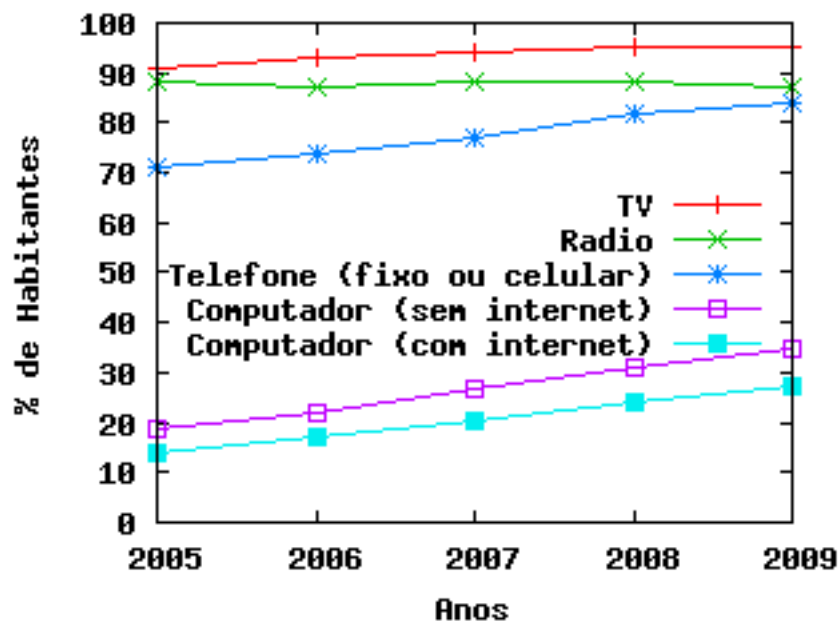


Figura 1.1: Percentual de Alcance das Mídias no Brasil.

O EAD vem crescendo ao longo dos anos. Dados da Associação Brasileira de Educação a Distância ABED [12], ano base 2008, referentes à educação superior, apontam para 215 Instituições de Ensino Superior em funcionamento, com um total de cerca de 2.020.652 alunos matriculados nas diversas instituições de ensino.

No sistema atual de EAD via rede de computadores, a administração dos cursos é centralizada, realizada através de um Sistema de Gerenciamento de Aprendizado (SGA) ou, em inglês, *Learning Management System* (LMS) [13, 14] e os cursos podem ser ministrados dentro ou fora da sede da instituição [15], em unidades chamadas de polos.

Neste caso, para assistir às aulas via internet, é necessário um computador e banda larga para assistir vídeos diretamente do *site* na internet ou enviar e receber arquivos através do LMS.

¹A banda larga considerada no texto é o acesso dedicado a Internet sem conexão discada (contínuo) e com velocidade superior à oferecida na conexão discada por linha telefônica.

Algumas instituições utilizam a teleconferência via satélite, transmitida em *broadcast*, como meio nas aulas presenciais nos polos. O retorno da interação com o aluno no polo é feito através da internet, utilizando correio eletrônico ou bate-papo.

Esses polos são dependentes da sede e, se considerarmos um universo muito grande de alunos matriculados em cursos acessando de forma simultânea, este problema pode não ser escalável, tanto sob o ponto de vista de rede (largura de banda, sistema centralizado, um nó para vários), como também em função de recursos humanos (professor e tutores).

A Fundação Roberto Marinho [16], por exemplo, oferece cursos pela TV como o projeto Telecurso 2000. Neste sistema podem ser atendidos vários alunos de forma simultânea, porém, no caso de dúvidas, o aluno deverá tirá-las com monitores locais, caso esteja assistindo através da telessala, ou via correio eletrônico ou carta. A TV analógica não permite recursos de interatividade utilizando o próprio equipamento de TV.

Sob o ponto de vista da transmissão, ela é feita por difusão (*broadcast*). Todos recebem o mesmo conteúdo, sem limites de acesso, desde que o sinal de TV alcance a localidade onde o aluno deseja assistir ao curso, sendo, portanto, uma solução escalável.

A TV Digital proporciona recursos interativos através do canal de interatividade [17], que é acoplado ao Conversor de TV Digital, chamado também de Unidade Receptora-Decodificadora (URD) [18] ou, em inglês, *Set-Top Box* (STB)², ligado à TV do usuário.

Diante desta perspectiva, o EAD na TV Digital surge como uma alternativa importante, sobretudo nas camadas sociais mais pobres, com a possibilidade de criação de cursos de capacitação, os quais o aluno poderia acompanhar e com eles interagir, através da própria TV, com o emissor de conteúdo ou um tutor *online* para tirar dúvidas, além de fazer exercícios interativos durante e depois da aula.

Para a realização do curso, é necessário um suporte tecnológico por parte das geradoras de TV e das instituições de ensino até o aluno.

Serão apresentadas, nesses trabalhos uma arquitetura e serviço escaláveis que permitam a inclusão do maior número de alunos nos cursos na modalidade EAD usando a TV Digital.

1.2 Descrição do Problema

O Brasil, com a extensão territorial de 8.514.876,599 Km² e uma população estimada em 183.987.291 habitantes, segundo o censo de 2007 do IBGE [19], possui 26 estados

²Este termo é mais utilizado no meio acadêmico e técnico, portanto, será utilizado nesta tese.

e um Distrito Federal. Isso implica mecanismos de geração e retransmissão para distribuição do sinal de TV, alcançando todo este público.

O sistema de TV Analógica, segundo a Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão (ABERT) [20], é distribuído por 458 geradoras de TV, espalhadas pelas regiões do País.

Esta infraestrutura pode ser utilizada para o EAD, contudo, existem problemas de ordem tecnológica. Manter a consistência do Curso na modalidade EAD não é tarefa fácil. As afiliadas³ retransmitem o sinal da emissora principal e, considerando um curso a ser ministrado para todo o território nacional, haveria problemas de escalabilidade como:

- definição de conteúdo único ou se existirão cursos por regiões;
- no caso de cursos com conteúdo único, existe a necessidade de definição de recursos de *hardware*, *software* e de pessoal para atendimento a toda a demanda;
- considerando que o aluno/telespectador deverá interagir com o emissor de conteúdo através do canal de interatividade, seus recursos devem ser garantidos.

Espera-se que determinados cursos de interesse social, oferecidos pela TV Digital, por exemplo, tenham uma demanda intensa de alunos. Em decorrência, seria necessário garantir a continuidade dos serviços de redes, para dar suporte ao canal de interatividade e servidores que permitam esse acesso concorrente.

Considerando ainda a demanda intensa de alunos, seria necessário determinar o número de tutores para suporte a esses cursos.

Para melhor atendimento e acompanhamento dos alunos com relação ao problema de escalabilidade, esta arquitetura propõe a segmentação dos serviços, por meio de diversas instituições de ensino. Cada instituição ou consórcio seria responsável por uma determinada região, garantindo, assim, condições de escalabilidade no atendimento aos alunos.

Diante deste cenário, esta pesquisa propõe uma Arquitetura e Serviços com escalabilidade, baseados na distribuição de recursos técnicos (*hardware* e *software*) e de recursos humanos por regiões, sendo detalhados ao longo dos capítulos.

1.3 Objetivos

Determinados a motivação e os problemas de escalabilidade envolvendo as relações aluno/telespectador, instituição de ensino com seus tutores/formadores e emissora de TV, são definidos os objetivos gerais e específicos.

³Entenda como afiliada a emissora local associada e que recebe o sinal emissora principal com a programação nacional.

1.3.1 Objetivos Gerais

- Compreender as relações do EAD com a TV Digital, identificando oportunidades, considerando que ainda não existem cursos em funcionamento, propor metodologias para seu funcionamento;
- Estudar a possível interação tutor/aluno, propondo a melhor tecnologia a ser adotada, visando à escalabilidade, garantindo, assim, a continuidade dos serviços na TV Digital.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Estabelecer uma arquitetura para a TV Digital de cursos de EAD e/ou semi-presenciais com escalabilidade na TV Digital, garantindo a continuidade dos serviços com qualidade;
- Estabelecer um modelo de tutoria em níveis que leve em consideração o número de profissionais a serem utilizados neste novo recurso, de forma escalável, considerando a TV como instrumento de comunicação de massa e a consequente expectativa de um grande número de alunos.

1.4 Metodologia

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o assunto, considerando as principais linhas de pesquisas, artigos internacionais e nacionais, livros já consagrados e mais recentes, nas áreas do EAD e da TV Digital.

1.4.1 Observação

Para a observação das metodologias e dos sistemas adotados no EAD, o autor matriculou-se e concluiu dois Cursos de Especialização durante a pesquisa.

O primeiro foi o curso de “Gestão e Organização da Escola”, na UNOPAR, que contribuiu para a visão do sistema de funcionamento do curso como aluno, além de proporcionar maior conhecimento de funcionamento e gestão da escola.

A tecnologia encontrada nos Cursos na modalidade EAD da UNOPAR é descrita como *Ensino Presencial Conectado* [15], que é o sistema que mais se assemelha à TV Digital.

Este sistema consiste na transmissão do sinal de TV Analógica via satélite em *broadcast*. Cada Polo possui uma antena parabólica que capta o sinal, o qual é encaminhado ao receptor e retransmitido, via rede de computadores, para várias salas.

O retorno dos alunos é feito através da internet com um bate-papo via web, intermediado pelo tutor de sala, que encaminha os exercícios colaborativos⁴ e dúvidas dos alunos para a instituição.

O segundo foi o curso de “Design Instrucional para EaD Virtual”, ministrado pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), também na modalidade EAD, permitindo compreender os métodos de concepção de um Curso EAD e as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) que podem ser suportadas nos cursos, bem como os profissionais envolvidos e suas relações com o EAD.

1.4.2 Modelagem

Considerando o estudo inicial do tema e a observação da estrutura de funcionamento dos cursos EAD e a tecnologia da TV Digital envolvida, foram desenvolvidos a arquitetura escalável e o modelo de Tutoria Hierárquica, propostos nesta tese, que serão discutidos nos capítulos 5 e 6.

1.4.3 Experimento

Durante a pesquisa, como prova de conceito, foram desenvolvidas aplicações de suporte a parte do modelo, em três camadas, demonstrando, de forma experimental, a viabilidade da arquitetura proposta usando as linguagens PHP, JAVA, *Nested Context Language* (NCL) [21] e Lua [22].

1.4.4 Estudo de caso

Baseado em vários cenários de Cursos na modalidade EAD, em função do nível de Ensino e da área de conhecimento, buscou-se identificar os tempos de atendimentos para as atividades síncronas e assíncronas. Isto é feito através de pesquisa qualitativa e quantitativa, com uso de questionário, aplicado a tutores de diversos níveis de ensino e áreas de conhecimento, atuantes em instituições de ensino.

O número ótimo de tutores, considerando vários cenários na subseção 7.2.5 do capítulo 7, foi determinado através de simulações baseadas no modelo desenvolvido no capítulo 6. Os valores dos parâmetros do modelo foram obtidos a partir de análise crítica dos dados produzidos, através do questionário aplicado a tutores de cursos EAD.

⁴Exercícios realizados em grupo.

1.5 Contribuições da Tese

A discussão sobre a aplicação das normas no SBTVD e legislação vigentes na TV, apresentando experimentos em laboratório (cap. 2). O desenvolvimento de metodologia para concepção de cursos EAD, estendendo as técnicas de Design Instrucional de EAD para a TVD (seção 3.2).

A definição da Arquitetura e serviços do SiGAD como uma das soluções para o problema da escalabilidade sob o aspecto tecnológico. Este sistema apresenta o conceito do LMS distribuído e a Ontologia para Objetos de Aprendizagem no SBTVD denominado OATVD. E também o uso do LDAP distribuído para armazenamento e consulta de informações dos OAs, bem como os usuários dos LMS distribuídos. Neste sistema também são definidos serviços com a atribuições dos atores deste sistema (cap. 5). O desenvolvimento de uma parte do SiGAD como prova de conceito (seção 7.1).

Outra contribuição da tese é o modelo de tutoria hierárquica que estabelece o atendimento aos alunos por níveis, aumentando a escalabilidade com realização de modelagem matemática (cap. 6).

A pesquisa junto aos tutores visando identificar o tempo médio para atendimento aos alunos (seção 7.2). E também uma simulação para determinar o número ideal de tutores por nível (seção 7.2.5).

1.6 Artigos do Autor Aceitos Durante a Tese

Durante a pesquisa, foram publicados quatro artigos em Congressos e Eventos Científicos e uma aceitação para publicação na Revista da UNICAMP, classificação CAPES Qualis⁵ A2. Uma breve descrição de cada artigo aceito, por ordem cronológica, é apresentada abaixo:

1. *A TV Digital e o EAD Discutindo Alternativas de Ensino*. Publicado nos Anais do 6º ETIC Encontro de Educação e Tecnologias de Informação e Comunicação, em 2008. Faz uma Análise da tecnologia da TV Digital e sua inserção como instrumento na área de Educação. [23]
2. *Uso do RSS como Ferramenta Educacional na TV Digital*. Publicado nos Anais do I Simpósio Internacional da Televisão Digital - SIMTVD, 2009, Baurú-SP. I Simpósio Internacional da Televisão Digital - SIMTVD. Baurú-SP: UNESP, em 2009. Apresenta uma ferramenta de autoria para TV Digital que pode ser usada como aprendizado durante uma teleaula interativa. [24]

⁵Indicador de qualidade para revistas indexadas estabelecido pela Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES) vinculada ao MEC.

3. *A Influência da Afetividade na EaD como Fator de Contribuição para Redução da Evasão*. Publicado nos Anais do ESUD 2009 - VI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância, 2009, São Luis. ESUD 2009 - VI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância. São Luis-MA, em 2009. Faz um estudo baseado em pesquisas associando a Afetividade com a redução de Evasão de alunos em Cursos de EAD. [25]
4. *Uso da TV Digital na Escola Pública Como Ferramenta de Aprendizado*. Publicado nos Anais do Terceiro Congresso Nacional de Extensão Universitária, 2009, Londrina. Terceiro Congresso Nacional de Extensão Universitária. Londrina: UNOPAR, em 2009. Este artigo apresenta uma metodologia para concepção de cursos interativos para a TV Digital. [26]
5. *SiGAD - Sistema de Suporte e Gerenciamento de Aprendizado Distribuído para TV Digital*. ETD: Educação Temática Digital. Aceito em maio/2010 para publicação em Revista Indexada da UNICAMP na edição de janeiro de 2011. Trata sobre a contribuição apresentando a arquitetura escalável para os Cursos de EAD na plataforma da TV Digital e Internet. [27]

Está sendo elaborado um artigo sobre a proposta do Modelo de Tutoria Hierárquica com simulações e resultados descritos nesta tese. Em breve, será submetido a outra revista nacional ou internacional.

1.7 Organização da tese

O restante desta tese está organizado da seguinte forma:

O segundo capítulo traz uma revisão bibliográfica da TV Digital, mostrando a tecnologia e os modelos existentes, problemas e aplicações na área, além de discutir de forma comparativa as outras tecnologias semelhantes à TV por radiodifusão⁶. São apresentados os conceitos de usabilidade e acessibilidade. Apresenta-se também uma retrospectiva histórica desde a TV Analógica até a TV Digital, com sua legislação vigente.

O terceiro capítulo trata do EAD, onde são discutidos o seu histórico e Tecnologias de Informação e Comunicação mais usadas, bem como as técnicas que podem ser aplicadas à TV Digital e padrões de qualidade e legislação de Educação a Distância (EaD) vigentes no Brasil. É apresentada também uma seção com algumas aplicações e o estado da arte.

O quarto capítulo faz uma revisão sobre Objetos de Aprendizagem (OA), com principais conceitos e pesquisas na área. Trata das Ontologias, formas de modelagem

⁶Termo usado para a modalidade de TV que utiliza o ar como meio de transmissão.

e *softwares*, relacionados ao assunto.

No quinto capítulo é apresentada, como contribuição, uma arquitetura escalável de gerenciamento e serviços de EAD na TV Digital, composta de três camadas. É apresentada a contribuição da Ontologia de OA para TV Digital usada na arquitetura. Também é proposta uma metodologia para criação dos cursos EAD, segundo a arquitetura definida.

No sexto capítulo é apresentado o Modelo de Tutoria Hierárquica escalável para atendimento aos alunos, que constitui uma das contribuições.

No sétimo capítulo, são apresentados o aspecto da arquitetura descrita no capítulo e o trecho de códigos e telas, demonstrando a viabilidade do funcionamento da arquitetura com a implementação do acesso do usuário aos objetos de aprendizagem através da TV Digital. São realizadas simulações para determinar o número ótimo de tutores, a partir do modelo desenvolvido no sexto capítulo. São ainda discutidas as principais dificuldades encontradas durante o andamento da tese.

No último capítulo são apresentadas as considerações finais, com a conclusão e as sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Fundamentos da TV Digital

Neste capítulo é mostrada a cronologia do desenvolvimento da televisão desde o início da TV analógica até a TV digital. Em seguida, é visto funcionamento e modelos existentes no mundo, com ênfase no Modelo Brasileiro. Também são mostradas, de forma comparativa, outras tecnologias similares à TV digital terrestre. Também são apresentadas algumas aplicações na TVD e discutidos os tipos de interatividade, a usabilidade e a acessibilidade na TV Digital.

2.1 Histórico da TV Analógica

A primeira emissora de TV analógica por radiodifusão surgiu em 1936 na Inglaterra com a *British Broadcast Corporation* (BBC) transmitindo em P&B, seguida das emissoras na França (1937), na antiga União Soviética (1938) e nos Estados Unidos em 1939 com duas emissoras [28].

Em 1954, surge a TV em cores nos Estados Unidos com diversos canais, permitindo que o usuário pudesse escolher a programação. Desde aquela época, foram surgindo novas tecnologias, como a TV gravada (vídeo *tape*); antes todos os programas eram transmitidos ao vivo. Com o advento da gravação surgem as novelas e outros programas [28].

No Brasil, a TV analógica foi inaugurada em 1950, trazida por Assis Chateaubriand, fundador da TV Tupi em São Paulo. No mesmo ano são autorizadas as concessões da TV Tupi no Rio de Janeiro e da TV Record em São Paulo [28].

Acredita-se que a TV já atingia um milhão e meio de espectadores nas principais capitais do país em 1956. E, em 1960, a TV no Brasil começa a gravar seus programas e conta com cerca de um milhão e oitocentos mil televisores. Outro marco da TV brasileira foi a primeira transmissão em cores em 1972 [28].

Em 1978, é criado pela Fundação Roberto Marinho o Telecurso [16], oferecendo cursos supletivos a distância, utilizando como instrumento principal a TV, inicialmente ofertando cursos de Educação Básica. Em 1995, o projeto passou a

denominar-se Telecurso 2000, atendendo mais de 25 milhões de alunos capacitados em cursos de nível médio e técnico a distância através de teleaulas. Outra iniciativa na área de educação foi o Jornal da Educação da Fundação Roquete Pinto - TV Educativa (TVE), em 1991 e posteriormente denominado programa de Salto para o Futuro, sendo incorporado ao canal TV Escola, mantido pela SEED/MEC (Secretaria de Educação a Distância do Ministério da Educação) [29].

2.2 Histórico da TV Digital

As pesquisas em TV digital iniciaram-se na década de 80, sendo as primeiras transmissões realizadas no mundo em 1996 nos Estados Unidos com o *Advanced Television Systems Committee* (ATSC), sistema Americano. Posteriormente surgiu o Modelo Europeu, em 1997, utilizando o sistema *Digital Video Broadcasting* (DVB). E por último o Modelo Japonês *Integrated Services Digital Broadcasting* (ISDB), desenvolvido na década de 80 e implantado em 2003 [1].

No Brasil, o estudo para definição do modelo de TV Digital iniciou-se oficialmente em 2003, chegando à definição final do Modelo em 2006, utilizando o Modelo Japonês no que diz respeito à sua forma de transmissão e multiplexação do sinal. O modelo Brasileiro SBTVD possui algumas modificações em relação ao modelo Japonês, ressaltando o *Middleware* GINGA e os codificadores/decodificadores.

Em dezembro de 2007, ocorre a primeira transmissão comercial de sinal digital na capital de São Paulo, seguido das cidades de Belo Horizonte (7/04/2008) e Rio de Janeiro (8/04/2008). Até março de 2010, já atingia trinta cidades, segundo dados do Ministério das Comunicações [30].

Em abril deste ano foram publicadas as especificações Java, correspondendo à parte do GINGA-J, norma restante para completar o GINGA. Com este incremento passa a ser considerada o quarto padrão mundial de TV Digital, reconhecido pela União Internacional de Telecomunicações (UIT) sob as normas J.201 em 2009 e J.202 em 2010 da UIT, correspondendo, respectivamente, às normas da ABNT: NBR 15606 - partes 2 e 5 (GINGA-NCL) e NBR 15606 - parte 4 (GINGA-J) [31].

Com a adoção do SBTVD como padrão mundial, espera-se que mais países possam aderir a este padrão e novos fabricantes desenvolvam equipamentos com esta tecnologia. Segundo levantamento realizado em junho de 2010, nove países, além do Brasil, haviam adotado o SBTVD [32].

Os acontecimentos mais importantes que marcaram o SBTVD podem ser observados na tabela 2.1.

Em Cruz [38] existe uma discussão sobre o critério de escolha da TV Digital, que apresenta algumas entrevistas com diversos setores como a Academia, o Governo, a Indústria, se foi técnico ou político. Segundo Cruz [38], existia uma pressão

Tabela 2.1: Cronologia da TV Digital no Brasil - Principais Acontecimentos.

Ano	Descrição	Assunto
2003	Decreto 4.091 de 26/11/2003	Institui o SBTVD e inicia o estudo sobre a definição do modelo [33].
2005	Decreto 5.393 de 10/03/2005	Altera o decreto 4091, dilatando prazo para conclusão do estudo das entidades de pesquisa para 10/12/2005 e define o prazo de 23 meses para a conclusão final do relatório sobre o modelo, após a instalação do Comitê de Desenvolvimento do SBTVD [34].
2006	Decreto 5.820 de 29/06/2006	Adota o modelo de transmissão Japonês - ISDB-T (<i>Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial</i>). Cria os 4 canais de TV: Educação, Cultura, Cidadania e Poder Público. Institui a criação do Fórum SBTVD-T. Término das operações em TV Analógica em 10 anos (29/06/2016) [35].
2006	Portaria Ministério das Comunicações Nº 652 de 10/10/2006	Define prazo escalonado para transmissão do sinal de TV Digital (últimos municípios a entrar em operação em 30/06/2013). Atribui o papel de regulação da ANATEL [36].
2007	MP 398 de 10/10/2007 convertida na Lei 11.652 em 7/04/2008	Cria a Empresa Brasil de Comunicação (EBC) para controle dos canais públicos da TV Digital instituídos pelo Decreto 5.820/2006 [37].
2007	ABNT NBR 15601, 15602, 15603, 15604, 15605, 15606, 15607, 15608, 15609.	Iniciadas em 30/11/2007, atualizadas em 22/08/2008 e 17/04/2009. Estabelece a Norma no SBTVD-T para transmissão, codificação, multiplexação, recepção de sinais, segurança, especificações do <i>Middleware</i> do GINGA-NCL, canal de interatividade e guia de Operação [31].
2007	Primeira transmissão no Brasil em 2/12/2007.	O sinal da TV Digital foi transmitido na cidade São Paulo, seguido das cidades de Belo horizonte e Rio de Janeiro em 7 e 8 abril de 2008, respectivamente.
2010	ABNT NBR 15606-4 em 13/05/2010.	Estabelece as normas para o <i>Middleware</i> do GINGA-J [31].

política para a aceitação do modelo atual. Porém, o governo contra-argumenta esclarecendo que os estudos técnicos foram definidos de acordo com critérios técnicos consolidados através do relatório do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações(CPqD) [18].

O EAD foi fortalecido pelo Decreto 5.820/2006 que estabeleceu a criação de

canais de TV Pública, e pela Lei 11.652/2008, que viabilizou este processo, com a criação da EBC, especialmente o canal de educação, onde poderiam ser ofertados Cursos em EAD. No próprio texto inicial que criou o processo SBTVD, o Decreto Presidencial 4.091/2003, no seu artigo 1, inciso II, estabelece um dos objetivos do SBTVD: “II - *propiciar a criação de rede universal de educação à distância;*” [33].

2.3 Tecnologia da TV Digital

A TV Digital (TVD) possui um sistema de transmissão em *broadcasting*, ou seja, o conteúdo é transmitido simultaneamente para todos os receptores de TV, por meio de radiodifusão, cabo, via satélite, ou ainda por meio de rede de computadores, considerando o IPTV [39].

Como vantagens da TV Digital em relação à Analógica podem ser citadas:

- diversas aplicações - além da T-educação, T-saúde, T-comércio, T-banco, T-governo e T-jogos [40].
- interatividade - por intermédio do uso do canal de retorno o telespectador pode interagir com o emissor de conteúdo;
- ambiente de multiprogramação - possibilidade de assistir a mais de uma programação dentro do mesmo canal físico ou mesmo assistir a um determinado evento com imagens provenientes de diversas câmeras, simultaneamente;
- mobilidade - é possível instalar TV em equipamentos móveis (ônibus, carros de passeio), sem interferências e também em dispositivos portáteis, como celulares com receptores de TV incorporados e TV miniaturizada, utilizando o padrão *one-seg*¹;
- razão da tela - 4:3 (uso na TV Analógica e Digital) ou 16:9 (somente na TV Digital), representado pela largura:altura;
- resolução padrão *one-seg* - uso obrigatório para as resoluções 160 x 120 px² razão 4:3, 160 x 90 razão 16:9, 320 x 240 razão 4:3, 320 x 180 razão 16:9 e 352 x 288 razão 4:3 [41];
- resolução padrão *full-seg*³ - uso obrigatório para as resoluções 720 x 480px na razão 4:3 e 16:9, 1280 x 720px razão 16:9 e 1.920 x 1.080px razão 16:9 [41];

¹Utiliza 1 segmento na faixa central da frequência destinada ao canal sintonizado. Uso em receptor de TV digital portátil e normalmente móvel.

²A resolução na TVD é definida por *px* - *pixels*.

³Utiliza os 12 segmentos da faixa de frequência destinada ao canal sintonizado. Uso em receptor de TV digital fixa.

- som - com qualidade de CD e DVD com 2 ou 5.1 canais [1];
- ausência de interferências - imune a interferências causadas por canais vizinhos, permitindo maior aproveitamento do espectro (cada canal físico ocupa 6 MHz). No caso da TV analógica, não era possível utilizar canais vizinhos.

2.3.1 Arquitetura do Sistema

O Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD) utiliza o meio de radiodifusão terrestre⁴ para propagação do sinal da TVD. Por isso, em muitos artigos e textos técnicos, é encontrada a sigla SBTVD-T, incluída a letra “T”. A TVD pode ser dividida em blocos, conforme a figura 2.1.

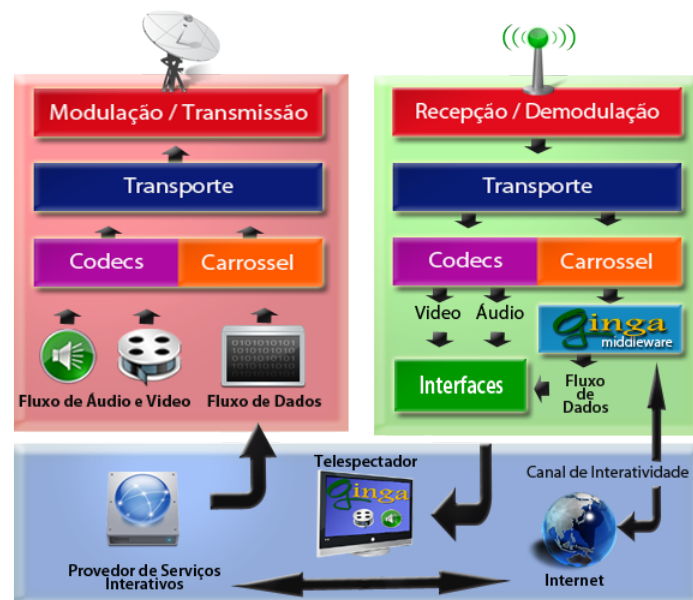


Figura 2.1: Diagrama de Blocos da TV Digital Terrestre

A definição do funcionamento de cada bloco é válida para qualquer sistema de TV Digital terrestre descrita a seguir:

- codificador/decodificador (CODECs) de áudio e vídeo - o codificador corresponde à codificação e à compactação dos fluxos elementares de áudio e vídeo, no lado do transmissor, e o decodificador produz o caminho inverso no lado receptor. Cada padrão de TVD determina o algoritmo do CODEC a ser usado;
- *datacasting* - também chamado de fluxo de dados, corresponde às aplicações que são transmitidas e permitem a interatividade;

⁴Existem discussões de adotar o padrão SBTVD para outros meios como por exemplo a IPTV, ainda é possível estender este sistema para cabo e satélite.

- multiplexação/demultiplexação de Transporte - permite que os fluxos elementares (áudio, vídeo e *datacasting*) agrupados por serviço ou programa⁵, sejam unificados em único fluxo de transporte e encaminhados ao transmissor, conforme figura 2.2. No lado do receptor são recebidos pelo demodulador e demultiplexados, ou seja, o fluxo de transporte é novamente dividido nos seus fluxos elementares (áudio, vídeo e *datacasting*);
- modulador/demodulador e transmissor/receptor - na modulação prepara o sinal multiplexado de acordo com a frequência base ou portadora (canal) da emissora de TV. No transmissor o sinal modulado da TV Digital é amplificado e enviado por radiodifusão;
- receptor/demodulador - no lado do receptor o sinal digital é captado pela antena e sintonizado de acordo com seleção da frequência (canal) escolhida pelo telespectador. No demodulador retira-se a frequência da portadora da informação e o sinal contendo somente a informação passa ao demultiplexador;
- interfaces - representam as saídas para a Televisão. Recebem os sinais provenientes do decodificador de áudio e decodificador de vídeo. Outras interfaces possíveis são: controladora USB, que permite a inclusão de dispositivos periféricos externos, como teclado e *mouse*, e também atua como porta de entrada para atualização de *software*; o canal de interatividade, que é conectado através da interface *ethernet*, que se interliga ao módulo do *Middleware*.

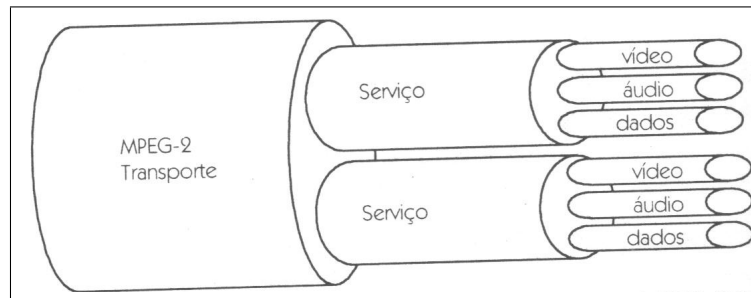


Figura 2.2: Multiplexador com o Fluxo MPEG2-TS [1, p. 94]

Os módulos carrossel e *Middleware*, devido à sua importância nesta tese, serão apresentados nas seções subsequentes, separadamente.

2.3.2 Carrossel

Método usado para envio das aplicações no lado do transmissor e recebimento das aplicações no lado do receptor. Neste método a aplicação é enviada/recebida de

⁵Serviço ou programa corresponde a um canal virtual que pode ser entendido como um subcanal com programação diferente para o caso de multiprogramação ou um mesmo canal, mas com várias cenas transmitidas simultaneamente.

forma cíclica, de tal sorte que o telespectador, ao sintonizar o canal de TV naquele momento, receberá a aplicação e, caso ocorra alguma atualização, o usuário que já estava sintonizado receberá o seu complemento⁶. No lado do receptor, será entregue ao *Middleware* para que seja interpretada. Os dados são associados aos fluxos de vídeo e do áudio no multiplexador. Os dados podem ser do tipo:

- fortemente acoplados - quando os dados difundidos possuem relação temporal com áudio e vídeo. Ex: legenda no filme;
- fracamente acoplados - quando os dados difundidos possuem relação, mas podem ser acessados posteriormente ao vídeo e ao áudio. Ex: um material educacional complementar relacionado a uma vídeo aula;
- desacoplado - pode enviar o fluxo de dados em separado do áudio e do vídeo. Ex: Portal de interatividade que não está em sincronia com a programação regular.

Pode ser dividido ainda em:

- carrossel de dados (fig. 2.3) - não possui itens individuais, ou estruturas de diretórios, apenas uma parte monolítica. O STB (Set-Top Box) não está preparado para tratar essas informações, por isso é necessário no *Middleware* o uso de API [42] para facilitar a utilização de aplicações para manipulação de informações contidas no carrossel de dados que serão executadas no lado do receptor.

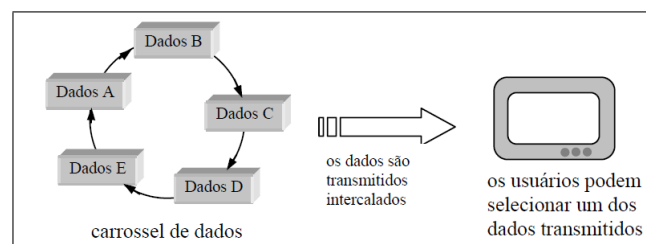


Figura 2.3: Carrossel de Dados [1, p. 112]

- carrossel de objetos - é baseado no carrossel de dados, porém passa a tratar a informação na forma de objetos. Para a difusão de dados, dois objetos são de maior importância: objetos do tipo arquivo e do tipo diretório. Com esses dois tipos de objetos é possível formar um sistema de arquivo simples. Dessa forma, o STB pode acessar arquivos de um sistema de arquivos que está sendo difundido em um carrossel de objetos como se eles estivessem disponíveis localmente.

⁶Admite-se o complemento para o caso de edição ao vivo prevista no SBTVD. Se for enviada uma nova aplicação o telespectador receberá a aplicação completa.

2.3.3 *Middleware*

Camada de *software* instalado no STB ou na TV, quando incorporada às funções do STB, permitindo a execução das aplicações interativas na TV Digital.

Nesta camada a aplicação recebida pelo carrossel será interpretada, abstraindo o *software* e hardware específico da máquina, atuando diretamente no sistema operacional (fig. 2.4).



Figura 2.4: Modelo de Camadas de *Software* e *Hardware*

Os *Middlewares* para TV Digital, observados nos padrões mundiais, são compostos de dois paradigmas de programação: o Procedural, utilizando a linguagem JAVA, e o Declarativo, apresentando uma linguagem derivada do *eXtensible Markup Language* (XML).

2.3.4 *Set-Top Box*

O *Set-Top Box* (STB) é um dispositivo que recebe os sinais da TVD e converte-os para que possam ser utilizados pela TV analógica.

O STB traz consigo os módulos receptor, demodulador, demultiplexador, decodificador, carrossel e *Middleware*⁷. É um computador dedicado, ou seja, possui sistema operacional, processador, memória e dispositivos de entrada/saída. Alguns modelos podem incorporar um disco rígido, permitindo a gravação de programas.

Alguns equipamentos de televisão com tela de LCD ou plasma não possuem esses módulos incorporados, portanto, necessitam igualmente do STB para receber imagens do sistema de TV digital.

Na figura 2.5 é apresentado um esquema típico de *hardware* baseado na sugestão de implementação para o circuito integrado da Texas Instruments [43].

Um ponto a observar é o controle remoto da figura 2.6, que acompanha esses equipamentos, o qual é fundamental e deve permitir condições mínimas para serem

⁷O carrossel e o *Middleware* são implementados por *software*.

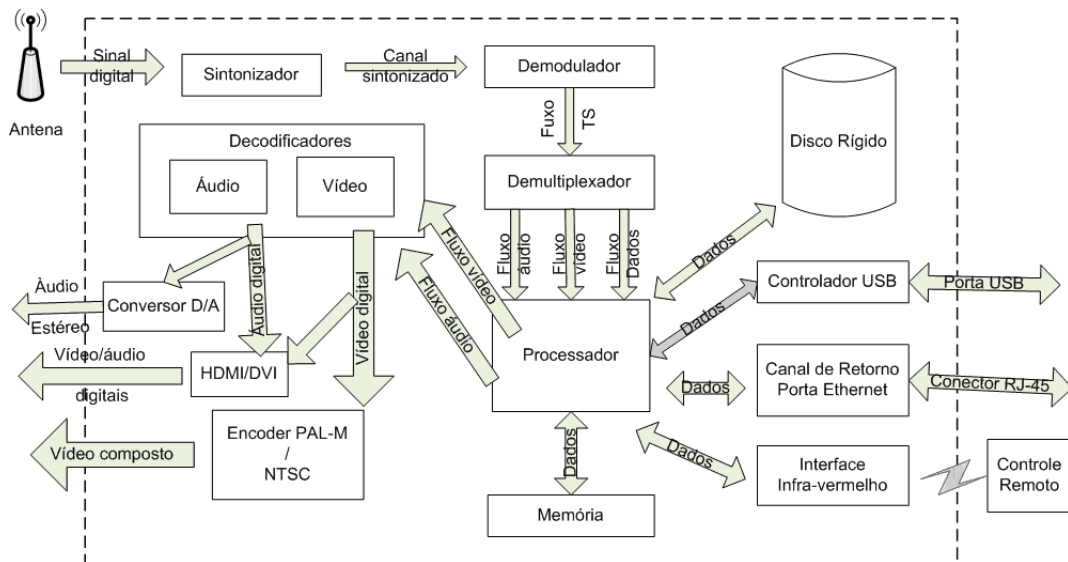


Figura 2.5: Diagrama Básico do Set-Top Box

executadas aplicações com interatividade sem a necessidade de teclado e *mouse*, embora, em termos técnicos, seja viável seu uso.

Na figura 2.6, pode ser vista a sugestão de leiaute da NBR 15606-1 [2] com explicação dos principais botões nas cores: vermelho (VM), verde (VD), amarelo (AM) e azul (AZ) e, setas para cima, baixo, esquerda e direita, sair, voltar, que correspondem os botões interativos de uso obrigatório no SBTVD, e os botões App (permite o carregamento da aplicação no STB), EPG, OK (executa aplicação) e INFO (informações sobre a aplicação), que representam o conjunto de botões de navegação.

O Guia Eletrônico de Programação (EPG) informa a grade de programação da emissora. Sua interface gráfica com usuário (GUI) é desenvolvida de acordo com o fabricante do STB e faz parte do pacote de programas nativos que funcionam independente do *Middleware* estar implementado no equipamento. A informação do guia é enviada pelo emissora de TV. No SBTVD, a implementação do *Middleware* pelo fabricante do STB não é obrigatória [41].

2.3.5 Canal de Interatividade

Este Canal, também denominado de canal de Retorno, permite interagir com o emissor de conteúdo e com outros telespectadores que estejam conectados na rede do canal de interatividade.

No EAD, por exemplo, é fundamental o canal de interatividade, para que o aluno participe do curso e possa interagir ativamente com o professor ou tutor, consultar avaliações, fazer pesquisas.

No Brasil, está sendo utilizada a internet como Canal de Interatividade. São

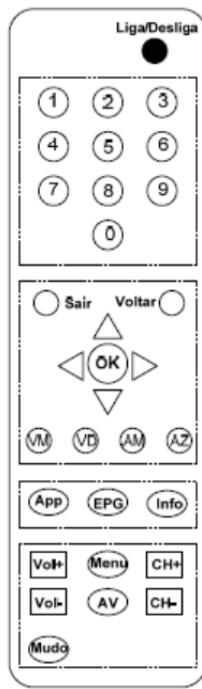


Figura 2.6: Controle Remoto Sugerido na NBR15606-1 [2, p. 50]

apresentadas as principais tecnologias que podem permitir este acesso.

- acesso discado via telefone - nessa tecnologia o STB deve possuir um modem para conexão discada ao provedor de serviço;
- acesso dedicado via ADSL - o STB deve possuir uma interface *ethernet* e um modem ADSL externo. É um sistema viável desde que o usuário possua uma linha telefônica. No caso do Brasil, existem muitos telespectadores que não possuem uma linha telefônica, sendo de difícil implantação em regiões muito distantes do país;
- acesso dedicado via cabo - o uso de rede de computadores via cabo é uma realidade para muitos telespectadores que já possuem TV por assinatura. Neste caso, o STB possui porta *ethernet* ou *cable* modem incorporado, permitindo o retorno via cabo. Por exemplo, assinantes da operadora NET no Rio de Janeiro já dispõem de TV Digital por assinatura e retorno via cabo;
- acesso dedicado via IEEE 802.11 - durante esta pesquisa do SBTVD [18] foi estudado por pesquisadores da UFRJ [44], que propuseram o uso de Redes *Ad-hoc*, onde alguns nós privilegiados intermediários serviriam de replicadores de mensagens para atingir o nó destino;
- acesso dedicado via WiMAX (IEEE 802.16) - possui um alcance superior ao IEEE 802.11, sendo cogitado para uso principalmente em locais com distân-

cias de até 50 Km com taxa de 70 Mbps, em que outros meios discutidos anteriormente seriam inviáveis economicamente;

- WiMAX 700 - existe uma proposta de aproveitamento da banda UHF disponível para o canal de retorno, feita por pesquisadores da UNICAMP [45], com modificação do padrão na frequência para 400 a 900 MHz, aproveitando canais ociosos da transmissão de TV;
- acesso dedicado via *Power Line Communications* (PLC) - por último existem estudos do uso da própria rede elétrica como canal de retorno [46]. Neste caso é instalado um modem PLC que é conectado ao STB pela interface de rede *ethernet*.

2.4 Padrões de TV Digital

Os principais sistemas de TV Digital são: ISDB, DVB e o ATSC. Uma comparação entre os três padrões mundiais é vista na tabela 2.2.

O sistema ISDB foi o padrão escolhido pelo Brasil com algumas adaptações que serão discutidas na seção 2.6.

Algumas características foram inclusive apontadas no relatório conclusivo do CPqD [18], merecendo ser destacadas a seguir:

- o padrão japonês utiliza o sistema ISDB, desenvolvido para atender a preferência da população do país oriental por formas de transmissão portátil. Contempla a qualidade da transmissão do sinal em alta definição e também a portabilidade, isto é, boa qualidade na recepção do sinal por terminais móveis (celulares, *palm tops* etc). Por ter sido o último padrão desenvolvido, é superior aos outros, na opinião de muitos técnicos;
- o padrão europeu utiliza o sistema DVB, desenvolvido para atender à demanda dos europeus por maior diversidade na programação, faz uso de uma transmissão em definição padrão, que permite a transmissão de vários programas, ao mesmo tempo, em um só canal. Nesse padrão, houve a previsão de oferta de outros serviços pela televisão como o acesso à internet e à programação por assinatura. Por ter sido criado depois do norte-americano, o modelo europeu é considerado mais avançado por muitos pesquisadores, ainda que não tenha um funcionamento satisfatório na transmissão do sinal para terminais portáteis;
- o padrão norte-americano utiliza o sistema ATSC, tem como principal foco a qualidade da imagem, isto é, a televisão de alta definição. O padrão ATSC objetiva atender à demanda da população por melhor qualidade de imagem

e som nos canais já existentes. Um fator importante na definição do modelo norte-americano foi a falta de interesse das redes de TV aberta em permitir maior participação dos usuários na definição da programação. Como grande parte da sociedade americana já tem acesso à TV por assinatura, com diversidade de canais, e à Internet, a multiprogramação e a interatividade não eram prioridades;

- os padrões japonês e europeu permitem mobilidade (recepção móvel). Foi decidido pelo Governo Brasileiro que o sistema japonês é o mais adequado, pois apresenta maior flexibilidade, portabilidade (dispositivos móveis), robustez, melhor desempenho, comprovado pelos testes em [47] e por ter alta definição, além de possibilidade de interatividade após definição do canal de retorno.

Tabela 2.2: Comparação dos Sistemas de TV Digital com as Respectivas Tecnologias

Padrão	Americano	Europeu	Japonês
Sistema	ATSC	DVB	ISDB
<i>Middleware</i>	ACAP	MHP	ARIB
CODEC de Vídeo	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
CODEC de Áudio	DOLBY AC-3	MPEG-2 AAC	MPEG-2 AAC
Transporte	MPEG-2 TS	MPEG-2 TS	MPEG-2 TS
Modulação	8-VSB	COFDM	COFDM

2.5 A Importância da Interatividade

Vários educadores acreditam que a interatividade é mais que uma simples definição de dicionário, em [48] são apresentadas diversas reflexões sobre o termo. Segundo Marco Silva [48], a interação entre emissor e receptor remonta às primeiras comunicações entre seres humanos.

Ainda segundo [48], as primeiras citações desta terminologia na informática foram nas décadas 70 e 80, sendo redefinida com o advento da internet.

Com a evolução dos equipamentos, surgem, como facilitador da interatividade, os periféricos de entrada e saída, como: o teclado, o monitor de vídeo e posteriormente o *mouse*, permitindo melhorar a qualidade de relação entre o usuário e o computador.

Na década de 80, a empresa Apple lança o computador Macintosh com sistema operacional Mac OS. Na mesma década a empresa IBM lança o computador IBM-PC com o sistema operacional Windows. Ambos os sistemas operacionais eram baseados em interfaces gráficas, permitindo mais interatividade entre o usuário e a máquina.

Finalmente chega a forma de interatividade digital em massa, através dos jogos eletrônicos, em que o homem participa de ações, pois, caso contrário, o jogo não funciona, sendo obrigatória sua presença para acontecer a ação principal.

A interatividade está relacionada à extensão de quanto o usuário pode participar ou influenciar na modificação imediata, na forma e no conteúdo de um ambiente computacional, sendo os mais utilizados, a teleconferência, o correio eletrônico, o videogame e a Internet.

Com o enfoque na televisão, é apresentada uma classificação da interatividade segundo Lemos [49], baseadas na evolução tecnológica dessa mídia:

- nível 0 - é a fase em que a televisão possui imagens em preto e branco e dispõe de um ou dois canais. A ação do telespectador é ligar e desligar o aparelho, regular a imagem, som e trocar de canal;
- nível 1 - a televisão ganha cores, maior número de emissoras e controle remoto, facilitando mais a vida do telespectador, prende mais a sua atenção;
- nível 2 - alguns equipamentos surgem, unificando a televisão, o videocassete, câmeras portáteis e os jogos eletrônicos. O telespectador ganha mais opções, podendo gravar, ver filmes no horário que desejar, interagir com os jogos, etc.;
- nível 3 - surgem os primeiros sinais de interatividade de características digitais. O telespectador pode interferir no conteúdo (resultado) como os Programas *Você Decide* e *Big Brother*, ambos da Rede Globo de Televisão, através de fax ou correio;
- Nível 4 - é o estágio da chamada televisão interativa. Pode-se participar do conteúdo a partir da rede telemática, em tempo real, escolhendo ângulos de câmera, diferentes encaminhamentos das informações, etc.

Mesmo após a definição de Lemos [49], no nível 4 o telespectador ainda não tem controle total sobre a programação. Ele apenas reage a impulsos e caminhos pré-definidos pelo transmissor. Sendo assim, até o nível 4 a TV é ainda *reativa*, sendo necessários mais alguns níveis para torná-la *pró-ativa*. Montez, em [1], acrescenta mais níveis e define:

- nível 5 - o telespectador pode ter uma presença efetiva no conteúdo, saindo da restrição de apenas escolher opções definidas pelo transmissor. Passa a existir a opção de participar da programação, enviando vídeos de baixa qualidade;
- nível 6 - a largura da banda aumenta, oferecendo a possibilidade de envio de vídeo de alta qualidade, semelhante ao transmitido pela emissora de conteúdo;

- nível 7 - atinge a interatividade *plena*. O telespectador passa a se confundir com o transmissor, podendo gerar conteúdo. Isto é o que está acontecendo hoje pela Internet, onde qualquer usuário pode publicar um *site*, bastando ter os programas necessários, rompendo dessa forma todos os paradigmas quando somente emissoras detinham o monopólio da produção e da veiculação para a TV.

Um conceito importante surge da participação ativa do telespectador que passa a ser participante, daí o termo criado por Ribeiro como *teleparticipador* [50].

Propostas de escolhas de roteiros televisivos importantes, para uso em sala de aula na TV Analógica, são encontradas em Napolitano [51]. Por exemplo, podem ser adaptadas com os novos recursos de interatividade na TV Digital, tornando o aprendizado mais enriquecedor ao *teleparticipante*⁸.

2.6 O Sistema Brasileiro de TV Digital

O SBTVD é derivado do padrão japonês, como observado na tabela 2.3 comparativa entre ambos, a contribuição brasileira está na mudança do CODEC de áudio e vídeo, mas principalmente, no desenvolvimento do *Middleware* GINGA, que é subdividido em duas partes, a declarativa GINGA-NCL, representado pelas linguagens NCL e LUA, e a imperativa (ou procedural) GINGA-J, representado pela linguagem JAVA.

Tabela 2.3: Comparação entre os Sistemas de TV Digital SBTVD e ISDB

Padrão	Brasileiro	Japonês
Sistema	SBTVD	ISDB
<i>Middleware</i>	GINGA	ARIB
CODEC de Vídeo	MPEG-4 AVC	MPEG-2
CODEC de Áudio	MPEG-4 AAC	MPEG-2 AAC
Transporte	MPEG-2 TS	MPEG-2 TS
Modulação	COFDM	COFDM

A arquitetura do GINGA (fig. 2.7) apresenta-se subdividida em três partes:

- GINGA-NCL - composto do formatador NCL, que é o interpretador da linguagem NCL, e está baseado no conceito de máquina de estados descrito em [3]. Neste mesmo bloco, é encontrado o compilador e a máquina virtual LUA, pois esta linguagem de *script* é acoplada ao NCL para prover funcionalidades específicas que não seriam possíveis ao NCL, como o acesso ao canal de interatividade através de comandos específicos à rede TCP/IP⁹ e a possibilidade de desenhar e elaborar gráficos utilizando o comando *canvas*;

⁸Este termo foi derivado de *teleparticipador*. Nesta pesquisa será igualmente utilizado.

⁹Representa a suite de protocolos escolhida pelo SBTVD para comunicação em redes usando o canal de interatividade.

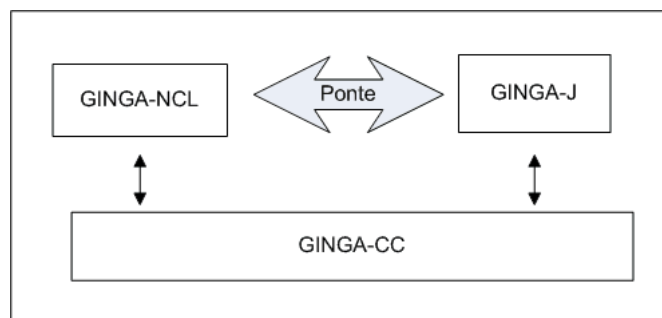


Figura 2.7: Arquitetura Básica do GINGA

- GINGA-J - possui uma máquina virtual Java responsável pela execução das aplicações JAVA denominadas Xlet. Utiliza o conjunto de API JavaDTV em substituição às antigas GEM 1.1 que são usadas nos Padrões abordados na seção 2.4;
- GINGA CC - o núcleo comum (CC) representa a ligação entre o *Middleware* e o *hardware*. A estrutura modularizada do GINGA permite que as alterações específicas necessárias ao funcionamento de cada fabricante de STB sejam contidas somente no GINGA-CC. A vantagem é que os módulos GINGA-J e GINGA-NCL ficam preservados para qualquer implementação do GINGA em STB;
- Ponte - a Norma prevê ainda a comunicação entre as duas partes GINGA-NCL e GINGA-J, onde uma determinada aplicação desenvolvida em NCL/LUA possa chamar uma aplicação em Xlet. É importante destacar que uma aplicação pode ser desenvolvida somente em GINGA-J ou GINGA-NCL.

O Canal de Interatividade é um ponto de questionamento, mas existe um consenso de uso da internet como rede de computadores para comunicação com o provedor de serviços, através das diversas técnicas exploradas na subseção 2.3.5.

Quanto à tecnologia abordada no GINGA-J, devido a problemas de *royalties*, referente aos direitos autorais da API GEM (presentes em todos os padrões de TV Digital analisados), como proposta de produzir um conjunto de normas que fossem livres de pagamento de direitos autorais, o projeto final do GINGA-J foi retardado e apenas em abril de 2010 foi aprovada a norma NBR 15606-4, referente às especificações do GINGA-J [52].

A tabela 2.4 mostra a comparação entre a API GEM 1.1, usada nos padrões mundiais (europeu, americano e japonês), e as APIs JavaDTV, usada no padrão brasileiro, apresentando suas respectivas finalidades.

Um ponto negativo é que essa API GEM é utilizada para concepção de programas nos padrões mundiais e serve como ponto de compatibilidade das aplicações em Java

Tabela 2.4: Comparativa API GEM x JavaDTV

GEM 1.1	JavaDTV	Descrição
JavaTV	JavaTV	Responsável pela manipulação das Xlet
DAVIC	Transport	Implementa funcionalidades dos fluxos MPEG2-TS
HAVi	LWUIT	Permite criar interfaces gráficas e áudio
DVB	App	Funcionalidades de comunicação com Xlet, serviços ¹ , persistência ² e canal de Interatividade

entre eles. Com a substituição dessa API, o *middleware* perde a compatibilidade de suas aplicações produzidas em JAVA em países que não adotem o padrão SBTVD.

2.6.1 Aspectos diferenciados do GINGA

No padrão brasileiro, é possível a implementação de todos os componentes de *software* livres, a partir de especificações não proprietárias contidas na suíte de normas GINGA.

Além disto, a norma prevê formas de edição ao vivo, como a possibilidade de trocar parte do conteúdo da aplicação. Por exemplo, no caso de um telejornal interativo, os conteúdos seriam parcialmente substituídos por outros. Esse recurso é exclusivo do padrão brasileiro.

Outra vantagem exclusiva é a utilização de múltiplos dispositivos, isto é, o STB passa a ser o gerente de uma rede local contendo vários dispositivos *ativos* interligados, onde aplicações poderiam ser executadas em diferentes dispositivos *ativos* de forma independente.

Nesses dispositivos ativos, o GINGA está instalado, mas não possui capacidade de recepção. Por isto são ligados ao STB que comanda o envio das aplicações previamente carregadas, normalmente por radiodifusão.

Um exemplo pode ser observado na figura 2.8. As cenas da TV são diferentes em relação à TV de LCD e de cada dispositivo móvel. A imagem principal foi reduzida ocupando o lado esquerdo do dispositivo móvel e é apresentado um texto diferente no lado direito de cada dispositivo móvel.

A norma NBR 15606-2 [53], que trata deste assunto, é particularmente importante para aplicações na área de educação, em que um determinado exercício individual poderia ser transmitido via radiodifusão. Alunos com celulares, dotados do *Middleware* GINGA registrados na rede pelo STB como dispositivos ativos, poderiam resolver exercícios/atividades individuais.

¹ Associado ao programa, faz parte do ambiente multiprogramação.

² Capacidade de armazenamento de informações de usuário no STB.

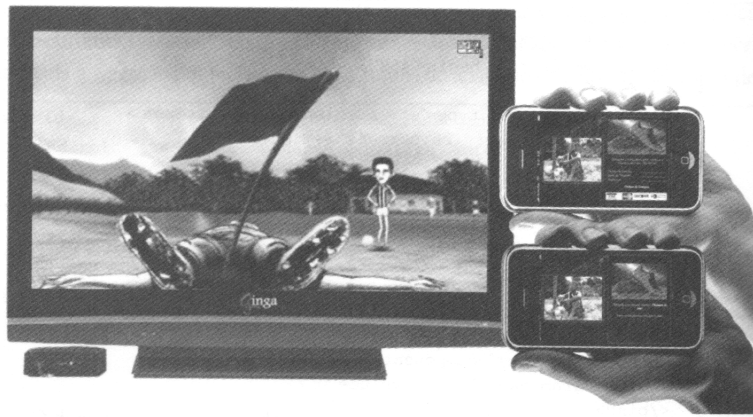


Figura 2.8: Aplicação Usando Múltiplos Dispositivos [3, p. 276]

2.7 Outras tecnologias de TV Digital e assemelhadas

2.7.1 TV Digital via cabo e satélite

No caso da TV Digital via cabo TVD-C e via satélite TVD-S, a tecnologia é praticamente a mesma da TVD-T, excetuando-se o módulo de transmissão e recepção dos sinais. A TVD-C utiliza o meio metálico ou ótico para transmissão, recepção e canal de interatividade, a TVD-S utiliza a radiodifusão para transmissão, porém o canal de interatividade, quando disponível, usa a internet ou uma rede privada da operadora. Em todos os caso necessitam do *Middleware* para uso dos recursos de interatividade.

2.7.2 IPTV

Para o IPTV este sistema também prevê o uso do STB, porém esta tecnologia utiliza uma rede privada como por exemplo, as redes das empresas de telecomunicações. Estas empresas oferecem a modalidade denominada *triple-play* (voz, dados e TV), onde a TV por assinatura pode utilizar esta tecnologia na sua rede privada.

O sinal de TV é gerado através de um ou vários centros, dependendo da arquitetura equivalente usada pela emissora na TVD-R. Este emissor é o *headend*¹⁰ que, na central telefônica, utiliza o multiplexador ADSL, pelo qual o Provedor de Serviços envia o sinal de TV, em *broadcast*, para todos os usuários assinantes [54].

¹⁰Local onde é distribuído o sinal de TV na central telefônica.

2.7.3 webTV

Na webTV, um ou mais provedores de serviços enviam o conteúdo sob demanda, conforme solicitação do usuário. O modelo atual de negócios utiliza a internet para o envio dos vídeos, em que o usuário pode inclusive construir sua grade programação. Também é possível ser acessado pela TV através do STB, como observado em [55].

O provedor de serviços envia um arquivo (*manifest*) contendo informações iniciais sobre o aplicativo cliente que deve ser usado para visualização. Posteriormente à carga da aplicação cliente, inicia-se o recebimento do arquivo. Após a conclusão, o aplicativo cliente é iniciado, exibindo o arquivo solicitado.

Existem outras modalidades de acesso. Por exemplo, assim que o usuário recebe o arquivo inicial, após carregar parte do conteúdo, a aplicação cliente é iniciada executando o arquivo. Neste caso pode haver interrupção da visualização, caso ocorra alguma lentidão na rede e a parte recebida do arquivo seja totalmente visualizada, sem que seja completado o recebimento do arquivo.

2.7.4 p2pTV

Utiliza a arquitetura par a par (p2p) para transmissão do conteúdo televisivo. Esta tecnologia está baseada no conceito de compartilhamento de recursos através de redes *overlay*¹¹. Nessas redes, o conteúdo é distribuído de forma descentralizada, a princípio sem privilegiar qualquer nó [54].

2.7.5 TV Digital terrestre *versus* outras tecnologias analisadas

A tabela 2.5 apresenta a comparação dos sistemas apresentados nas seções anteriores em relação à TV Digital, com intuito de verificar os quesitos de escalabilidade das diversas tecnologias.

2.8 Aplicações do SBTVD - estado da arte

No Brasil, estão sendo desenvolvidas diversas aplicações por grupos de pesquisa, empresas de *software* e emissoras. Dentre os grupos de pesquisa destacam-se aplicações desenvolvidas pelo laboratório Telemidia. Este laboratório desenvolveu o *Composer*, que foi a primeira ferramenta de autoria para aplicações NCL desenvolvida em JAVA. Contudo, essa ferramenta não recebe mais atualizações e, embora disponível para uso, não atende mais os requisitos do conjunto de normas GINGA.

¹¹São redes sobrepostas à rede IP tradicional. Nesta camada cada nó possui o conhecimento de seus vizinhos.

Tabela 2.5: Comparativo entre TVD-R x Outras Tecnologias

Item	TVD-T	TVD-S	TVD-C	IPTV	webTV	p2pTV
sistema de distribuição	<i>broadcast</i>	<i>broadcast</i>	<i>broadcast</i>	<i>multicast</i>	<i>unicast</i>	<i>unicast</i>
Meio de transmissão	radiodifusão terrestre	radiodifusão satélite	cabo	rede privada ou internet	internet	internet
Dificuldade na transmissão	alcance do sinal	sofre influência das variações climáticas	depende da capilaridade da malha	largura de banda	largura de banda	largura de banda
Canal de interatividade	rede privada ou internet	rede privada ou internet	cabo	rede privada ou internet	internet	internet

Com relação aos emuladores, que podem permitir testar aplicações desenvolvidas para o SBTVD, destaca-se o *software* o STB Virtual do grupo Telemidia da PUC-Rio. Este aplicativo emula somente a parte do GINGA-NCL. Por ser considerado estável em testes de laboratório durante a pesquisa, foi utilizado nesta tese.

Outro emulador é OpenGINGA, versão do LAVID da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que foi liberado somente este ano, apresentando a versão GINGA completa¹². Também está disponível na versão GPL, para uso não comercial.

Existem relatos de outras ferramentas de autoria para o SBTVD como MOSTvd [56], mas que ainda está em desenvolvimento. Outra ferramenta é o LUA-COMP [57], porém esta não disponível para utilização pública.

Alguns exemplos de aplicações no SBTVD podem ser encontrados em [4]:



Figura 2.9: Primeiro Aplicativo Desenvolvido pelo Grupo Telemidia [4]

Na figura 2.9 encontra-se uma das primeiras aplicações desenvolvidas em NCL

¹²A parte GINGA-J na versão corrente do OpenGINGA ainda possui as APIs GEM que não foram totalmente substituídas.

para o SBVTD pelo grupo Telemidia/PUC-Rio, que mostra uma partida de futebol, onde o teleparticipador pode escolher o tipo de instrumento musical, interagindo através do menu localizado na parte inferior horizontal da tela. Esta aplicação serviu como prova de conceito para testar o emulador do STB Virtual da PUC-Rio.

Outra aplicação, desenvolvida também em NCL e LUA, utiliza o canal de interatividade disponível no repositório de aplicações para o GINGA-NCL em [4].

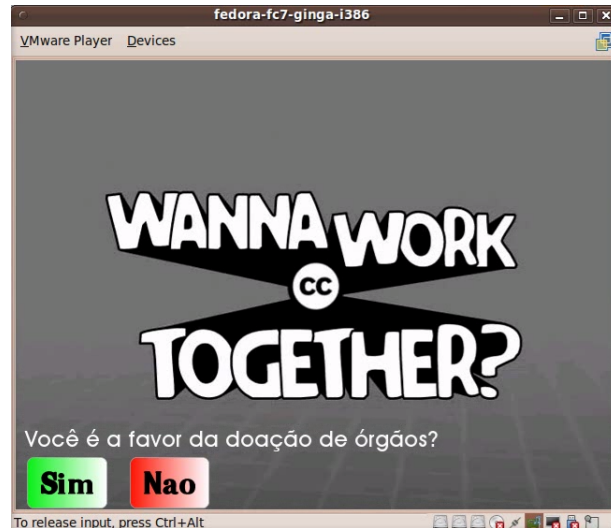


Figura 2.10: Aplicação utilizando Canal de Interatividade [4].

A figura 2.10 apresenta uma aplicação desenvolvida em NCL/LUA por Manoel Campos, com o objetivo de demonstrar a utilização do canal de interatividade. Nesta aplicação, o *teleparticipador* responde a enquete através dos botões verde (sim) e vermelho(não), se é favorável ou não à doação de órgãos. Ao acionar um dos dois botões de interatividade, a informação é enviada via canal de interatividade pelo STB ao servidor de aplicação que retorna ao STB o resultado da enquete com o número de *teleparticipantes* que votaram “sim” e “não”.

2.8.1 Experiências de Campo com o STB

No Brasil, os seguintes fabricantes de STB estão disponíveis no mercado nacional com o *Middleware* compatível com as normas GINGA: Provview [58] e Visiontec [59].

Outros modelos de STB que foram comercializados no mercado também não possuem o *Middleware* instalado, fornecendo apenas um programa residente para interpretar o EPG.

Mais recentemente fabricantes de TV Digital oferecem alguns modelos com o Receptor Digital Integrado (RDI), integrando assim todas as funcionalidades do STB. Alguns modelos da Sony e LG possuem RDI, também oferecem o *Middleware* compatível com as normas GINGA, permitindo a execução de aplicações interativas.

É importante observar que muitos modelos de TV digital disponíveis no mercado não apresenta a RDI. Esse tipo de TV necessita do STB para que possa executar as aplicações interativas via radiodifusão ou canal de interatividade.

Outras possuem RDI encontradas no mercado, mas ainda não permitem atualização de *software* para inclusão do *Middleware*. Apresentam somente o EPG como recurso interativo proprietário.

Um exemplo de EPG pode ser observado na figura 2.11. Neste exemplo de EPG do provedor de TV por assinatura SKY, conforme o teleparticipador aciona os botões através das setas direcionais cima e baixo, aparece o canal subsequente, sua respectiva programação de horário e uma pequena descrição e, ao pressionar *Ok*, o STB troca de canal.



Figura 2.11: Exemplo do EPG da TV por Assinatura SKY

De fato, a norma *não* (grifo proposital) obriga os fabricantes de receptores, tanto no padrão *full-seg* quanto no *one-seg*, a implementarem o *Middleware* GINGA. No entanto, caso o fabricante resolva implementar os receptores *full-seg*, devem atender plenamente o GINGA na sua versão completa. Esta obrigatoriedade é opcional no padrão *one-seg*. Caso venha a introduzir o *middleware*, poderá implantar somente a parte GINGA-NCL [41].

A empresa TQTV colocou à venda seu *middleware* AstroTV [60]. Segundo o anúncio da empresa, ele é 100% compatível com as Normas GINGA.

O CEFET-RJ adquiriu o *Playout*¹³ da EITV, que permite gerar o fluxo MPG2-TS composto do *datacasting*, fluxo de áudio e fluxo de vídeo multiplexados.

O STB da PROVIEW [58] modelo XPS 1000 possui a implementação parcial (GINGA-NCL) das normas GINGA, fornecida pela empresa RCASOFT [61] para o consumidor final.

Este equipamento possui as seguintes principais características, verificados pelo autor da tese durante testes em laboratório: o processador STi7101 [62] possui *clock*

¹³É um equipamento capaz de gerar o sinal digital com todos os estágios, exceto o de transmissão. Em alguns modelos também não possuem a modulação.

de 266 MHz, 32bits, arquitetura RISC, memória *Flash* 256Mb. Este equipamento possui o STLinux como sistema operacional [63].

Testes de campo utilizando o *middleware* RCASOFT demonstraram problemas de exibição de todas as funcionalidades oferecidas na aplicação da emissora SBT (fig. 2.12), que constantemente transmite aplicação de um Portal Interativo, desenvolvidas pela TQTV, identificada pela simbologia de interatividade apresentada na tela, característica da logomarca TQTV. Durante execução da aplicação, não foi possível navegar após escolha de uma das opções, mas somente sair da aplicação.

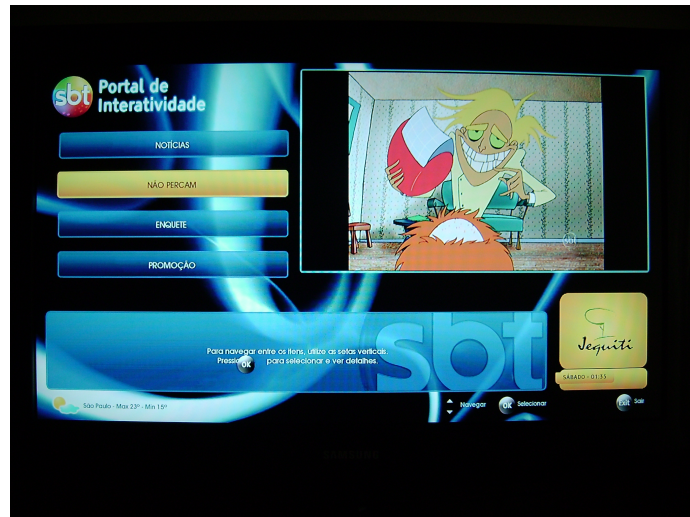


Figura 2.12: Portal de Interatividade do SBT no Ar

Sem o acesso ao conteúdo da aplicação transmitida pela emissora, não foi possível detectar se o problema foi relativo à taxa de transmissão da emissora (*bit rate*) ser incompatível com o padrão esperado pelo receptor, ou o código do programa incompatível com as normas GINGA, ou mesmo se existia uma falha no formatador NCL do *Middleware* RCASOFT.

Considere a cadeia do SBTVD:

$$\boxed{\text{Provedor de Conteúdo (Aplicação TVD)} \Rightarrow \text{Emissora} \Rightarrow \text{Receptor (Hardware + GINGA)}}$$

Qualquer falha em um elo desta cadeia pode provocar problemas, desde a não apresentação do conteúdo interativo até travamentos, como observado durante a novela Caminho das Índias, da Rede Globo, utilizando o STB da Proview com *middleware* RCASOFT.

É importante ressaltar que existe um dispositivo na Norma NBR 15604 que prevê as especificações da *Suíte de Testes* (grifo proposital). Isso garantiria a conformidade de toda cadeia, evitando que o telespectador tenha sua tela “congelada” ou a aplicação não executada ou parcialmente executada. No entanto, neste mesmo item

da norma, pode ser constatada a informação que deverá ser definida pelo Fórum SBTVD [41].

Analisando o conjunto de normas relativas ao SBTVD, observou-se a NBR 1506-6 [64], que possui uma especificação do pacote `com.sun.dtv.test`, responsável pela suíte de testes previstos para o ambiente GINGA-J.

Portanto, não aborda toda a cadeia, o que é confirmado pela notícia recente em [65], afirmando que ainda está em discussão no Módulo Técnico do SBTVD sobre a parte da suítes de testes para o GINGA-NCL.

Embora ainda não esteja totalmente normatizado pela ABNT, encontra-se disponível para comercialização a suíte testes, o produto AstroATE (*Automated Test Environment*) da empresa TQTV, abrangendo as normas ABNT NBR 15606-2 e 15606-4, segundo informações no *site* do desenvolvedor [66]. Foi a única suíte de testes específicos para o SBTVD encontrada durante esta pesquisa.

As análises anteriores das normas do SBTVD mostram a necessidade de mecanismo de controle da cadeia produtiva do SBTVD, a exemplo do que ocorre com os equipamentos homologados pela ANATEL, que delega competência a unidades certificadoras. Parece uma proposta viável e defendida por alguns especialistas, como [65]. Essas unidades estariam segregadas da cadeia produtiva, portanto, isentas para emitir seus pareceres técnicos.

2.9 Usabilidade

O telespectador já está acostumado com boa parte dos botões do controle remoto. Se for observado o controle do STB (fig. 2.6), os botões coloridos (vermelho, verde, amarelo e azul) relativos à interatividade são novidade, se comparados ao controle remoto da TV analógica. Esses botões são de uso obrigatório no SBTVD, conforme NBR 15606-1 [2].

Enquanto o botão OK (executa a aplicação), as setas direcionais e demais botões numéricos (as setas e números já fazem parte do habitual do telespectador).

O botão App (responsável por permitir carregar a aplicação) também é novo, mas não faz parte do uso obrigatório, segundo a norma. No caso do STB da Proview XPS1000, por exemplo, este não possui esta tecla. Neste caso, a aplicação é carregada independente do usuário estar interessado no seu uso.

O controle remoto, portanto, não deve ser o fator dificultante para o manuseio deste novo equipamento, mesmo para pessoas que se encontram hoje na melhor idade¹⁴, já habituadas desde 1957, marco do início da TV com controle remoto [55].

No desenvolvimento de aplicações para TV digital, alguns aspectos são recomendados:

¹⁴Denominação mais indicada para pessoas idosas.

- não usar barra de rolagem, isto é, o projeto não deve ultrapassar o tamanho da tela;
- não usar qualquer operação que envolva teclado e mouse físicos¹⁵;
- um teclado virtual¹⁶ pode ser usado, com moderação, em acesso a sistemas com usuário e senha ou pequenas frases;
- em todo o projeto interativo deve ser levado em consideração o uso do controle remoto.

Estes mesmos aspectos foram discutidos na proposta de metodologia para produção de Cursos em EAD na TVD com a adaptação do programa da TV Escola para a TV Digital por Mendes et. al. [26].

Assim como o cuidado na elaboração do leiaute na TV analógica é importante para melhor visualização e inteligibilidade de seu conteúdo, na tela da TV digital, o mesmo deve ser observado. Mas considerando como diferencial em relação à TV analógica a interatividade e não linearidade de conteúdos¹⁷.

Uma sugestão de leiaute de tela para TVD, elaborada pela BBC [67], pode ser observada na figura 2.13.

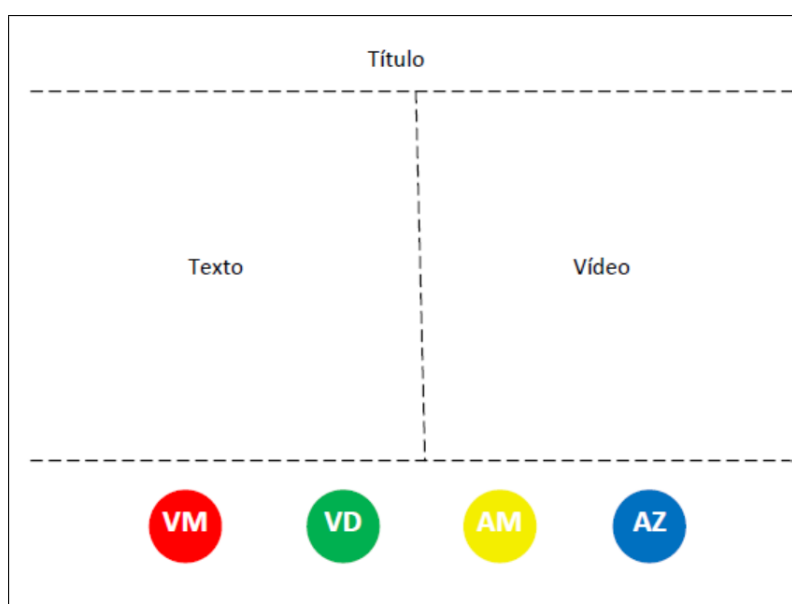


Figura 2.13: Leiaute para Projeto de Tela.

O campo *Universal*, na parte inferior, indica os botões de interatividade que permitem a navegação.

¹⁵Embora testes feitos no modelo XPS1000 da Proview, demonstraram ser possível o uso do teclado e *mouse* em termos de *hardware*.

¹⁶Este teclado é acionado e guiado pelo controle remoto do STB, sendo visualizado na TVD

¹⁷Entenda como múltiplos percursos a serem escolhidos pelo telespectador.

O *Campo Textual* fica à esquerda e deve conter o texto representativo sobre o vídeo, que se encontra à direita, no denominado *Campo Visual*, que não deve ultrapassar noventa palavras.

Por último, o *Campo Contexto*, que fica no topo da tela, onde pode ser encontrado o logotipo da emissora, o título do assunto abordado, e uma trilha de navegação (*breadcrumb*)¹⁸. Esses quatro campos caracterizam um projeto de tela para TVD, segundo [67].

Na figura 2.14 pode ser visto um exemplo de trilha de navegação, à medida que o teleparticipante avança com o botão seta da direita, a indicação da tela corrente está em negrito. Neste exemplo, o teleparticipador está na tela 3 em negrito. O retorno à tela anterior seria feito através da seta da esquerda. Segundo [67] não é indicado o uso das teclas de interatividade coloridas para a função de avançar e retroceder, deve ser utilizado para esta finalidade os botões direcionais do controle remoto.



Figura 2.14: Trilha de Navegação

A utilização da fonte no título *Gill Sans Bold* e *Tiresias* no corpo do texto é recomendada em [67, 68]. De fato, a norma brasileira do SBTVD confirma o suporte obrigatório da fonte *Tiresias* no STB [2].

Um aproveitamento importante proposto, em [67], observa a transmissão no padrão 16:9 (*widescreen*) de imagem na TV utilizando o padrão 4:3, considerando os espaços verticais laterais hachurados (diferença entre os dois padrões). Este espaço ocioso poderia servir para uso de informações sobre o vídeo ou outro assunto de interesse, sem comprometer o campo de visão principal, conforme figura 2.15



Figura 2.15: Aproveitamento da tela no 16:9

¹⁸Técnica utilizada em *sites* para indicar em que página da hierarquia se encontra o usuário.

2.9.1 Acessibilidade

Este ponto parece não ter sido observado plenamente nas normas do SBTVD. A Acessibilidade¹⁹ é um ponto muito importante a ser empregado, pois existem muitos deficientes visuais e auditivos que vão utilizar a TV digital. No entanto, a norma NBR 1604 prevê de forma *não* (grifo proposital) obrigatória esta capacidade nos receptores [41]:

- *closed-caption* - permite a transcrição na língua portuguesa de diálogos e demais sons. Isso facilita o uso por deficientes auditivos;
- audiodescrição - locução em língua portuguesa, substituindo o som original com a descrição de imagens, textos e outras informações, facilitando os portadores de deficiência visual;
- audiolocução - permite a locução em Português com explicações ou trechos falados para melhor compreensão, usado para deficientes visuais e pessoas com dificuldade intelectual de compreensão;
- dublagem - possibilidade de disponibilizar a tradução na íntegra das falas (antiga função SAP da TV Analógica) sincronizadas com os movimentos, isso também para o deficiente visual ou pessoas que não consigam acompanhar uma tradução por letreiros;
- janela de LIBRAS - área da tela do vídeo reservada e destinada à visualização do intérprete de LIBRAS, importante para os deficientes auditivos.

É importante ressaltar que, embora na transmissão do sinal de TVD esta facilidade tecnológica seja obrigatória por norma, nem sempre a produção de conteúdos com acessibilidade é considerado pelos produtores e emissoras de TV.

Outro ponto a observar também é a padronização do controle remoto sugerida em Becker et. al. [68], estabelecendo formatos específicos para cada botão, além das cores que contemplam a norma brasileira.

O formato dos botões coloridos minimizariam as dificuldades dos portadores de Daltonismo, observado por [68], e a obrigatoriedade da inscrição em Braille, em todos os botões do controle remoto, minimizaria o problema dos deficientes com perda parcial ou total da visão.

Não há obrigatoriedade da identificação em Braille de cada botão no controle remoto. Mais essa prática já vem sendo adotada por alguns fabricantes de TV, em alguns botões do controle remoto, como, por exemplo, a empresa SAMSUNG.

¹⁹Terminologia utilizada para prover acesso a pessoas com necessidades especiais (PNE).

Considerando o ambiente de multiprogramação, é o uso de Intérprete de LIBRAS que seria apresentado através da tela em formato reduzido. Esta funcionalidade seria acionada pelo controle remoto, assim que o deficiente auditivo o desejasse, através do botão de interatividade correspondente.

De forma análoga à narração de cenas e imagens, também seria acionado o botão de interatividade do controle remoto correspondente, pelo deficiente visual.

Vale ressaltar que a acessibilidade é uma questão jurídica estabelecida no decreto 5296/2004 no seu art. 52 e 53 em [69]:

”

Art. 52. Caberá ao Poder Público incentivar a oferta de aparelhos de televisão equipados com recursos tecnológicos que permitam sua utilização de modo a garantir o direito de acesso à informação às pessoas portadoras de deficiência auditiva ou visual.

Parágrafo único. Incluem-se entre os recursos referidos no caput:

I - circuito de decodificação de legenda oculta;

II - recurso para Programa Secundário de Áudio (SAP); e

III - entradas para fones de ouvido com ou sem fio.

Art. 53. Os procedimentos a serem observados para implementação do plano de medidas técnicas previstos no art. 19 da Lei no 10.098, de 2000., serão regulamentados, em norma complementar, pelo Ministério das Comunicações. (Redação dada pelo Decreto nº 5.645, de 2005)

(...)

§ 2o A regulamentação de que trata o caput deverá prever a utilização, entre outros, dos seguintes sistemas de reprodução das mensagens veiculadas para as pessoas portadoras de deficiência auditiva e visual:

I - a subtitulação por meio de legenda oculta;

II - a janela com intérprete de LIBRAS; e

III - a descrição e narração em voz de cenas e imagens.

”

Capítulo 3

Fundamentos do Ensino a Distância (EAD)

Neste capítulo serão vistos o histórico do EAD no mundo e no Brasil, as técnicas de EAD e as TICs mais utilizadas, bem como os padrões de qualidade recomendados pelo MEC. Serão apresentadas também aplicações de TVD na área de educação.

Essa base teórica é necessária para o entendimento da arquitetura e modelo propostos nesta tese.

3.1 Histórico

O conceito de EAD surgiu no século XIX, a partir de cursos por correspondência. A tecnologia usada no EAD foi evoluindo e se transformando ao longo dos anos [70].

Atualmente, os cursos por correspondência estão sendo substituídos por computadores, redes internas ou externas, teleconferências, videoconferências e Internet, interligando cidades e estados em segundos. A primeira experiência com EAD, no contexto mundial, aconteceu na Suécia em 1833, com um curso de contabilidade. Posteriormente outros países europeus criaram e implantaram cursos à distância, como a Inglaterra, em 1843, com a primeira sociedade por correspondência chamada *Phonografic Corresponding Society* em [70].

A Alemanha criou, em 1856, o primeiro instituto de línguas por correspondência. O EAD só chega à América em 1874, com a *Illionois Wesleyan University* criada nos E.U.A. [70]. A partir do século XX, países como Paquistão, Sri Lanka, Tailândia, Indonésia, Índia, Austrália, México, Costa Rica, Venezuela e Colômbia criaram diversos cursos, institutos e universidades, objetivando atender a demanda por formação superior profissional ou docente. Em universidades como as da Austrália, um dos países que mais investe no EAD, a porcentagem de alunos à distância é maior ou igual ao número de alunos presenciais [70].

A Indonésia prevê chegar a cinco milhões de alunos. O país detém uma forte demanda por estudos superiores, principalmente na Universidade de Terkuba [70]. Comprovadamente, o EAD cada vez é mais utilizada na formação e capacitação de pessoas no mundo.

No início do século XX escolas internacionais privadas ofereciam cursos por correspondência aos estudantes da alta sociedade brasileira, dando início às atividades desse sistema de ensino. As primeiras instituições brasileiras de ensino a distância surgiram na década de 30. O Instituto Universal Brasileiro, criado em 1939, na cidade de São Paulo, atua até hoje, formando jovens e adultos nos níveis de ensino fundamental, médio, supletivo e cursos profissionalizantes [70] [13].

A partir da década de 40 as atividades de EAD começaram a tomar formas e proporções muito maiores do que em anos anteriores. Surgiu a primeira Universidade do Ar, que durou apenas 2 (dois) anos [70]. Nas décadas seguintes o Governo Federal e a Igreja Católica fizeram um Movimento de Educação de Base, conhecido como MEB, que utilizava um sistema de rádio para conscientização, politização e educação sindicalista [70].

Com a disseminação da TV, surgem os primeiros programas de educação que utilizavam este aparelho como instrumento de ensino. Surge em 1977 o Telecurso [16]. Apesar de todas as atividades realizadas no século XX, o EAD foi consolidando-se no Brasil a partir de 1995 com a Internet e as TICs com a chamada educação *online*, classificada por [13] como a terceira geração do EAD. Hoje é muito mais comum ouvir falar desse sistema e encontrá-lo em universidades, do que em anos anteriores. É, também, melhor aceito e utilizado na sociedade.

Algumas faculdades e Universidades utilizam o EAD como apoio, valendo-se da Portaria 4.059/04 do Ministério da Educação, que permite que até 20% da carga horária de um curso superior reconhecido, na modalidade presencial, seja ministrada a distância [71].

Diante das dificuldades em atender milhares de pessoas sem formação adequada, o governo procura, através do EAD, qualificar e melhorar o nível de formação dos cidadãos do país. Pensando nisso, o Ensino à Distância foi regulamentado por lei, inicialmente com previsão na própria LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação) no seu artigo 80 [72]. Posteriormente, essa matéria foi regulamentada por decretos, portarias e normas, em especial a Portaria Normativa MEC 40/2007, que estabelece, no seu capítulo VI, critérios para oferta de Cursos Superiores na modalidade EAD [73].

Como ponto positivo pode-se citar a possibilidade de inclusão social através de diversos cursos a distância, desde livres até os de educação básica, fundamental, médio, profissional, superior e também pós-graduação, permitindo maior qualificação para o mercado de trabalho.

Em lugares longínquos seria impossível um professor qualificado chegar, utilizando meios tradicionais de ensino presencial e, conseqüentemente, oferecer cursos a estas comunidades [74]. Com esta modalidade de transmissão de conhecimento as pessoas que estão em localidades distantes geograficamente das capitais e municípios mais evoluídos, podem estudar [74]. Como pontos negativos destacam-se:

- as dificuldades no acompanhamento dos alunos;
- a demanda intensiva por cursos, e a falta de recursos tecnológicos para levar este ensino a muitos locais dispersos no Brasil.

Pode-se acompanhar a evolução do EAD no ensino superior com incremento de instituições e cursos [75]. Observa-se que de 2001 a 2008 o número de instituições e cursos cresceram 990% e 4.043%, respectivamente. O ponto do início de maior crescimento foi de 2006 em diante, conforme gráfico na figura 3.1.

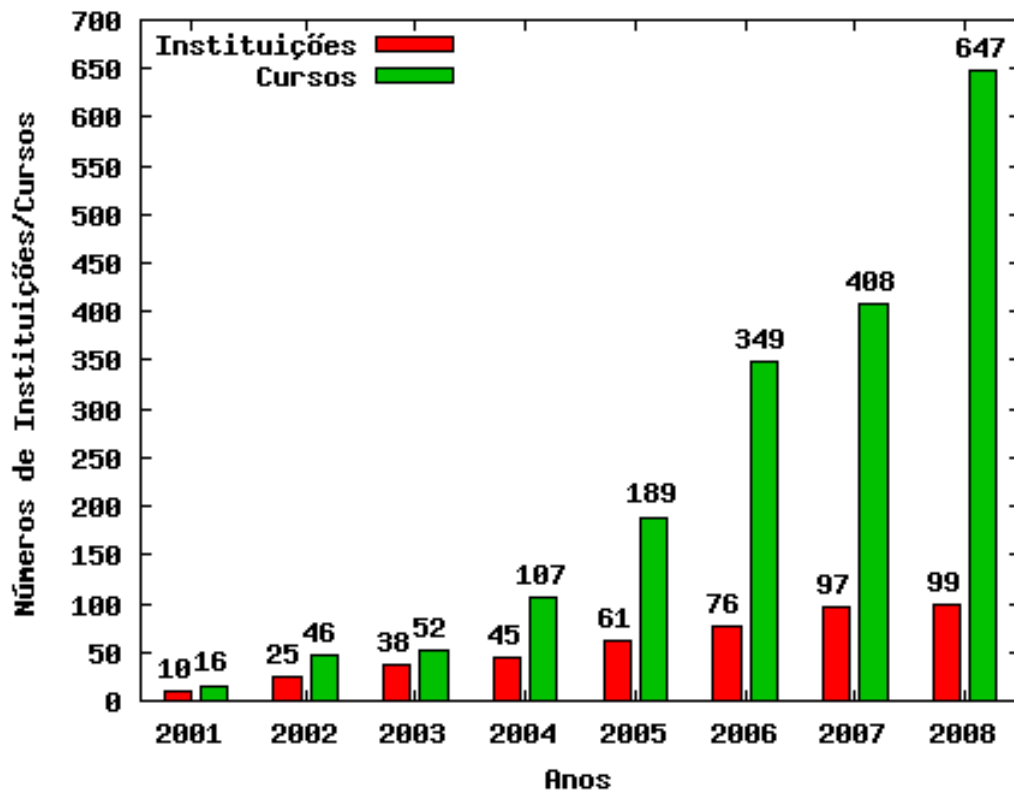


Figura 3.1: Número de Instituições e Cursos Superiores na Modalidade EAD no Brasil

Neste mesmo período, houve um crescimento de 6.997% de alunos ingressantes, sobretudo de 2006 em diante. Esses dados estatísticos do Censo da Educação Superior realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) [75] demonstram o franco crescimento do EAD no Brasil apresentado no gráfico da figura 3.2.

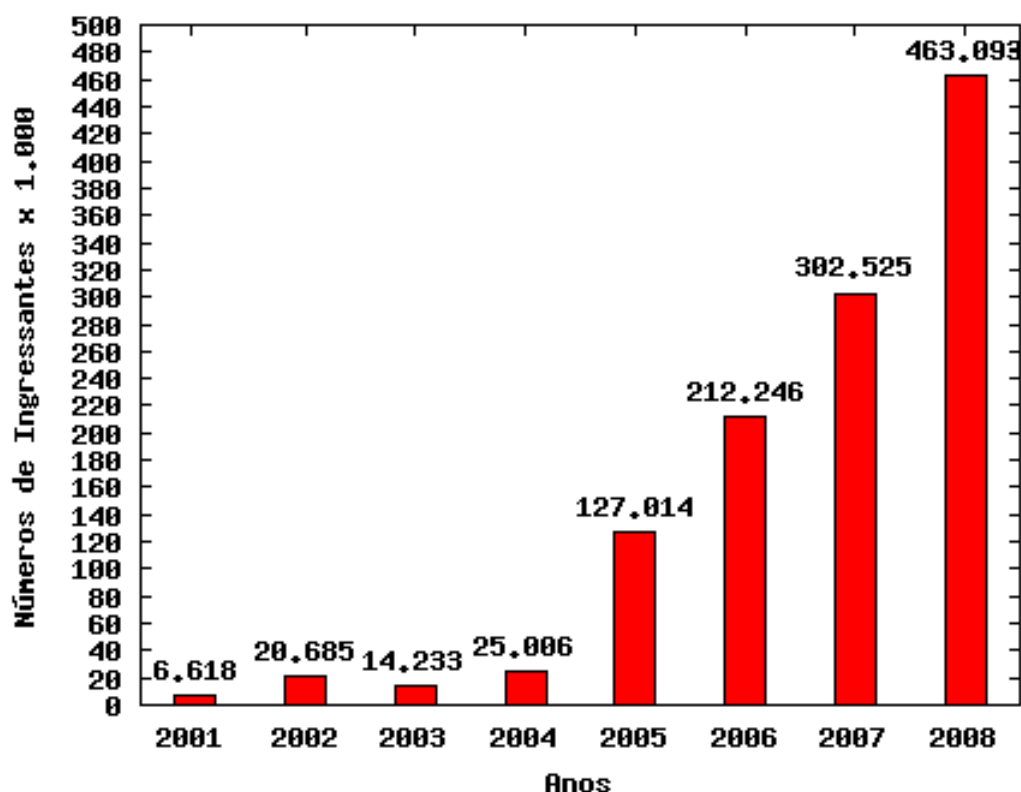


Figura 3.2: Número de Alunos Ingressantes em Cursos Superiores na Modalidade EAD no Brasil

Como um ponto negativo, vale destacar o emprego de técnicas de ensino presencial nos cursos a distância. Aliado ao número excessivo de alunos por tutor, essa tem sido a causa de fracasso em muitos projetos de EAD. O grande paradigma no EAD é o novo papel do professor nessa estrutura, que passa a ser um parceiro do aluno.

O tutor entra em cena como um auxiliar do professor no aprendizado do aluno. O professor não faz mais um monólogo, não transmite conhecimento estático, mas é apenas um facilitador do processo de ensino-aprendizagem intermediado pelo tutor. Professor, tutor e aluno encontram-se separados geograficamente, porém, devem ser adotadas técnicas para minimizar esta lacuna.

3.2 Técnicas de EAD

Nesta seção, serão abordadas algumas técnicas para construção de Cursos EAD e ao final uma proposta de adaptação desses recursos para confecção de aulas para TV Digital.

Do ferramental utilizado no formato do curso EAD, além das reuniões iniciais com diálogos, entrevistas, questionários, *brainstorms* entre o cliente e equipe, destacam-se [76], [77]:

- Mapa de Atividades - contém o formato de apresentação com as atividades teóricas e práticas, incluindo a interface que será utilizada (correio, bate-papo, portfólio e exercício);
- Matriz de *Design* Instrucional - contendo riqueza de detalhes das atividades que serão executadas. Este recurso é usado em cursos mais complexos e extensos para maior compreensão do que foi abordado no Mapa de Atividades. Pode ser considerada a extensão do mapa;
- *Storyboard* (SB) - contém em detalhes a forma de apresentação dos conteúdos, telas, etc. Podem ser divididos em: SB de navegação, mostrando guia de percurso de uma aula, e SB de conteúdo da aula, onde o *Designer* Instrucional¹ detalha todo o roteiro da aula, quase o produto final acabado da aula. Esses recursos permitem obter uma visão prévia da aula. Fazendo uma analogia, corresponde à arte final antes do livro, ou um *folder*, antes de ir para gráfica para impressão em série.

Em Mendes [26], encontra-se uma proposta de adaptação do Mapa de Atividades e SB para projetos de Cursos para a TV Digital. No Mapa são dispostos os recursos do curso, possíveis na TV Digital, com suas respectivas atividades e no SB é apresentado o detalhamento da dinâmica da sequência interativa, apresentando os diversos percursos interativos possíveis² para o aluno³ dentro da lógica arquitetada pelo conteudista⁴.

Outro recurso também utilizado, que permite a visão geral, é o mapa conceitual, que pode ser entendido como uma forma gráfica de representação do conhecimento. Este foi abordado por Belda [78], através de mapas conceituais e tabelas onde foi desenvolvida uma metodologia para criação de roteiros de programas educativos para TV Digital.

O processo de construção de um curso pode ser representado através do seguinte fluxo, conforme figura 3.3, onde o papel do conteudista é a elaboração do conteúdo e a validação do curso.

O curso tem seu início com a definição dos conteúdos pelo professor conteudista. A partir daí é elaborado o planejamento e design do curso pelo profissional *Designer* Instrucional que coordenará a equipe multidisciplinar responsável por materializar o curso utilizando as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)⁵.

¹Profissional responsável em coordenar a equipe multidisciplinar na criação de Cursos EAD.

²Na TVD devido a sua característica interativa é dita não linear, permitindo implementar múltiplos percursos de acordo com o projeto do curso na TV.

³Para isso é utilizado o controle remoto de acordo com as opções do menu na tela.

⁴Conteudista é o especialista que detém o conhecimento acadêmico do curso.

⁵As TICs serão discutidas em detalhes na seção 3.3.

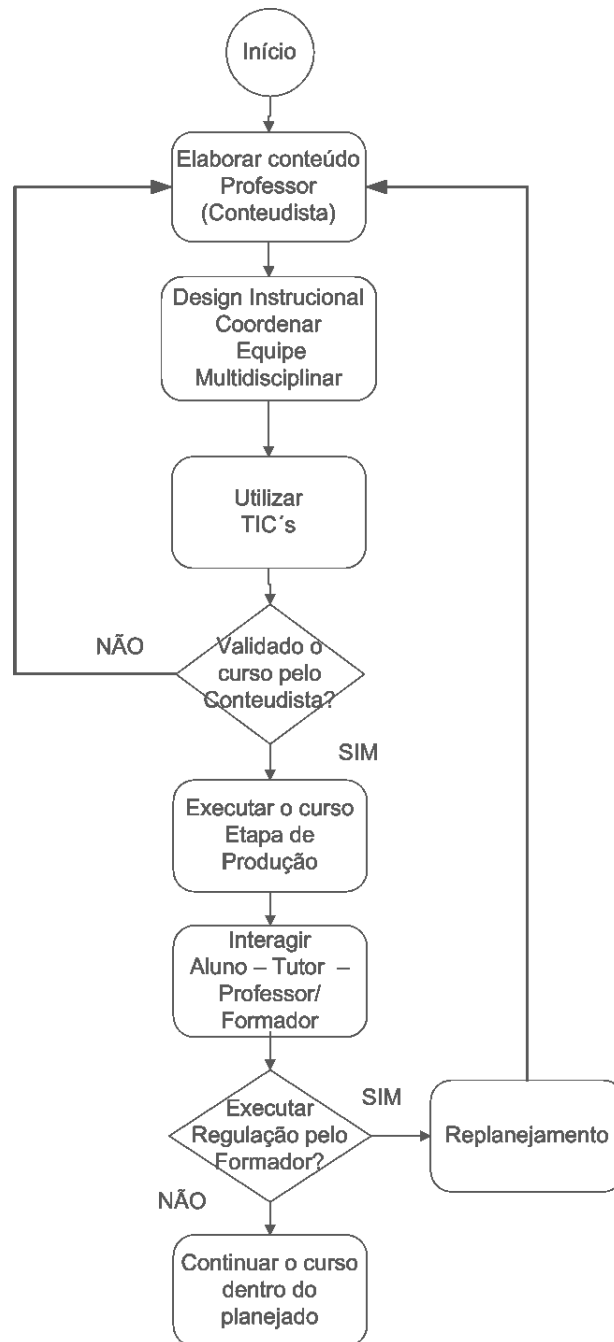


Figura 3.3: Ciclo de Vida de Concepção do Curso usando a TV Digital

Concluída esta etapa, o curso é avaliado pelo professor conteudista, que emite um parecer, informando se o curso encontra-se em condições de iniciar suas atividades ou deve ser feita alguma alteração. Neste caso, são feitos ajustes sugeridos pelo conteudista.

Caso ocorra a aceitação por parte do conteudista, o curso entra na fase de produção, isto é, pode ser iniciado. Nesta etapa, com o curso em atividade, podem surgir problemas relativos ao ensino-aprendizagem que devem ser observados pelos

tutores e formadores⁶, cabendo ao formador exercer a regulação.

A regulação consiste em: observação dos alunos; avaliação de aprendizagem; reuniões com a equipe de tutores; identificação de problemas, definindo o caminho a seguir. Se continua o curso, caso os problemas possam ser contornados pela própria equipe, ou se deve sofrer intervenção do conteudista e consequente replanejamento das atividades subsequentes.

O número de replanejamentos podem ocorrer em função do nível de dificuldade de aprendizado da turma, bem como da experiência habilidade do formador e sua equipe na condução do curso EAD. Faz parte do processo natural, por isso, propositalmente foi representado o ciclo de vida do curso sem o seu fim.

3.3 As Tecnologias de Informação e Comunicação

O Learning Management System (LMS) ou Sistema de Gerenciamento de Aprendizado (SGA) consiste em várias plataformas construídas para o EAD.

O LMS é constituído de: AVA (ambiente virtual de aprendizagem), local virtual onde as relações aluno/tutor/professor são desenvolvidas; e os sistemas responsáveis pelo gerenciamento, catalogação de cursos, e administração de alunos, tutores, professores e coordenadores.

O AVA pode ser acessado via Web e também encontram-se em desenvolvimento adaptações na interface para TVD.

Diversos LMS são mostrados nas figuras 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 e 3.9, dentre os quais os mais usados e conhecidos são respectivamente: Moodle, TelEduc [79], Amadeus [5], AulaNet[6], Blackboard [80]. Os três primeiros são *softwares* livres.

A figura 3.4 mostra a tela do *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (Moodle). No modelo deste exemplo, as ferramentas encontram-se dispersas, ocupando os quadros esquerdo e central.

No mundo, o Moodle é um dos mais utilizados, *software* de código livre, que recebe contribuições de programadores de diversas localidades, tornando este LMS robusto e atual. Desenvolvido em PHP de forma modular, é possível customizá-lo instalando novos módulos e *plugins* disponíveis na comunidade Moodle, ou mesmo criar um novo ou alterar um existente de acordo com a necessidade da instituição de ensino. A disposição das ferramentas varia de acordo com o modelo e módulos escolhidos [81].

De acordo com pesquisa realizada pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) utilizando a ferramenta EaDList [82] aponta dentre cada AVA analisado Moodle, TelEduc e e-Proinfo⁷, o Moodle apresentou melhor performance nos critérios

⁶Nome utilizado na área de EAD para designar o professor responsável pela condução do curso.

⁷Este AVA está restrito ao âmbito da SEED/MEC.

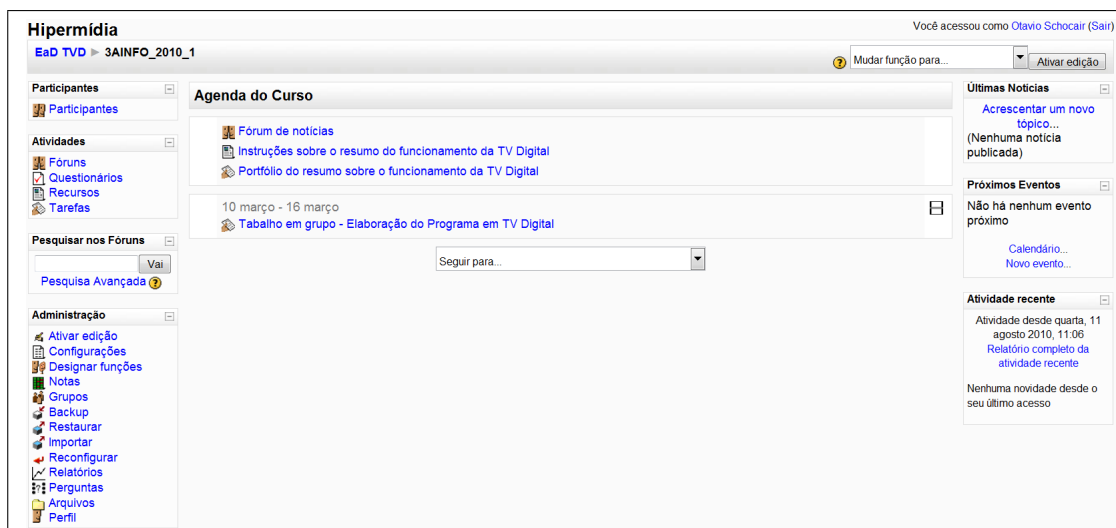


Figura 3.4: AVA Moodle

analisados, comparado aos demais.

Os critérios definidos no EaDList que serviram de base para esta escolha foram: instalação, requisitos de sistema, acessibilidade, compatibilidade, interface, ferramentas de comunicação, confiabilidade de funcionamento, capacidade de busca, customização, materiais didáticos, monitoramento/sistema de avaliação, concepção pedagógica e credibilidade [82].

A figura 3.5 mostra uma tela do TelEduc desenvolvido pelo NIED da UNICAMP [79]. Pode-se observar que todas as ferramentas ficam facilmente disponíveis no quadro do lado esquerdo. Existe uma uniformidade no layout apresentado na tela.



Figura 3.5: AVA TelEduc

O LMS Amadeus prevê o uso na web (fig. 3.6), como também em dispositivos móveis (fig. 3.7). A proposta do projeto Amadeus [5] é a utilização de diversas TICs integrando a web, dispositivos móveis e em desenvolvimento uma interface para a TV Digital, conforme figura 3.7.

Na figura 3.8 pode ser observada a tela do AulaNet. É importante destacar que

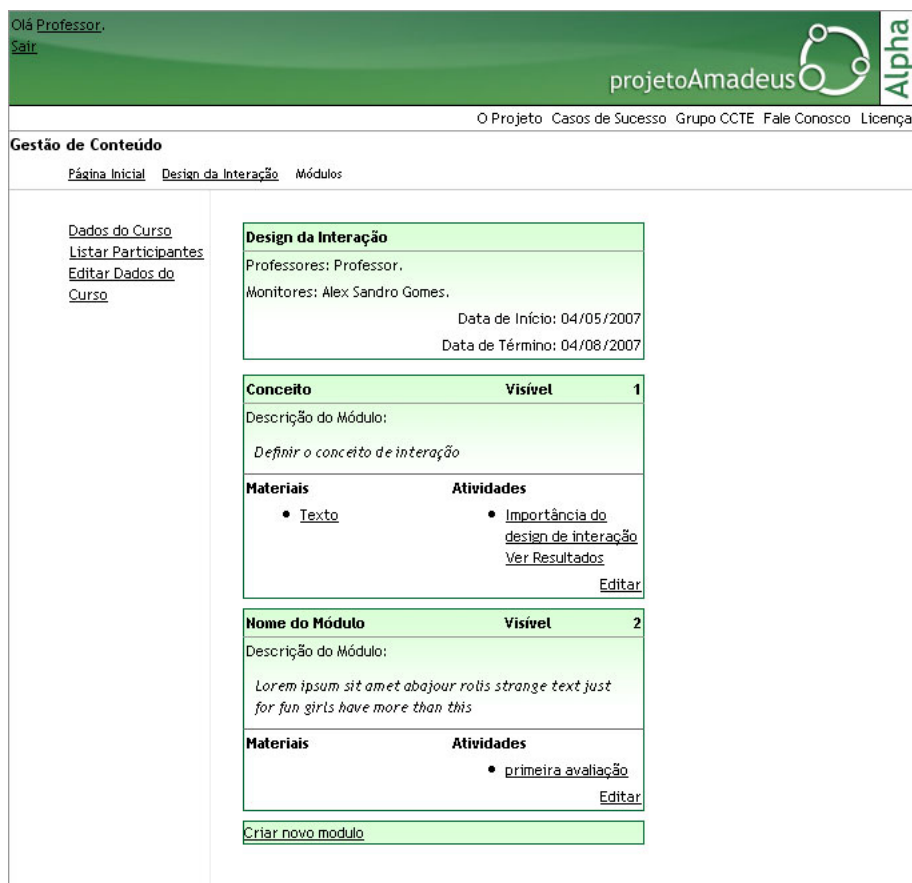


Figura 3.6: AVA Amadeus - Plataforma web [5]



Figura 3.7: AVA Amadeus - Plataforma Dispositivos Móveis [5]

as ferramentas são apresentadas no quadro lateral esquerdo. A visão do projeto e funcionamento das ferramentas podem ser encontrados em [6].

Mais tarde, Fucks [83] propôs a customização do AulaNet 3.0 para integrar ao GINGA-J através do *Web Service*.

A Figura 3.9 mostra a tela do Blackboard. Este AVA também possui design de tela customizado pelo responsável do curso. Neste exemplo as ferramentas estão



Figura 3.8: Tela AVA do AulaNet [6]

localizadas no quadro lateral esquerdo.



Figura 3.9: AVA Blackboard

As interfaces oferecidas pelo AVA podem ser classificadas como: Assíncronas, quando a interação entre os atores (alunos, tutores e formadores) não acontece ao mesmo tempo, e Síncronas, quando a interação entre eles ocorrem ao mesmo tempo, online [14].

Os cursos na modalidade EAD podem ser fechados, quando não existe possibilidade de alteração do conteúdo ao longo de seu funcionamento. Como, por exemplo, cursos instrucionais de empresas ou de aprendizados rápido como instrução de funcionamento de um determinado equipamento, ou treinamento de funcionários sobre um produto novo a ser lançado no mercado [76].

A maior parte dos cursos é do tipo aberto, ou seja, permitem interação e mudança dos cursos de acordo com o seu funcionamento. É o caso de cursos formais ou informais com interação entre professores, alunos e tutores [77].

Os cursos formais são definidos no sistema regular de ensino (EJA, Fundamental,

Médio, Técnico, Superior e Pós-Graduação). Qualquer outro curso fora do sistema de ensino regular é considerado informal. Como exemplos de cursos informais podem ser citados: cursos de aperfeiçoamento, capacitação profissional, inglês, dentre outros.

Várias vantagens do EAD podem ser citadas:

- atingir locais de difícil acesso a um determinado curso, seja pelo acesso ao local do aluno, seja pela dificuldade de encontrar profissionais na região para ministrar cursos;
- facilidade de estudo em diversos horários;
- possibilidade de atender um número maior de alunos.

Várias tecnologias foram desenvolvidas ou adaptadas para serem implementadas no LMS, podendo ser divididas em ferramentas assíncronas e síncronas [14].

Como Ferramentas Assíncronas podem ser destacadas:

- Correio Eletrônico - permite a comunicação entre os diversos atores (alunos, professores, tutores e administradores) através do próprio LMS ou da Internet;
- Vídeo sob Demanda (VoD)- pode ser solicitado pelo aluno para alguma aula que foi perdida ou que deseja ser revista, ou complementação de algum assunto abordado;
- fórum - auxilia no processo de cooperação e interação na construção do conteúdo ou seu aprofundamento. Durante o curso, são acessadas e inseridas as informações discutidas por alunos, professores e tutores através da ferramenta. Expirado o prazo desta atividade, fica disponível para consulta o histórico do assunto que foi abordado;
- Lista de discussão - semelhante ao fórum, porém, os usuários do sistema recebem por correio eletrônico as discussões. As listas podem ser moderadas e, neste caso, o moderador avaliará se deve ou não publicar na lista um determinado questionamento feito pelo usuário;
- Mural - ferramenta utilizada como quadro de avisos, onde os alunos podem ler e escrever, mas não podem alterar ou modificar os recados;
- Wiki - ferramenta colaborativa onde são explicados os significados de palavras ou temas. São construídos pelos alunos e professores. Permite um controle de versão, podendo ser retirada a versão que não estiver de acordo. Normalmente o seu acesso é livre para consulta pública mas, no caso de cursos, pode ser restrito aos participantes de um determinado curso.

Das Ferramentas Síncronas podem ser destacadas:

- Videoconferência - permite a comunicação entre os usuários do sistema com áudio e vídeo na forma bidirecional simultânea;
- Teleconferência - sistema de transmissão de imagem e som a várias localidades simultaneamente. A interação pode ser feita por correio eletrônico, telefone ou fax. O meio de transmissão utilizado pode ser: satélite, cabo ou fibra óptica. Este sistema deverá ser usado também na TV Digital e com uso do canal de interatividade como meio de interação;
- Bate-papo - ferramenta utilizada para interação em tempo real entre alunos, professor tutor e demais atores (coordenadores e administradores do sistema) através de uma página web, onde os atores podem conversar com todos, ou particularmente, com uma determinada pessoa. Muito útil para tirar dúvidas;
- Quadro Branco - esta ferramenta permite que todos os atores compartilhem a mesma tela, de forma simultânea e colaborativa, podendo escrever e anexar figuras ou gráficos.

O LMS deve prover outros módulos ou ferramentas específicas, também chamados interfaces. Como Ferramentas Específicas para o Aluno:

- Diário de Bordo - o aluno escreve suas anotações de aula ou estudo e somente ele poderá obter acesso a esta área funcionando, como um caderno de anotações virtual, fazendo referência a aulas, *sites*, acrescentando vídeos, sons e imagens;
- Portfólio - é o local onde os alunos postam os trabalhos, de forma individual ou em grupo, e que servirão como instrumento de avaliação pelo Tutor ou professor.

Como Ferramentas da coordenação do curso, podem-se citar:

- Estrutura do curso - permite que o aluno tenha conhecimento das diversas fases do curso, como: objetivos, proposta, formas de avaliação, bibliografia indicada, bibliografia comentada, textos livres, cronograma do curso, entre outras;
- Perguntas mais frequentes e respostas: são elaboradas pelos tutores e professores, com as dúvidas mais comuns. Esta ferramenta pode ser mais aperfeiçoada, conforme a continuidade de várias repetições do mesmo curso, em função das dúvidas que vão surgindo ao longo do tempo de funcionamento;

- Tutoriais - são manuais e guias elaborados sobre o funcionamento de toda a plataforma, com explicação do uso dos recursos disponibilizados pelo LMS. São disponibilizados de acordo com o perfil (aluno, tutor, professor, coordenador e administrador). Com a introdução de novos recursos agregados ao LMS, é necessária a sua complementação.

Ferramentas de Controle:

- Controle de acesso - verifica se o usuário tem acesso ao sistema e qual o seu perfil (aluno, tutor, professor, coordenador, administrador);
- Monitoramento do acesso - pode ser usado como instrumento de avaliação de quantas vezes, por exemplo, o aluno participou de alguma atividade e o tempo em que permaneceu nela, ou se participou ativamente postando documentos e respondendo a questionamentos no Bate papo;
- Geração de Relatórios - o monitoramento pode levar à geração de relatórios que, agregados ao material produzido pelos alunos, servirão de subsídio para aferição do aprendizado do aluno, pelo tutor ou professor.

As ferramentas apresentadas são os principais recursos que um LMS deve conter para proporcionar um ambiente de aprendizado ideal para o aluno.

Existe uma grande procura por cursos de curta ou longa duração que sejam ministrados através desse sistema, valorizando e flexibilizando o tempo do aluno e melhorando ou aprimorando suas carreiras profissionais e acadêmicas.

A vantagem desses cursos é a possibilidade de aprendizado em locais que não seriam viáveis, em termos econômicos e de mão de obra qualificada de ensino local.

Outro fator que leva o aluno a esta modalidade é o tempo de estudo, pois muitos não têm disponibilidade em horários fixos, como, exemplo, os que trabalham em turnos.

Nesses casos, o EAD apresenta-se como alternativa interessante, permitindo o aprendizado dos alunos, mesmo em locais a longa distância de centros onde tradicionalmente o ensino presencial seria ministrado. O EAD permite a inclusão social, ministrando cursos fundamentais para a população carente.

O EAD exige do aprendiz autodisciplina e persistência para lograr êxito. O estudo de forma atemporal, em relação ao professor ou tutor, pode causar desânimo e, conseqüentemente, evasão. As técnicas utilizadas devem garantir, sempre que possível, um aprendizado prazeroso.

Outro ponto a considerar é a afetividade na EaD, como forma de reduzir a evasão, conforme Mendes et al. [25]. Neste ponto, ferramentas de EAD contidas no AVA, como correio, bate-papo e fóruns, podem estreitar os laços entre tu-

tor/aluno ou aluno/tutor, de modo a minimizar as situações temporais nas relações aluno/tutor/formador.

3.4 Padrões de Qualidade na EaD

No Brasil, existem recomendações expressas, por meio de Referências de Qualidade escritas pela SEED/MEC para Cursos Superiores [84], mas que podem ser estendidos para qualquer modalidade.

Observando os principais pontos desses referenciais, podem ser aplicados o uso à TV Digital:

- sistema de comunicação - pode ser estendido, além do acesso à web, a sistemas televisivos. Neste caso, a TV Digital Interativa pode ser enquadrada nesta categoria;
- material didático - impresso e em meio eletrônico, poderia ser disponibilizado por meio da TV Digital;
- equipe multidisciplinar - neste aspecto além, do *designer* instrucional, pedagogos, docentes, tutores, podem ser incluídos *web designers* e, *designers* gráficos e programadores para aplicações em TV Digital⁸;

Nos Referenciais de Qualidade para EaD, faz-se alusão à necessidade da interatividade como sendo fundamental para um curso. Esta obrigatoriedade pode ser atendida para o caso da TV Digital como de Canal de Interatividade;

Para os casos dos Cursos Superiores no Brasil, existe a necessidade de encontros presenciais. Nesses encontros também podem ser usados a TV Digital Interativa (TVDI)⁹ como apoio durante as aulas presenciais. Em cursos com grande participação, como possíveis na TVD (instrumento de massa), deve-se tomar cuidado especial para a garantir a escalabilidade desses recursos humanos (dimensionamento do número de tutores presenciais nas turmas).

A elaboração de um Guia Geral de Curso, com as informações principais do curso, também poderia estar disponível via TVD.

A relação tutor/aluno e professor/aluno também faz parte das exigências como escopo para elaboração do projeto pedagógico do Curso. Neste ponto, não existe regra ou legislação específica do MEC, que estabeleça um número considerado aceitável de tutores por aluno. Sabe-se que a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

⁸Esses dois últimos incluídos pelo autor da tese como profissionais necessários na execução desta nova mídia.

⁹Terminologia utilizada quando a TV digital oferece recursos de interatividade.

adota, em seus Cursos de Especialização, a relação de dois tutores e um professor, por turma de 50 (cinquenta) alunos¹⁰.

Por último, recomenda-se que os docentes e os tutores trabalhem de forma integrada com o restante da equipe multidisciplinar, durante o planejamento e a execução do curso.

3.5 Aplicações de EAD na TVD

Segundo [7], o *T-Learning* (Aprendizado via TV) é a convergência de várias tecnologias: IP, TV Digital, Móvel, usadas no *E-Learning*, conforme a figura 3.10. Em [85], a alta penetração e aceitação da TV, que representam um mercado potencial para a aceitação do *T-Learning* na TV Digital.

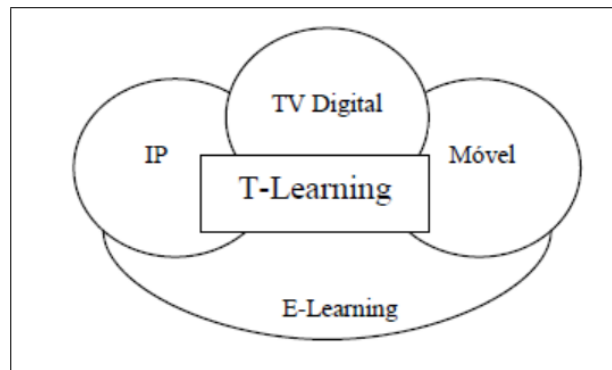


Figura 3.10: Convergência de Mídias [7]

No mundo, algumas experiências do uso da TVDI podem ser relatadas:

- na Inglaterra, o canal BBC [86], com a experiência do programa *SOS Teacher*, figura 3.11. Os estudantes acessam serviços disponíveis pelo canal de TV digital e enviam perguntas ao professor através do envio de correio eletrônico pelo STB ou telefone. Em cerca de trinta minutos, um grupo de professores responde aos questionamentos via TVDI. As perguntas também são armazenadas, de forma que os estudantes possam acessá-las pelo serviço de vídeo sob demanda, no horário que desejarem;
- no canal de TV a Cabo Panda, em Portugal [87], com programas educacionais interativos para crianças, como: jogos educativos, cartões postais eletrônicos, que podem ser reenviados a amigos, tudo com acesso via STB, com auxílio do disco rígido para armazenagem e posterior envio de informações;

¹⁰Observação feita pelo autor desta tese, enquanto foi aluno da instituição.



Figura 3.11: Programa *SOS Teacher*

- relato em [87] do projeto VEMiTV, em Portugal, como auxílio de crianças na escola.

No Brasil, também existem aplicações, como a pesquisa na área de educação do CPqD com o projeto SAPSA - Serviço de Apoio ao Professor em Sala de Aula [8, 88] que permite o uso da TVD, no EAD ou como apoio às aulas presenciais. A figura 3.12 mostra o exemplo da tela de apresentação do sistema.



Figura 3.12: Interfaces do Projeto SAPSA [8]

Outro trabalho em desenvolvimento é a interface do LMS para TVD do Projeto Amadeus na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) [9], que pretende integrar a Web, dispositivos móveis e a TV Digital ao mesmo LMS. O exemplo da figura 3.13 mostra uma aula interativa no laboratório virtual de eletricidade, usando a interface para TVD produzida para o Amadeus. O aluno pode fazer simulação alterando os valores da corrente e observando o resultado da experiência.



Figura 3.13: Interfaces do Projeto Amadeus para TVD [9]

Em [24] encontra-se uma ferramenta educacional que permite a visualização de conteúdos RSS, consultadas nos *feeds*¹¹ dos *sites* escolhidos pelo teleparticipante, durante a apresentação de um programa e/ou teleaula. A mensagem fica circulando, no canto inferior do vídeo, quando o teleparticipador escolhe executar a aplicação e a URL contendo o RSS (fig. 3.14).



Figura 3.14: Tela da Aplicação da Ferramenta Educacional Leitor de RSS

¹¹Representa o caminho para o conteúdo do RSS.

Capítulo 4

Objetos de Aprendizagem

Neste capítulo serão abordados os conceitos de Objetos de Aprendizagem (OA) e formas de descrição. Serão discutidos alguns formatos importantes para classificação de OA.

Como suporte ao armazenamento e consulta de OA, serão tratados o LDAP e a tecnologia de *Web Service* (WS).

4.1 Conceito de Objeto de Aprendizagem Reutilizável

Os Objetos de Aprendizagem¹ podem ser definidos como uma entidade educacional que pode permitir o reuso e, portanto, constituem Objeto de Aprendizagem Reutilizável (OAR) [89].

Esses objetos podem ser definidos como entidade educacional, considerados meios físicos ou digitais que ensejam aprendizado, como texto, figuras, áudio e vídeo. As atividades combinadas dessas entidades podem gerar um novo OA.

Dentre as vantagens do uso de OA, podem ser destacadas:

- possibilidade de reuso do OA;
- produção de aulas e outras instruções com fins de aprendizagem;
- portabilidade - possibilidade de distribuição do mesmo OA para vários AVAs, de localidades distintas;

Problemas encontrados na aplicação de OA:

- definição da escolha do formato de OA, visando a interligação com outros repositórios;

¹Alguns pesquisadores denominam os OAs como Elementos de Aprendizagem.

- replicação das bases de OA;
- escalabilidade no acesso à consulta a diversos repositórios;
- soluções para a interoperabilidade entre as bases de formatos distintos. Uma das soluções encontradas em [90] foi a utilização de uma interface que permitia a operação entre repositórios, mesmo os que não utilizavam o padrão SCORM.

4.2 Tipos de Formatos

Existem vários formatos que descrevem como o OA pode ser apresentado ou modelado como um conjunto de metadados, definição de atributos, normalmente em XML, para facilitar a integração entre os diversos repositórios criando uma padronização. Nos itens posteriores, serão descritos somente os que serão utilizados como referência nesta tese.

4.2.1 *Learning Object Metadata* (LOM)

O formato LOM foi criado pelo IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) [91], sendo utilizado em diversos repositórios como: CAREO (Australiano), Merlot (Americano) e repositórios brasileiros como CESTA e RIVED. Esta norma aberta possui os seguintes grupos de categorias:

- Geral - refere-se a generalidades, como: identificação, informação sobre o OA;
- Ciclo de vida - refere-se ao tempo, como: data de criação, versão, duração;
- Metadados - descreve a forma como os dados serão descritos, como: XML, RDF, OWL;
- Técnico - requisitos do objeto, como: aderente ao SCORM, aderente ao MPEG 7, formato do arquivo, *software* usado, localização;
- Educacional - requisitos educacionais como: tipo de ensino (informal, formal, médio, técnico), tipo de avaliação (prognóstica, formativa, somativa), linha pedagógica (construtivista, behaviorista);
- Direitos autorais - como autor, pagamento, tipo de licença;
- Relacionamento - relação do OA analisado com outros do mesmo grupo;
- Descrição - palavras chave, breve resumo;
- Classificação - faixa etária recomendada, gênero.

4.2.2 *Sharable Content Object Reference Model (SCORM)*

É um modelo de referência composto de padrões e especificações, desenvolvido pela *Advanced Distributed Learning (ADL)*, usado para permitir a interoperabilidade entre o OA de um AVA para outro do mesmo desenvolvedor ou não, permitindo o compartilhamento desses Objetos de Aprendizagem.

São exemplos de AVA comercial que suporta o SCORM: Blackboard, Adobe Connect, AulaNet². Outros não comerciais, como: Moodle e Sakai, também permitem o uso do SCORM. Sendo assim, é possível produzir e executar um OA no Blackboard e levá-lo para o Moodle, mantendo o mesmo conteúdo.

O SCORM 2004 4ª edição, versão 1.1, é formado segundo as especificações baseadas em três livros:

- Modelo de Agregação de Conteúdo - especifica como deve ser criado, a partir dos ASSETS³, posteriormente agrupados em SCO⁴, que, encapsulados, forma o OA no padrão SCORM [92];
- Ambiente de Execução - trata-se do ambiente de comunicação entre o OA no padrão SCORM e o LMS [93];
- Sequenciamento e Navegação - estabelece regras de percurso que permitem, por exemplo, o acompanhamento das atividades dos alunos, através do que foi definido previamente na Agregação de Conteúdo [94].

Vantagem do uso do SCORM:

- reuso e compartilhamento do OA - permite que possam ser utilizados por mais de um AVA;
- longevidade - seu conteúdo pode permanecer o mesmo, independente do modelo do AVA e tecnologias que possam surgir para sua apresentação;
- independência e portabilidade - Permite que o conteúdo do OA, desenvolvido por um *software* de autoria⁵, seja modificado por outro *software* e inserido em qualquer AVA, desde que o OA e o AVA sejam compatíveis com o padrão SCORM.

Deficiências do padrão SCORM:

²Somente na versão comercial.

³Pequenos elementos de aprendizagem (imagem, texto, vídeo).

⁴São ASSETS já agrupados.

⁵Que suporte o padrão SCORM.

- não permite o uso de OA em interfaces do AVA como bate-papo, correio, atividades individuais ou em grupo;
- atividades interativas que utilizem a abordagem baseada em problemas são difíceis de serem modeladas neste padrão.

4.2.3 MPEG-7

O padrão *Motion Picture Experts Group* (MPEG) - 7 pode ser usado para indexação, produzindo metadados que descrevem uma mídia, sendo normalmente usado em vídeos. O padrão MPEG-7 é definido de forma mais usual como ISO/IEC 15038, de Interface de Descrição de Conteúdos de Multimídia.

O objetivo principal do MPEG-7 é descrever o conteúdo da mídia. Diversos *softwares* podem ser utilizados para prover o arquivo MPEG-7, que vai anexo ao arquivo da mídia. O padrão é dividido nas ferramentas:

- Descritores - definem a sintaxe e semântica de cada mídia em XML, como, por exemplo, cor, movimento, timbre;
- Esquemas de Descrição - definem a estrutura e a semântica dos relacionamentos entre descritores ou outros esquemas;
- Linguagem de Definição de Descrição - linguagem que fornece os meios para que os descritores sejam inseridos nos esquemas.

O *software IBM Videoannex Tool* permite a extração de anotações durante a visualização do vídeo no formato MPEG-7. A extração das características, a partir da observação do vídeo, gera um arquivo contendo metadados da descrição do vídeo em XML.

4.3 Ontologia

Representa a especificação formal e explícita dentro de um domínio. De acordo com Noy [95], pode existir mais de um meio para definir a ontologia do mesmo domínio.

A expressão da ontologia pode ser determinada através das seguintes linguagens derivadas do XML e recomendados pelo *World Web Consortium* (W3C) para representação de metadados:

- RDFS - o *Resource Description Framework Schema* é uma linguagem declarativa com uso de esquemas, que possuem quadros que permitem a descrição das classes usadas, de forma semelhante ao conceito de orientação a objeto;

- OWL - o *Web Ontology Language* - permite a criação de ontologias voltadas à *web*, fornecendo informações sobre conceitos e propriedades dos elementos do domínio. Usa componentes da linguagem, os *namespaces*, que identificam o nome da ontologia e a URL, dentre outras anotações do cabeçalho padrão da linguagem. As Classes representam objetos, pessoas e coisas descrevendo o conceito do domínio. Indivíduos pertencem a classes e podem ser relacionados com outros indivíduos. Propriedades descrevem fotos, podem referir-se a membros da classes. Restrições são limites impostos para indivíduos pertencentes a uma classe (quantificadores, cardinalidade e tipo).

O *software* Protégé [96] é gratuito, sendo muito utilizado na área para construção de Ontologias e exporta arquivos nos formatos discutidos, além do *html*. Este *software* foi utilizado na construção da Ontologia usada nesta tese.

Existem diversas Ontologias em variadas áreas do conhecimento, como educação [97], medicina [98], esporte [99]. O *software* Protégé foi utilizado em todas as referências citadas.

4.4 *Lightweight Directory Access Protocol* (LDAP)

O LDAP [100] é um serviço de busca baseado em árvore de diretórios, sendo um dos mais utilizados para consultas. O OpenLDAP, versão de *software* livre do LDAP, utiliza os bancos LDBM e BerkeleyDB, sendo este último o mais utilizado.

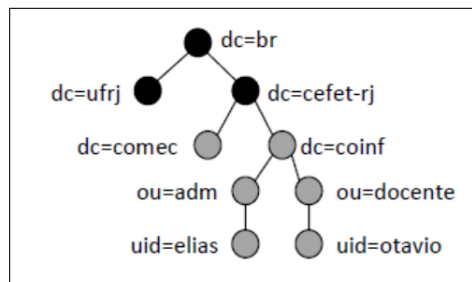


Figura 4.1: Exemplo de Estrutura do LDAP

Na figura 4.1 a estrutura do LDAP está baseada no DNS. Cada elemento "dc" corresponde ao domínio, sendo o primeiro ao raiz, o segundo a empresa e o terceiro o setor. O elemento "ou" corresponde ao grupo ou organização, o setor. Neste exemplo, temos a organização *docente* e a organização *adm*. Por último, o elemento *uid* correspondendo ao usuário. O "dn" indica a posição do ponteiro do LDAP para a entrada.

Considerando o exemplo da figura 4.1, uma entrada de dados possível seria:

```

dn: uid=otavio,ou=docente,dc=coinf,dc=cefet-rj,dc=br
objectClass: top
objectClass: person
objectClass: posixAccount
objectClass: intOrgPerson
cn: otavio
sn: schocair
mail: schocair@gmail.com

```

O armazenamento da informação no banco segue um formato pré-definido através de *schema* (esquemas). Cada elemento no esquema é representado por um Identificador de Objetos (OID), que é previamente cadastrado no *Internet Assigned Numbers Authority* (IANA) .

Um exemplo de construção de esquemas com classes de objetos e seus respectivos atributos pode ser encontrado detalhadamente em [101]. Considerando um prefixo X, correspondente ao OID da *minha* empresa cadastrada no IANA, a tabela 4.1 apresentada mostra o prefixo do OID X.2, considerando o uso do LDAP. Ainda considerando a mesma tabela referenciada na citação, podem ser construídos: X.2.1 (Ramo de tipo de atributo), X.2.1.x (*meu* atributo), X.2.2 (ramo da classe de objeto) e X.2.2.x (*minha* classe).

Tabela 4.1: Hierarquia da OID no LDAP

OID	Correspondente
X	Código da <i>minha</i> empresa
X.2	Elementos do LDAP
X.2.1	Ramo do tipo de atributo
X.2.1.x	Meu atributo
X.2.2	Ramo da classe de objeto
X.2.2.x	<i>Minha</i> classe

Na mesma referência [101], é explicado o formato da definição dos tipos de atributos na [101, tabela 8.3], com as sintaxes mais utilizadas com seu respectivo OID e descrição. E na [101, tabela 8.4] da mesma referência, podem ser encontradas as regras mais usadas com seu respectivo OID e descrição.

O entendimento do seu funcionamento é importante para a compreensão do esquema desenvolvido nesta tese, que será apresentado na seção 5.6.

O LDAP permite ainda que os dados armazenados em seu diretório sejam replicados, totalmente ou em parte, para um ou mais servidores, garantindo maior redundância de informações, além de melhor distribuição de carga, aumentando a disponibilidade, tornando uma solução escalável.

Aplicações desenvolvidas para o LDAP podem ser usadas para autenticação de usuários, com armazenamento de dados pessoais, acesso remoto a objetos, como em Java, e também como repositório de Objetos Aprendizagem.

4.5 Tecnologia *Web Service* (WS)

É uma tecnologia que permite que um conjunto de métodos sejam acessados remotamente e que aplicações sejam executadas remotamente, independente da plataforma⁶ pela *web*, normalmente via protocolo HTTP, embora outros protocolos, como FTP e SMTP, possam ser aceitos. O W3C define padrões de comunicação e formas de difusão dos serviços.

Existem diversas aplicações para os WS que vão desde aplicações em comércio eletrônico, acesso a banco de dados via web e consultas bancárias e outras aplicações que necessitem também de acesso seguro são incluídas nesta tecnologia.

O WS não necessita que o cliente saiba onde estão localizados os dados a serem “consumidos”, atua como intermediário desses dados. Por exemplo, é possível consultar uma base LDAP através do WS, sem contudo saber mais detalhes do acesso ao LDAP.

Para melhor compreensão do funcionamento do WS, a figura 4.2 apresenta seus componentes principais.

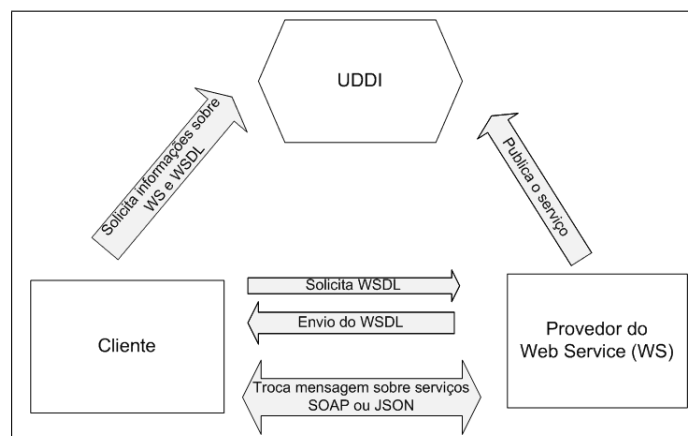


Figura 4.2: Arquitetura do *Web Service*

4.5.1 *Universal Description, Discovery and Integration* (UDDI)

O UDDI atua como repositório, com informações de localização do WS e dos descritores dos serviços do WSDL do provedor do WS. Em alguns casos, contém todo

⁶Entenda-se plataforma no sentido de diversos tipos de Sistemas operacionais e linguagens como LUA, ASP e PHP.

o conteúdo do WSDL. O provedor do WS publica os serviços e sua descrição no UDDI, que posteriormente serão consultados pelo cliente WS.

4.5.2 *Web Services Description Language (WSDL)*

Fornece informações sobre os métodos das classes do provedor do WS. O WSDL pode ser armazenado tanto no Provedor de serviço como no UDDI.

4.5.3 *Simple Object Access Protocol (SOAP) x JavaScript Object Notation (JSON)*

Tanto o SOAP como JSON podem ser utilizados como formas de troca de informações entre Cliente, Provedor e UDDI. O SOAP é derivado do XML baseado em quadros, com encapsulamento, cabeçalho e corpo. E o JSON com os dados dispostos em vetores, de acordo com a recomendação RFC 4627 [102].

Um trecho comparativo entre os dois códigos SOAP e JSON são vistos: no sentido cliente-provedor (tabela 4.2) e no sentido provedor-cliente (tabela 4.3).

O código JSON oferece menos *overhead*, ponto importante a ser considerado, se for aplicado em dispositivos embarcados⁷ ou em dispositivos com baixa capacidade de processamento e armazenamento.

Tabela 4.2: Comparativo dos Códigos SOAP x JSON - Requisição do Cliente.

Requisição SOAP
<pre><soap:Envelope xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"> <soap:Body> <getCurso xmlns="http://www.schocair.com/ws"> <cursoID>15</cursoID> </getCurso> </soap:Body> </soap:Envelope></pre>
Requisição JSON
<pre>{"Curso": [{"cursoID": "15"}]}</pre>

⁷Entende-se como embarcado os circuitos informáticos embutidos em outros equipamentos eletrônicos, por exemplo, STB ou TV com conversor digital.

Tabela 4.3: Comparativo dos Códigos SOAP x JSON - Resposta do Provedor de Serviços.

Resposta SOAP
<pre><soap:Envelope xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"> <soap:Body> <responseCurso xmlns="http://www.schocair.com/ws"> <cursoID>15</cursoID> <nomeCurso> Básico em TV Digital</nomeCurso> <descricao>Conceitos básicos de TV Digital</descricao> </responseCurso> </soap:Body> </soap:Envelope></pre>
Resposta JSON
<pre>{"Curso": [{"cursoID": "15", "nomeCurso": "Básico em TV Digital", "descrição": "Conceitos básicos de TV Digital"}]</pre>

Capítulo 5

A TV Digital como Recurso de EAD através de uma Arquitetura Escalável

Neste capítulo será detalhado o Sistema de Gerenciamento de Aprendizado Distribuído (SiGAD), em Mendes [27], como uma das soluções e contribuição desta tese para o problema da escalabilidade sob o aspecto tecnológico. As camadas deste sistema são descritas nas seções abaixo, com destaque para a contribuição de uma Ontologia de OA para TVD com o uso do *Web Service* (WS) distribuído para acesso ao STB. Este mesmo WS permite acesso ao LMS distribuído, também contribuição desta tese. Este sistema pode ser aplicado tanto a cursos pertencentes à grade de programação de TV regional como em cursos da grade de TV nacional. A descrição dos serviços do SiGAD é apresentada nas subseções 5.3.1 e 5.3.2.

5.1 Descrição da Arquitetura

Considerando a TV como um instrumento de massa, é razoável supor que um curso com expressão nacional¹ ou regional², dependendo do público alvo, tenha muitos alunos inscritos e participantes.

Considerando ainda essa afirmativa, há de se pensar numa solução tecnológica, utilizando a TV Digital, que atenda às expectativas de muitos usuários, acessando simultaneamente, para pesquisas ao OA ou no LMS, para fazer atividades e/ou consultar notas. Sem os devidos cuidados, uma arquitetura cliente servidor sem distribuição não seria aceitável, dada a quantidade de acessos ao sistema.

¹Curso oferecido em toda a extensão territorial do país, em cadeia televisiva nacional.

²Curso oferecido abrangendo apenas uma determinada região do país, em sintonia com a área de concessão do canal de TV da localidade.

Com isso, a contribuição do Sistema de Gerenciamento de Serviços de Aprendizado Distribuído - SiGAD, permite que cursos sejam acessados pelos alunos através do STB ou conversor digital, embutido na própria TV, sendo uma das soluções de escalabilidade, pois muitos alunos concorreriam ao acesso a repositórios de OA ou ao LMS.

O SiGAD é composto de um sistema multicamadas, conforme figura 5.1, onde a primeira camada é representada por aplicações NCL/LUA, transmitidas pela emissora de TV durante uma teleaula, ou mesmo ao longo de sua programação, de forma assíncrona em relação seu conteúdo televisivo. A segunda camada é composta de servidor *proxy*³, que controla o encaminhamento aos vários *web services* distribuídos existentes, de acordo com a demanda, fornecendo suporte segundo o número de telespectadores conectados. A terceira e última camada permite o acesso ao Repositório Distribuído de OA ou ao LMS Distribuído.

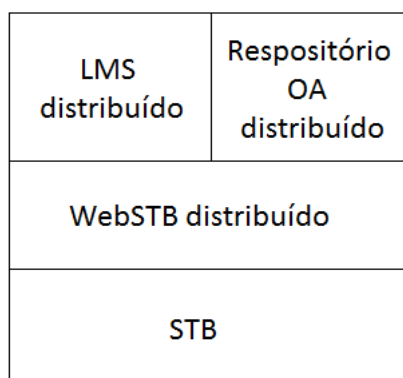


Figura 5.1: Representação Multicamada SiGAD

A figura 5.2 mostra todo o sistema e a forma de ligação os componentes. O ponto principal é o telespectador, que acessa todo o sistema de forma transparente⁴, através do WS, aqui denominado WebSTB distribuído.

O WebSTB suporta consulta a curso, através do LMS Distribuído, e consulta aos repositórios de OA distribuído. O *proxy* deve encaminhar ao WebSTB que estiver mais disponível para atendimento ao STB.

Para acesso múltiplo ao mesmo STB, foi considerado o uso de dispositivos móveis, permitindo consultas individuais aos cursos ou a OA pelos alunos.

Nas seções posteriores serão detalhados cada sub-sistema.

³A função deste servidor é procurar o WebSTB que estiver mais disponível para o atendimento.

⁴O usuário não percebe que o acesso é realizado de forma indireta através do WebSTB - segunda camada da arquitetura.

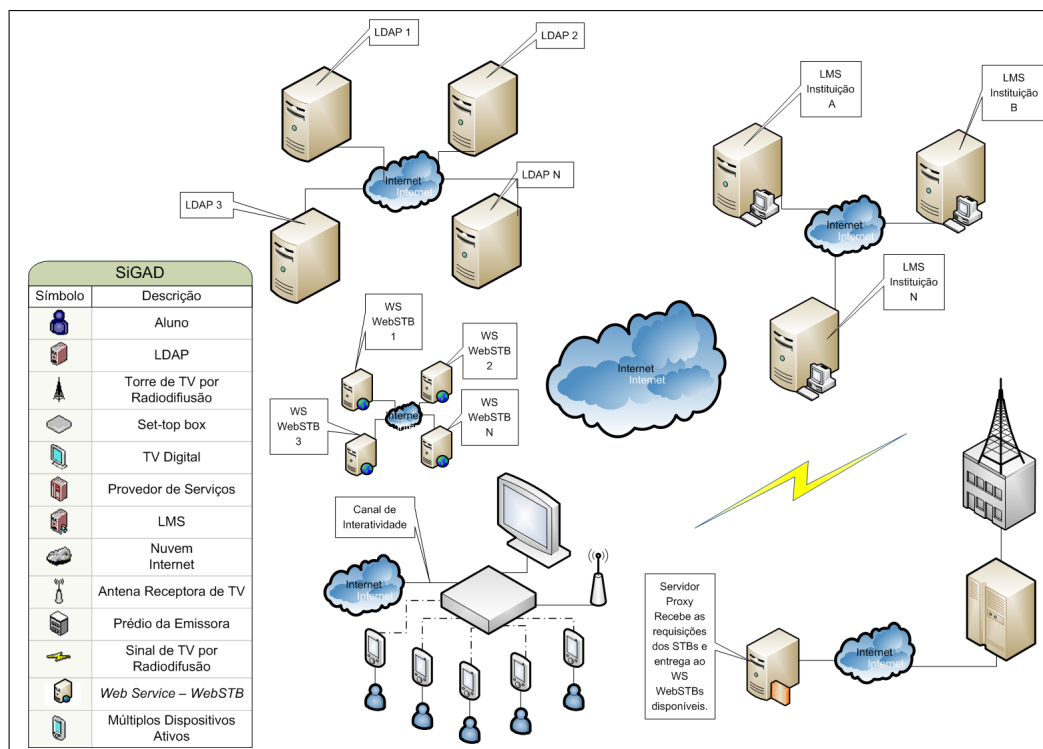


Figura 5.2: Arquitetura do SiGAD

5.2 Trabalhos Relacionados

Alguns trabalhos na área de TVD merecem destaque e estão relacionados com o EAD e com esta pesquisa. porém, para mencionar os trabalhos conexos existentes, a complexidade do sistema proposto recomenda sua divisão em partes, a saber: aplicação e acesso ao Repositório de OA, com a construção de Ontologia, e ao LMS.

Sobre o acesso ao Repositório de OA em Vicari [103], encontra-se a formação de grupo de trabalho, intitulado GT-FEB Federação de Repositórios Educa Brasil, financiado pela Rede Nacional de Pesquisas (RNP). Relatórios disponíveis na Internet mostram o andamento da pesquisa, iniciada em 2008. Propõe a utilização de repositórios de OA, formando uma federação onde o usuário poderia, numa única interface *web*, consultar quaisquer bases de OA, ou todas. Está prevista, mas não implantada e detalhada, uma interface para acesso aos repositórios através da TVD.

Com relação ao protótipo da FEB, não há como saber em detalhes o seu funcionamento. Toda a consulta aos relatórios técnicos foi realizada através de busca ao *site* do grupo, como evidenciado no parágrafo anterior. Sabe-se que o princípio de funcionamento baseia-se na busca ao OA através de um mecanismo de busca a vários repositórios que são previamente cadastrados, podendo ser replicada para uma base local, facilitando assim as próximas consultas.

A comunicação é feita através do protocolo LDAP, para as bases que possuam este tipo de servidor. Em bases que não possuem este protocolo, foi desenvolvido

um *parser* para fazer a conversão do padrão OAI-PMH para o padrão aceito pelo LDAP.

Em Sousa [104], encontra-se uma proposta de interface para o LMS Amadeus para TV Digital, que foi desenvolvido em PHP.

Em [105] foi desenvolvido um *plugin* para o LMS Moodle, que implementa um *webservice* para ser acessado pelo STB, para consultas aos cursos no Moodle.

Em Prieto-Blázquez et al. [97], encontram-se ontologias referentes à seleção de melhores recursos para ensino em laboratório virtual. Em Binfeng [98], apresenta-se a construção de uma base de conhecimento na área médica. Todos os trabalhos referenciados neste parágrafo utilizam a ferramenta de construção do Protégé. Esta ferramenta foi também utilizada nesta tese para construção da Ontologia OATVD, proposta como contribuição.

Com relação à pesquisa aqui desenvolvida, não foram encontradas pesquisas semelhantes sobre o uso do LMS de forma distribuída e sua metodologia de aplicação, propostas na tese, como também a interligação em um mesmo sistema, envolvendo o repositório de OA e LMS distribuídos, adaptados para a TVD.

Propostas utilizando metodologias de concepção diferentes, no que tange à construção de Repositório de OA distribuído, foram encontradas em Vicari [103] e discutidas em parágrafos anteriores.

Estudos correlatos dos LMS, adaptados para a TVD, nesta seção, não levaram em conta a sua forma de utilização distribuída, metodologia em escala e consequente escalabilidade tratada nesta tese.

5.3 O *Learning Management System* Distribuído

O LMS distribuído (fig 5.3), contribuição desta tese como uma das soluções para o problema da escalabilidade, é composto de vários LMS, descentralizados por regiões⁵, onde os locais geográficos com maior número de habitantes podem ser ainda subdivididos.

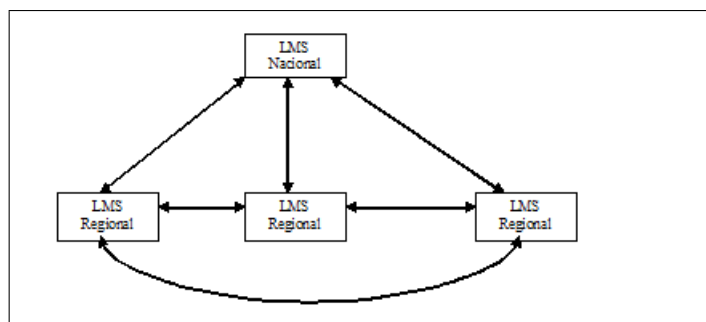


Figura 5.3: *LMS Distribuído*

⁵No caso do Brasil, em Estados e Municípios.

A proposta de divisão em cursos regionais e nacionais é baseada no conceito das grades⁶ de programação de TV (fig. 5.4), através de filiais ou afiliadas das emissoras de forma a manter o conteúdo regional, respeitando assim as diferenças culturais existentes no país.

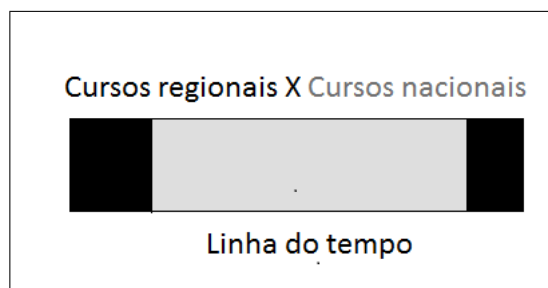


Figura 5.4: Janela de Programação da TV

Neste modelo é feita uma associação, veiculando os cursos regionais às grades de programação regionais (em preto) e os cursos com abrangência nacional (em cinza) à grade nacional. Desta forma é possível atender a necessidade de demandas por cursos locais e também a cursos de abrangência nacional.

Cada LMS é associado a uma ou mais entidades de ensino, que encaminham ao provedor de serviços da emissora para transmissão de Cursos na modalidade EAD de sua região. Podem ser usados em cursos nacionais ou regionais, conforme o público alvo.

Nas subseções seguintes serão apresentadas as diversas funções dos principais atores e serviços para os cursos abrangência nacional e regional/local⁷.

5.3.1 Cursos Nacionais

Os usuários dos cursos são armazenados no LDAP distribuído, onde cada LMS utiliza, como informação de cadastro, os usuários armazenados no seu LDAP respectivo.

Existe um LDAP nacional que concentra todas as informações repassadas através de replicação e relação de confiança entre os demais LDAPs regionais. Com isso, é possível identificar todos os usuários, bem como emitir informações estatísticas de cada Pólo⁸/Sede⁹ do Curso de abrangência nacional.

Os cursos nacionais, como foi dito, têm sua veiculação através de horários pertencentes à grade de programação nacional da emissora.

⁶Grades correspondem a intervalos de tempo da programação da TV.

⁷Algumas afiliadas têm a função de transmitir a programação local, diferenciada de todo o estado (região).

⁸Unidade física onde os alunos mantêm contato administrativo e podem realizar atividades presenciais.

⁹Representa a localidade de funcionamento da instituição, dependendo da estrutura do curso o aluno também pode realizar suas atividades presenciais.

Durante uma teleaula, é possível transmitir aplicações interativas que permitam o acesso a consulta de notas, realização de aulas-atividades, outros acessos ao AVA e/ou ao OA. Cada aluno deverá acessar o AVA de sua região, através de um menu interativo, que aparecerá durante a aula ou após, utilizando o controle remoto do STB ou da TVD com conversor embutido.

A descrição sumária dos serviços e funções para o suporte aos cursos é apresentada abaixo:

a) Administração Nacional de Tecnologia da Informação (TI) (fig. 5.5);

- infraestrutura de vídeo, áudio e dados;
- gera estatísticas nacionais da qualidade e problemas no sistema de Transmissão Digital;
- infraestrutura de recepção do canal de interatividade;
- disponibiliza recursos à Administração Nacional de EAD;
- garante a integridade e segurança das informações Nacionais enviadas e recebidas;
- gera estatísticas Nacionais da Rede referentes ao canal de interatividade de seus enlaces e também dos demais enlaces espalhados pelas regionais.

b) Administração Nacional do Sistema de EAD (fig. 5.6);

- define política de acesso nacional;
- gerencia as funcionalidades do LMS Nacional, delegando a outros atores do sistema quando necessário;
- geração de estatísticas por curso (número de professores, tutores e alunos, acessos, material disponibilizado etc..), baseado em informações coletadas nas regionais;
- inclusão de Administradores Regionais, para os cursos nacionais sobre os quais terão o controle;
- inclusão de coordenador nacional de um determinado curso, possuindo nível de acesso principal para exclusão de coordenadores locais, professores locais, tutores e alunos;
- planejamento e controle de custos de um determinado curso nacional.

c) Coordenação Nacional do curso (fig. 5.7).

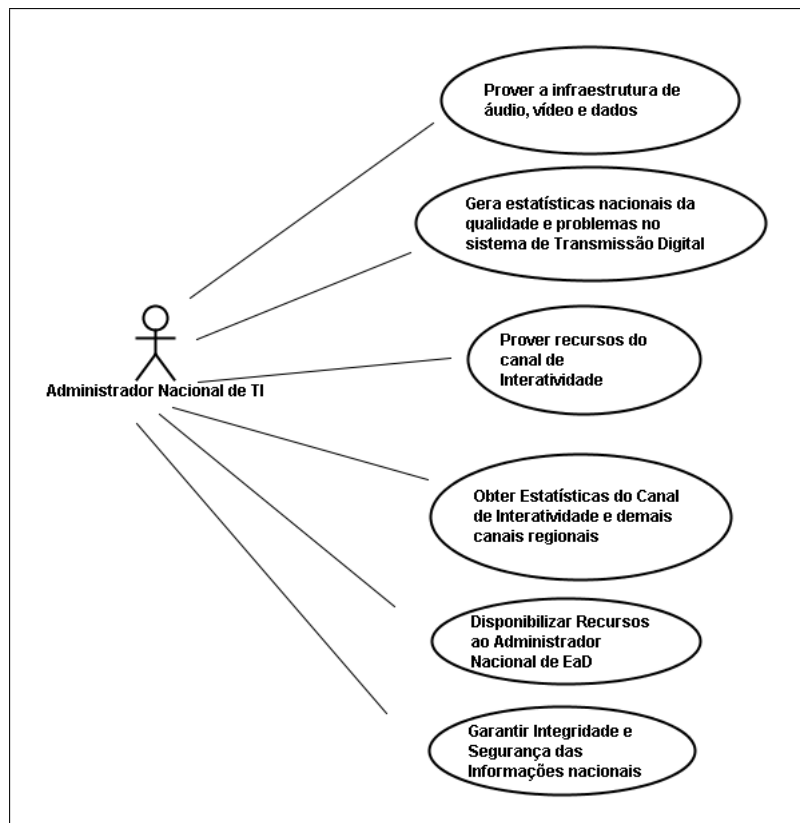


Figura 5.5: Diagrama de Caso de Uso - Administrador Nacional de TI

- propõe cursos em nível nacional;
- composto de vários coordenadores de curso;
- inclui professores que auxiliarão na composição de material;
- os coordenadores são responsáveis pela proposição do desenho dos cursos juntamente com os professores que atuam em nível nacional;
- define políticas nacionais de acompanhamento aos cursos (conteúdo, avaliação);
- preparação de principais palestras e aulas em conjunto com os professores do curso.

d) Professor Nacional do curso(fig. 5.8)

- auxilia na elaboração do curso e composição de material;
- ministra teleaulas;
- plantão de dúvidas de conteúdos e questionamentos dos tutores de nível maior de cada região;

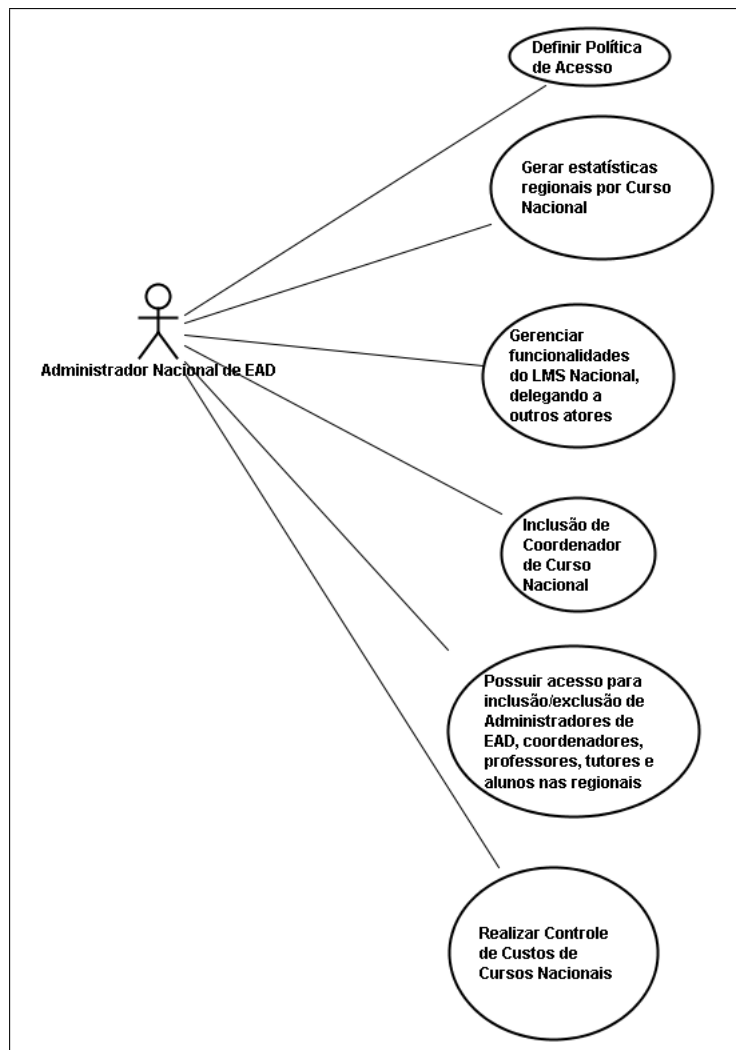


Figura 5.6: Diagrama de Caso de Uso - Administrador Nacional de EAD

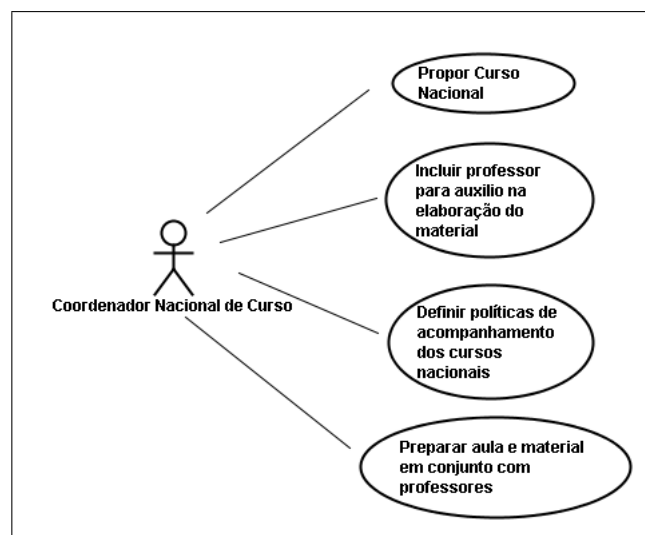


Figura 5.7: Diagrama de Caso de Uso - Coordenador de Curso Nacional

- dá parecer sobre avaliação do aluno caso haja discordância entre aluno e tutor;

- fornece gabarito de avaliações do Curso Nacional, nas questões que forem elaboradas pela área nacional.

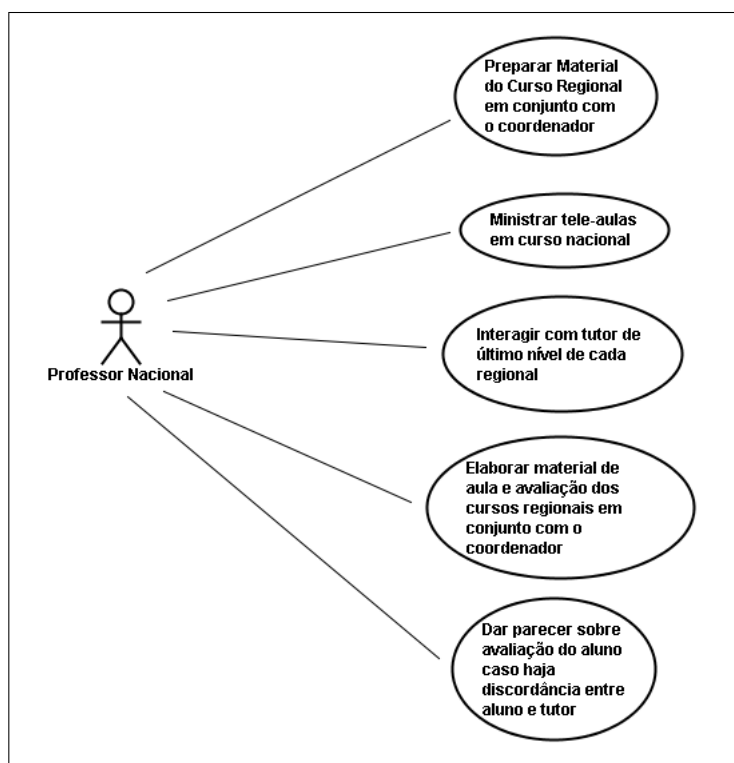


Figura 5.8: Diagrama de Caso de Uso - Professor Nacional de Curso

Algumas considerações:

Dependendo do projeto, o curso nacional, pode conter partes regionais/locais, de acordo com cada região. Neste caso, os professores regionais podem contribuir e/ou participar ativamente na preparação da parte do curso que será exclusiva da região. Esta situação é análoga aos noticiários na TV, onde esses programas incluem uma parte regional (todo o Estado) e outra local, exclusiva da área de abrangência da emissora local.

Para a construção do curso, deve ser informada, a todas as sedes que administrarão os cursos, a versão do OA que formará as atividades no AVA, de tal sorte que todos tenham a mesma versão, garantindo assim a uniformidade e a integridade desses cursos.

Outro ponto é o suporte da tutoria aos alunos, que será coordenado por professores das Sedes/Polos nas regionais, de acordo com a complexidade dos cursos e o número de alunos inscritos.

Os alunos são matriculados por região de abrangência da emissora de TV e Sede/Polos associados, como parte da solução do problema da escalabilidade.

Considerando-se que a TV é instrumento de massa e pode oferecer cursos de grande procura, seria inviável o acesso de todos os alunos ao mesmo AVA. Neste caso,

os acessos são distribuídos pelos vários LMS vinculados à Sede/Polos espalhados pelo território.

Vantagem: o uso do LMS distribuído apresenta como uma das soluções para o problema da escalabilidade referente ao acesso a pontos distribuídos de acordo com a região onde os alunos se encontram, diminuindo acesso concentrado em uma única instituição. Otimizando assim os recursos tecnológicos (redes de computadores e acessos aos servidores) e recursos humanos (acesso aos tutores, professores e coordenadores).

Desvantagem: considerando a manutenção de Curso Nacional, distribuído por regiões, se não houver o devido cuidado, pode ocorrer problemas com relação consistência da versão do curso a ser apresentado de conteúdo diferente. Caso não ocorra um controle efetivo, o mesmo aluno poderá matricular-se no mesmo curso em mais de uma instituição (regiões diferentes). Nessas duas situações como o sistema é distribuído, mas interligado, pode ser feito um controle versão e de alunos matriculados previamente.

5.3.2 Cursos Regionais

Existe a possibilidade de cursos totalmente elaborados pela região, conforme grade própria da localidade, de acordo com o perfil e necessidades do aluno.

Na proposta, os cursos regionais estão associados à grade de programação regional da emissora¹⁰.

Nos grupos de serviços regionais descentralizados, atuam:

a) Administrador Regional de TI (fig. 5.9):

- responsável pela infraestrutura local de transmissão;
- obtém estatísticas de acesso regional ao canal de retorno e transmissão digital;
- recebe as solicitações do administrador geral de TI quanto à janela de programação nacional, mas também possui autonomia para ignorar e/ou imprimir sua própria programação fora ou dentro de janelas pré-estabelecidas pela área nacional;
- garante a integridade e segurança das informações regionais entre seus usuários locais.

b) Administrador Regional de EAD (fig. 5.10):

- gerencia as funcionalidades do LMS regional, delegando a outros atores do sistema quando necessário;

¹⁰Entendem-se como grade de programação regional os conteúdos transmitidos pela emissora de TV somente para a região de sua abrangência.

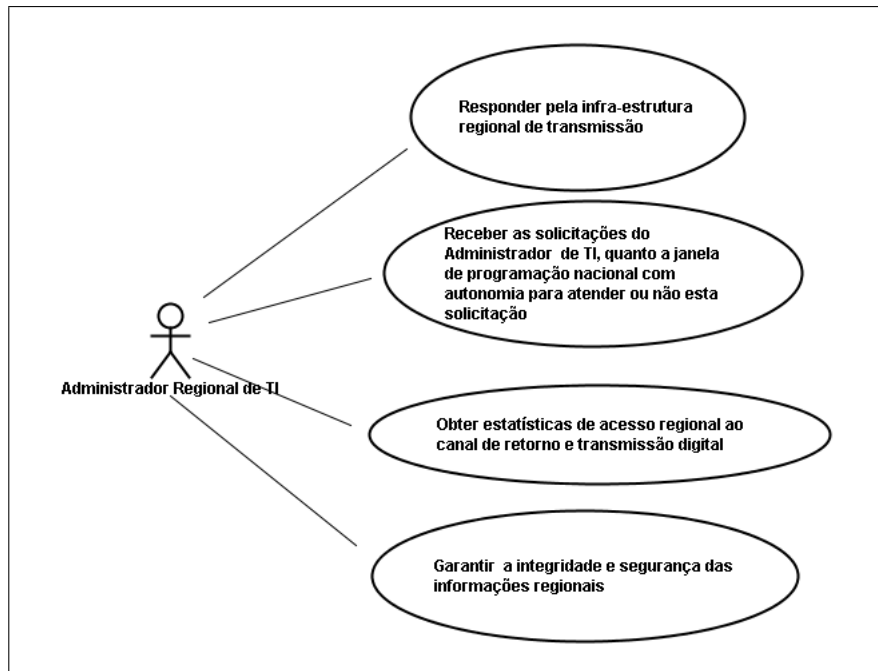


Figura 5.9: Diagrama de Caso de Uso - Administrador Regional de TI

- define política de acesso a nível local, estabelece relação de confiança com a Administração Nacional de EAD através do LMS;
- troca informações com outros Administradores Regionais de EAD através do seu LMS regional;
- segue as orientações do Administrador Nacional quanto à implantação de política de cursos nacionais;
- possui autonomia para inclusão de cursos locais por solicitações de seus coordenadores;
- disponibiliza controle de estatísticas e informações com todos os cursos, professores, tutores e alunos de sua região;
- inclui cursos regionais;
- inclui coordenadores de cursos;
- controle de custos dos cursos e repasse a estrutura Nacional, conforme o caso.

c) Coordenador Regional (fig. 5.11):

- propõe cursos em nível regional;
- inclui professores e tutores regionais;
- estabelece o número de níveis no modelo de hierarquia de tutores;

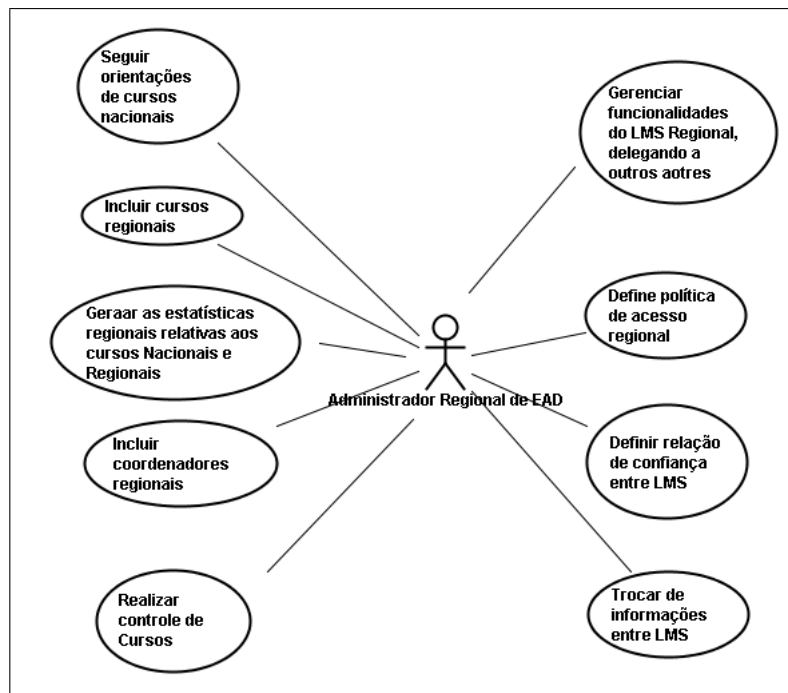


Figura 5.10: Diagrama de Caso de Uso - Administrador Regional de EAD

- avalia Tutores, promovendo-os para o nível subsequente, conforme o caso.

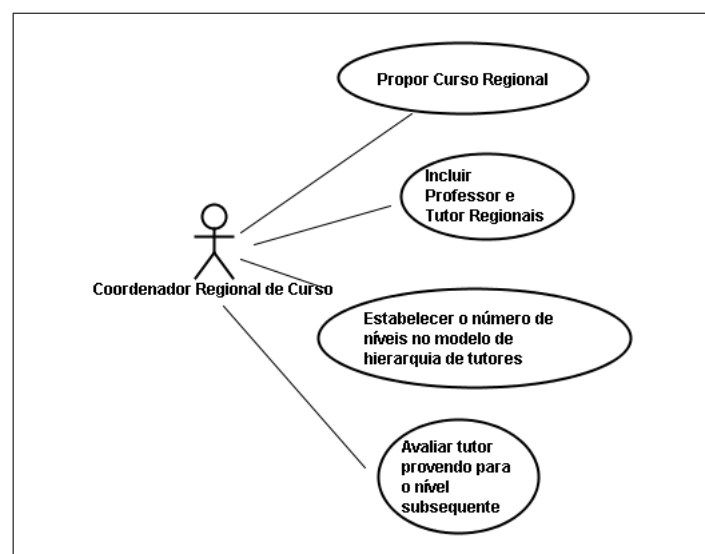


Figura 5.11: Diagrama de Caso de Uso - Coordenador Regional

d) Professor Regional de Curso (fig. 5.12):

- ministra aulas/palestras em Cursos Regionais e, conforme o caso, em Cursos Nacionais;
- interage com os tutores de último nível da sua região;

- auxilia o coordenador na avaliação de Tutores, promovendo-os para o nível subsequente, conforme o caso;
- quando os professores nacionais não preparam o material de avaliação de ensino-aprendizagem do aluno, cabe ao professor regional elaborar e fornecer o gabarito ou parâmetros de correção para que os tutores possam fazer as correções;
- prepara material de aula e avaliação dos cursos regionais em conjunto com o coordenador;
- caso haja discordância na avaliação por parte do aluno, a avaliação passará ao professor, que emitirá o parecer final sobre o assunto.

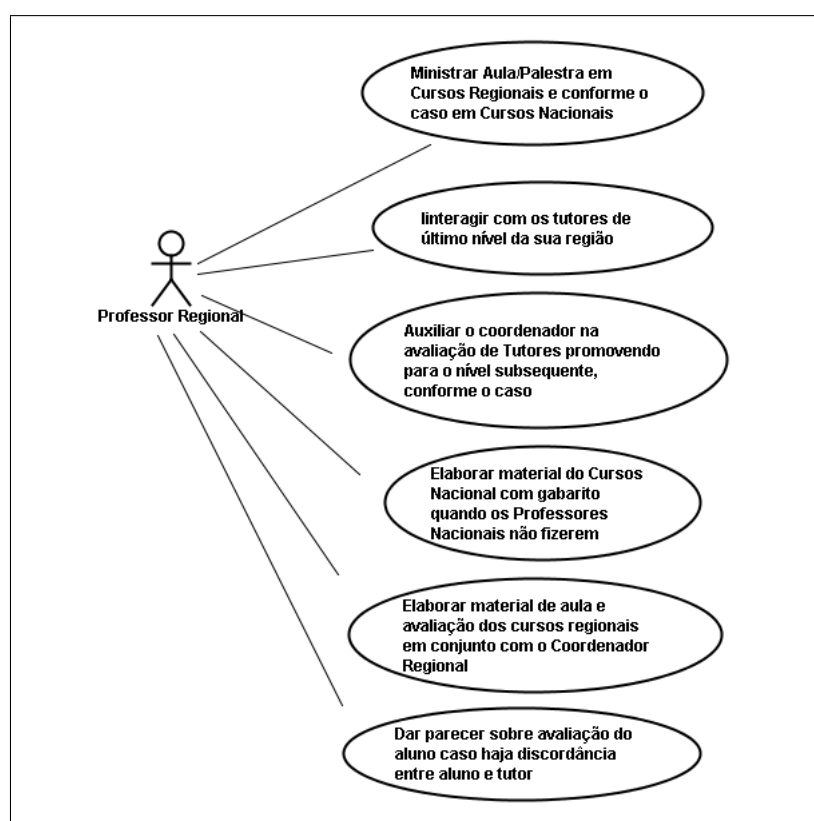


Figura 5.12: Diagrama de Caso de Uso - Professor Regional

e) Tutoria por nível de hierarquia¹¹ (fig. 5.13):

- responsáveis pelo acompanhamento direto de um grupo de alunos;
- cada tutor é avaliado pelos coordenadores e pelos alunos, recebendo uma pontuação que permitirá a promoção de nível;

¹¹Um estudo detalhado deste modelo é visto no capítulo 6.

- o tutor de nível hierárquico superior auxilia o de nível imediatamente inferior;
- caso seja o tutor de último nível, repassar ao professor ou a quem for delegado;
- auxiliar o professor na avaliação do aluno;
- os números de níveis são definidos pelo coordenador do curso em função do grau de complexidade do assunto que é abordado;
- a quantidade de níveis de tutores é proporcional ao número de alunos da região e definido pelo coordenador;
- o aluno interage inicialmente com o tutor de nível mais baixo. Caso não esteja satisfeito com sua resposta, ou o tutor que está auxiliando não souber a resposta, imediatamente o sistema repassará a questão para o tutor de nível imediatamente acima, que fará o atendimento a partir da questão formulada anteriormente.

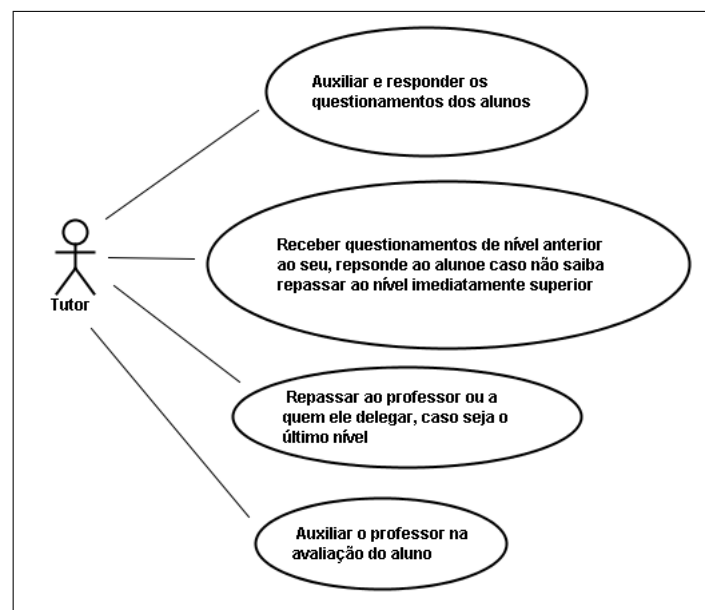


Figura 5.13: Diagrama de Caso de Uso - Tutor

f) Aluno (fig. 5.14):

- representa a parte mais importante desta relação;
- faz sua matrícula;
- é avaliado através de seus tutores, professores e também através de atividades estabelecidas pela coordenação geral e/ou regional;
- assiste aulas/palestras que, dependendo da organização, podem ser regionais, nacional ou ambas;

- participa de atividades interativas, que podem ser assíncronas ou síncronas, dependendo do programa estabelecido pela coordenação e/ou professor conteudista;
- avalia os tutores ao final do atendimento, através de pesquisa de satisfação.

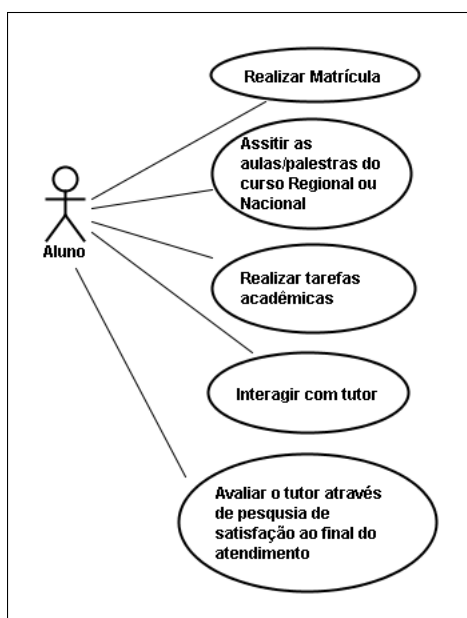


Figura 5.14: Diagrama de Caso de Uso - Aluno

Algumas considerações gerais sobre a proposta de serviços do SiGAD:

O plantão de dúvidas deve funcionar em um determinado horário, previamente agendado pelo professor durante a teleaula ou com a coordenação regional ou nacional, dependendo do curso veiculado.

Os cursos regionais são elaborados pela instituição local/regional, que poderá acessar os repositórios de OA distribuídos, para elaboração dos cursos locais.

Nos cursos nacionais os alunos e tutores são vinculados a cada região, sendo orientados pelos coordenadores regionais.

5.4 Acesso ao *Learning Management System* Distribuído via Set-Top Box

A aplicação NCL/LUA é carregada durante a teleaula sincronizada ou posteriormente, de forma assíncrona ao conteúdo televisivo. O acesso é feito via STB, inicialmente através de uma tela de autenticação ao AVA, composta de um teclado virtual. O aluno é convidado a inserir o seu usuário e senha para acesso ao AVA.

Esta comunicação é feita segundo o modelo multicamada, já apresentado na figura 5.1, e a comunicação com o LMS é feita via WebSTB que, após a conexão, devolve à aplicação NCL/LUA com a resposta: se autorizado ou não.

Supondo usuário autorizado, é possível acessar as diversas interfaces do AVA, levando-se em conta as particularidades e limitações já discutidas na seção 2.9. Algumas interfaces são complexas para serem apresentadas na TV Digital. Pode-se selecionar, por exemplo, a apresentação de notas, leitura de pequenos textos, páginas web simples, bate-papo e vídeos, este último dependendo da largura de banda do canal de interatividade do telespectador/aluno.

É possível também cada telespectador/aluno receber a aplicação distribuída pelo STB, em celular ou computador portátil¹², resolver exercício individual, e encaminhá-lo ao LMS através do STB.

5.5 Ontologia Proposta para Objetos de Aprendizagem na TV Digital

A Ontologia de Objetos de Aprendizagem para TV Digital (OATVD), proposta nesta tese, é baseada nos objetos LOM da subseção 4.2.1. Foi construída segundo a disponibilidade atual de recursos do SBTVD.

Para a construção das classes e atributos do OA, foi usado o *software* Protégé (fig. 5.15), gerando o arquivo no padrão OWL (apêndice A), contendo todas as informações do OATVD.

O Diagrama de Classes do OA, baseado no arquivo OWL, contém informações das classes áudio, imagem, *software*, texto, vídeo, com seus atributos específicos e que herdam atributos da classe Objeto de Aprendizagem, conforme a figura 5.16.

É possível customizar outros atributos da Ontologia de acordo com o projetista do Repositório de OA.

O apêndice B apresenta tabelas com o dicionário de dados, contendo informação de cada atributo descrito nas classes.

5.6 Objeto de Aprendizagem no LDAP Distribuído

Para a implementação do repositório de OA distribuído, foi construído um esquema (Apêndice C), que contém informações sobre as classes OA e OAauxiliar¹³. Esta

¹²Considera-se que esses dispositivos móveis (PDAs, celulares ou similares) contém o *middleware* instalado para execução dos aplicativos.

¹³Esta classe foi implementada somente para auxiliar na busca de OA dos repositórios OATVD, contem o conteúdos de atributos que serão usados como filtros pré-determinados pelo projetista

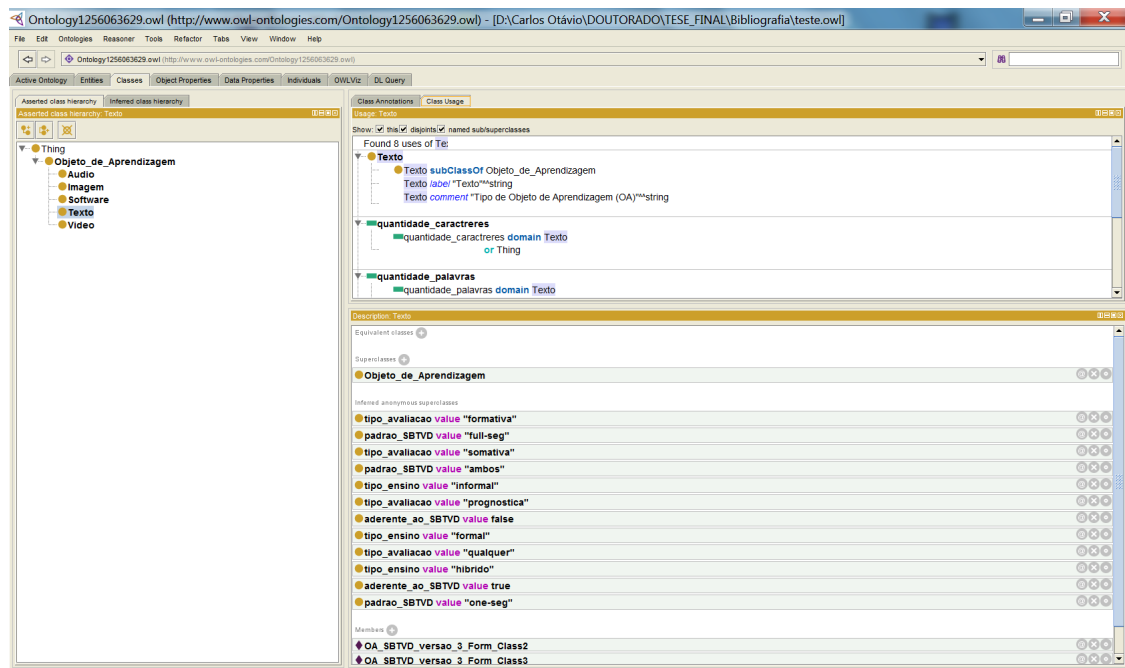


Figura 5.15: Tela do Protégé com o OATVD

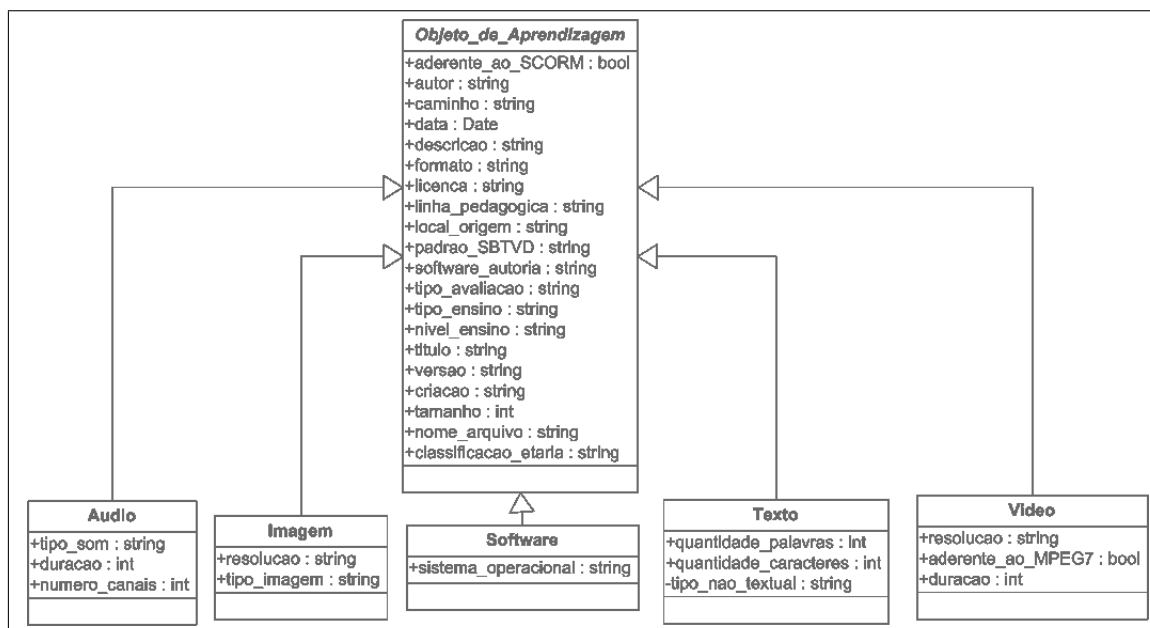


Figura 5.16: Diagrama de classes OATVD

última é um filtro, usado como motor de busca dos OAs do repositório das classes do OATVD.

do repositório.

5.7 Forma de Inserção dos Objetos de Aprendizagem no LDAP Baseado na Ontologia da TV Digital

O OA pode ser inserido através do *software* phpLDAPAdmin [106], sempre respeitando os atributos que foram definidos na seção 5.5.

A figura 5.17 representa a tela de inserção dos OAs.

No lado esquerdo podem ser vistos os valores dos atributos da classe auxiliar e, à direita, a construção dos atributos das classes do OA.

5.8 Acesso Direto ao Objeto de Aprendizagem via Set-Top Box

O acesso aos objetos é feito pelo STB, que recebe aplicações transmitidas pela emissora. Nesta tese, foi desenvolvida uma aplicação em NCL/LUA, que permite a busca através de OA armazenado no Repositório LDAP.

Este sistema multicamada acessa o WebSTB, que faz a autenticação na base LDAP e devolve a resposta à consulta para o STB.

Baseado no conjunto de atributos pré-definidos denominados *OAuxiliar*, previamente carregados com a aplicação NCL/LUA, o telespectador escolhe um ou mais atributos do filtro. A aplicação envia solicitação ao *WebSTB*¹⁴, que por sua vez, encaminha a busca ao LDAP, retornando ao *WebSTB*, que devolve a aplicação do STB o OA encontrado.

A figura 5.18 mostra o diagrama de estados da aplicação NCL/LUA no STB.

O programa apresenta três mídias:

- BG1 - o fundo da tela;
- BG2 - máscara do menu;
- LUA - programa¹⁵ que utiliza a linguagem LUA, que faz a conexão com o WS WebSTB.

Ao carregar o programa NCL¹⁶, o primeiro evento disparado pela porta *Pfundo* é a mídia BG1, que dispara as mídias BG2 e LUA. A partir deste momento, o controle do programa é transferido para a linguagem Lua, que recupera a informação do *Oauxiliar*, através do WS WebSTB.

¹⁴WS pertencente a camada intermediária.

¹⁵O formador NCL interpreta o programa LUA como uma mídia.

¹⁶Todo programa é iniciado pela linguagem NCL.

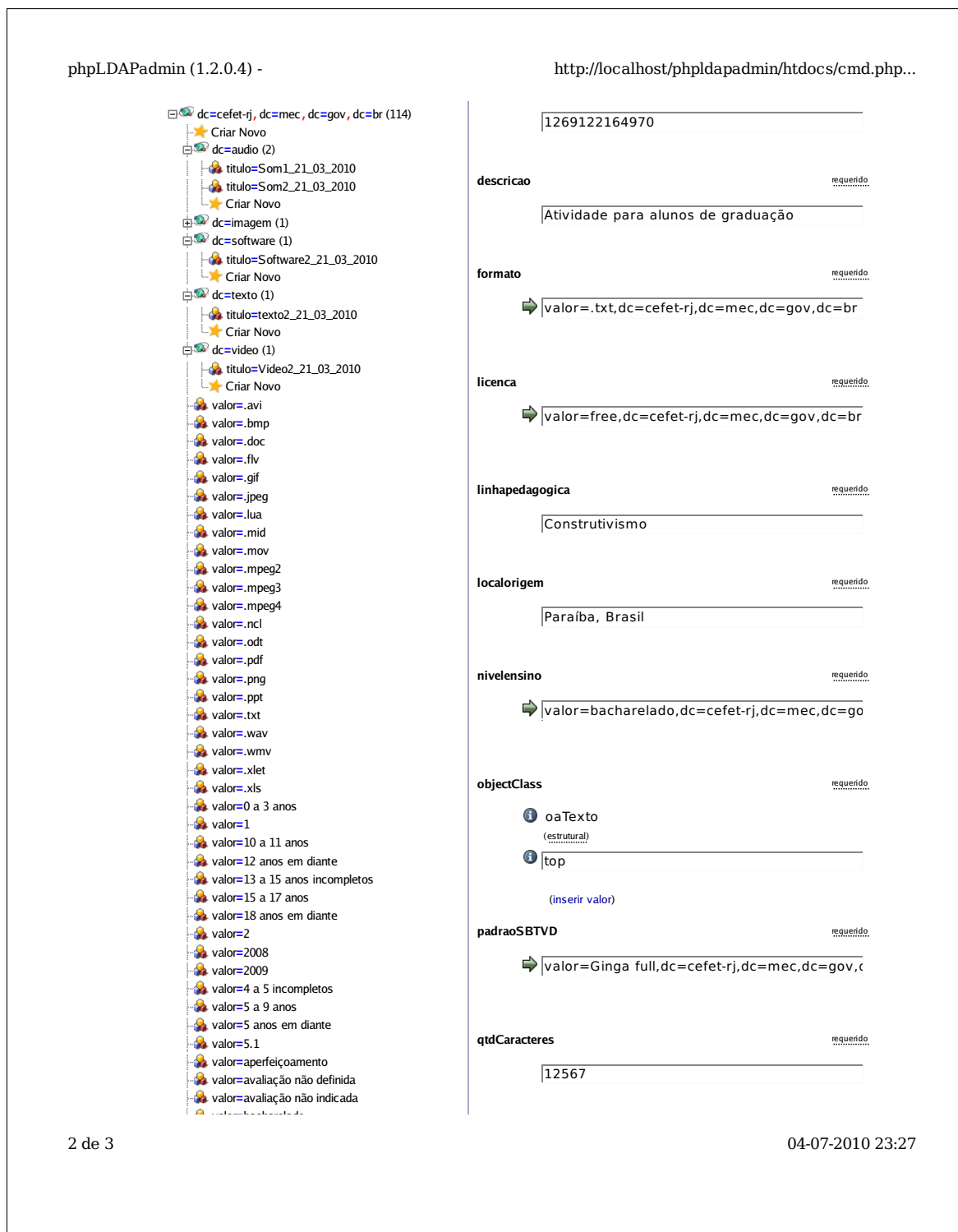


Figura 5.17: Tela do phpLDAPadmin no modo inserção de OA

Quando o telespectador/aluno escolhe os atributos de busca pelo filtro apresentado, o programa Lua entra em pausa e devolve o controle para o NCL. Através da regra `onBeginPauseN`, pára a execução de BG2 e retorna à mídia LUA, apresentando os OAs correspondentes à busca ao Ldap.

Para encerrar o programa, a qualquer momento, o teleparticipante deve acionar

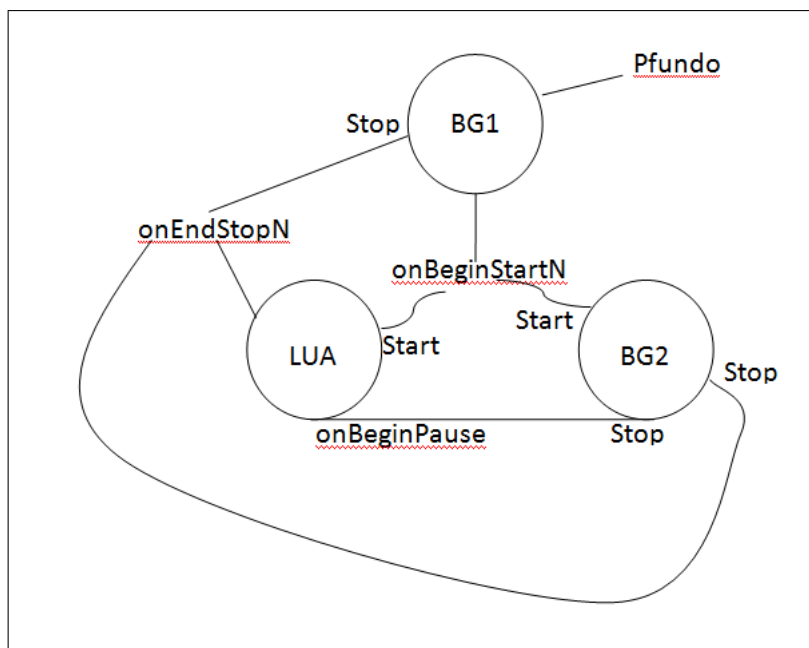


Figura 5.18: Diagrama de Estados Aplicação do STB

o botão vermelho do controle remoto. Neste momento, o programa LUA é encerrado e o controle é devolvido ao programa principal NCL, que dispara a regra `onEndStopN`, parando a execução das mídias BG1 e BG2. Na seção 7.1 serão apresentados mais detalhes da implementação do programa.

Capítulo 6

Um Modelo Hierárquico de Tutores Objetivando a Escalabilidade

Com a crescente oferta de cursos na modalidade EAD no Brasil e o papel da TV como instrumento de comunicação de massa, pode-se prever uma demanda intensa por cursos através da TV. Com isso, o processo de aporte de tutores para atender os alunos, caso não sejam tomadas medidas preventivas, poderá entrar em colapso.

Para garantir recursos humanos necessários e melhor qualidade de atendimento aos alunos, foi proposto como contribuição o modelo de tutoria hierárquica, que será apresentado neste capítulo.

A modelagem desenvolvida neste capítulo servirá de base para a simulação apresentada no capítulo 7, com o objetivo de levantar o número ótimo tutores, baseado em cenários de cursos na modalidade EAD.

6.1 Definição do Modelo

O Modelo Hierárquico de tutores (fig. 6.1) está baseado em níveis de atendimento, onde o aluno é atendido pelo tutor nível 0 (inicial). Caso este tutor não consiga resolver o problema, o aluno é passado para tutor de nível imediatamente superior, sendo conduzido para outra fila.

Isso é feito de forma transparente, ou seja, o tutor recebe previamente o questionamento antes de atender o aluno, sem que o mesmo tenha conhecimento. O aluno só identifica o tutor que estiver apto a responder.

Existe ainda outra situação possível, que recebe o mesmo tratamento. Quando o aluno não ficar satisfeito com a resposta, segundo pesquisa de satisfação logo após o atendimento inicial, ele também será encaminhado para outra fila de atendimento,

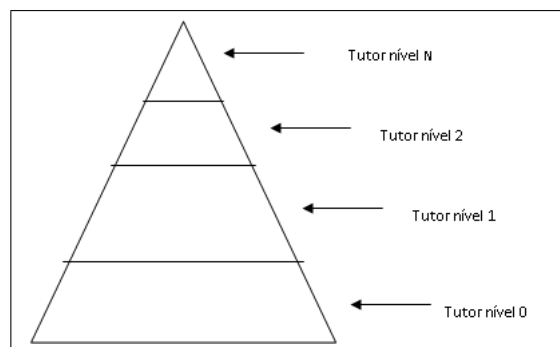


Figura 6.1: Tutoria em Níveis

ao tutor de nível imediatamente acima.

O número de níveis é proporcional ao grau de dificuldade da disciplina ou tópico de aula abordado e definido normalmente pelo professor formador ou coordenador do curso.

O número de alunos não satisfeitos com as respostas, ou cujos problemas não foram solucionados pelos tutores no nível corrente, foi estimado¹ à razão de 10% a cada nível em relação a taxa de entrada. Este valor ainda é acrescido ao percentual de pessoas não atendidas no sistema². O total é encaminhado à fila de nível imediatamente superior para atendimento, repetindo-se este método sucessivamente até o último nível, que poderá ser encaminhado ao professor formador para atendimento a esses alunos.

Existe também um mecanismo de promoção de tutor, através de pontuação dada pela pesquisa de satisfação do aluno e pela análise do professor da disciplina ou curso. Havendo vaga, o tutor promovido passa para o nível imediatamente acima.

Para determinar o número ótimo de tutores para uma dada população de alunos, foi realizada uma pesquisa junto a tutores que atuam em instituições de ensino, através de questionário, considerando os níveis de complexidade de assunto da aula (baixo, médio e difícil).

O objetivo da pesquisa era procurar identificar o tempo máximo que o tutor julgaria razoável o aluno aguardar para ser atendido, desde quando ele entra na fila até ser atendido com a solução definitiva do problema.

Foram considerados ainda separações por nível do curso, como: técnico, graduação e especialização, e por área de conhecimento, como: humanas, exatas e saúde, cujos dados serão apresentados no capítulo 7.

¹Estimativa baseada em crença do autor da tese. Deve ser confirmado quando for implantado este modelo em curso na modalidade EAD

²Alunos que não conseguiram entrar na fila devido ter excedido a capacidade do sistema.

6.2 Trabalhos Relacionados

Não foram observados trabalhos associados diretamente à busca por metodologias de otimização de tutores para atendimento a alunos em Cursos na modalidade EAD. Contudo, diversos trabalhos relacionados ao atendimento a clientes com filas, como por telefone, presencial em bancos e supermercados, assemelham-se ao serviço de atendimento em termos de comportamento. Em todos os casos, a teoria de filas pode ser empregada.

A Teoria das Filas foi desenvolvida para prover modelos para retratar o comportamento de sistemas dotados de serviços que possuam demandas que aumentem aleatoriamente.

Possui variadas aplicações, como se encontra na literatura de probabilidade, pesquisa operacional e engenharia industrial, incluindo fluxo de tráfego, escalonamento de pacientes em hospitais e projetos de atendimentos à serviços.

Bouzada [107] descreve Teoria de Filas como o corpo de conhecimento que lida com filas de espera, desenvolvida a partir do início do século XX, quando o engenheiro dinamarquês Agner Krarup Erlang estudava o congestionamento e os tempos de espera que ocorriam no momento em que as ligações telefônicas eram completadas.

Sonntag [108] observa que Erlang, ao estudar o problema de redes de telefonia, em troca de ligações de um pequeno vilarejo, criou as famosas fórmulas, sendo o problema do dimensionamento de *call centers* bastante próximo do que é feito para uma central telefônica, em que se deve calcular a quantidade de troncos necessários para atender à demanda prevista de chamadas.

A habilidade conceitual de Erlang é reconhecida também por Campelo [109], por obter expressões exatas para muitos dos problemas típicos do tráfego telefônico, com vasta aplicação de processos estocásticos e teoria das probabilidades, em trabalhos detalhados em [110].

Conforme Albuquerque et al. [111], normalmente é apropriado modelar o tempo entre chegadas como uma variável aleatória de Poisson, o que é adotado pela maioria dos modelos de filas, podendo ser demonstrado que, se o número de chegadas em um determinado período de tempo segue uma distribuição Poisson com média μ , o tempo entre chegadas segue uma distribuição exponencial com média $\frac{1}{\mu}$.

De modo análogo, o tempo de atendimento pode ser modelado como uma variável aleatória com formato exponencial, obtido a partir da taxa de serviço μ , que consiste no número médio de clientes que podem ser atendidos por unidade de tempo, embora não consista em modelo adequado para o tempo de atendimento em todas as aplicações.

Entretanto, como assinala Chwif et al. [112], apesar de modelos construídos pela

teoria das filas, sendo compostos de fórmulas matemáticas, via de regra, fornecerem soluções mais rápidas do que a abordagem da simulação, há necessidade de hipóteses simplificadoras para sistemas mais complexos, ou, mesmo, a incapacidade da teoria das filas de tratá-los de maneira conveniente, considerando-se que, quanto mais complexo, dinâmico e aleatório for um problema, maior será a aplicabilidade das ferramentas de simulação.

De fato a abordagem em [111] sugere o uso de Poisson no problema de filas e esta foi a linha adotada nesta tese, utilizando a distribuição de Poisson no modelo de filas com perdas, conforme seção 6.3.

A proposta de uso de hipóteses simplificadoras com o uso de simulação em modelos mais complexos, abordado por [112], também foi considerada nesta pesquisa. Determinada a fórmula da probabilidade de perda, esta foi utilizada na simulação como instrumento de resposta para ajuste do número ótimo de tutores em função do percentual de perda aceitável, no estudo de caso na subseção 7.2.5.

6.3 Modelagem

A teoria de filas é utilizada em qualquer problema probabilístico onde o foco seja o atendimento a pessoas, através de um ou mais servidores. Diversas disciplinas são usados nesta teoria, dentre os quais pode ser destacado *First Come First Served* (FCFS) usados nesta tese.

Nesta seção, será deduzido o modelo que será utilizado na simulação para determinar probabilidade de perda, baseado no modelo de filas FCFS, chegando ao caso particular de Nascimento e Morte das Probabilidades de Poisson [111]. E após algumas premissas, deduzir o modelo Fila $M|M|m|K$ usado na simulação.

Foi considerada a entrada do aluno na fila para ser atendido, nesta tese, corresponde uma única fila finita com vários servidores (tutores) por nível. Quando a capacidade máxima da fila é excedida, ocorre uma perda. E esta é adicionada aos alunos que não ficaram satisfeitos, ou cujos os tutores não conseguiram solucionar. Este somatório é passado ao nível imediatamente superior e assim sucessivamente, até atingir o topo nível N .

Os elementos importantes de um modelo de filas no presente caso são: o processo estocástico que caracteriza a chegada de alunos; o processo estocástico, que caracteriza a duração do atendimento; o número de tutores; o número de alunos no sistema; o número de alunos e disciplina da fila³.

A sequência $A/B/m/K/M/Z$ é a notação proposta por Kendall para descrever modelos de filas, onde:

³Representa a forma como atendimento será conduzido.

A - distribuição do tempo entre chegadas
 B - duração do serviço
 m - número de servidores
 K - número máximo de usuários no sistema (em serviço ou na fila)
 M - número máximo de usuários
 Z - disciplina da fila

6.3.1 Processo de Nascimento e Morte

Em função das considerações iniciais sobre procedimento de atendimento em fila, o Processo de Nascimento representa a entrada do aluno e o Processo de Morte quando ele é atendido.

Este processo é descrito abaixo.

Seja $\{ r(t), t = 0, 1, 2, \dots \}$ um Processo Estocástico Markoviano de parâmetros contínuos que assumem valores no conjunto $0, 1, 2, \dots$

sendo $P_k(t) = P(r(t) = k)$ as probabilidade de estado, e

$P_{kj}(\Delta t) = P(r(t + \Delta t) = j | r(t) = k)$, as probabilidades de transição do estado k para o estado j .

Diz-se que $\{ r(t), t = 0, 1, 2, \dots \}$ é um Processo de Nascimento e Morte quando

$$P_{kj}(\Delta t) = \begin{cases} 0(\Delta t), & |j - k| > 1 \\ \lambda_k \Delta t + 0(\Delta t), & j = k + 1 \\ \mu_k \Delta t + 0(\Delta t), & j = k - 1 \end{cases}$$

λ_k representa a taxa de nascimento quando o sistema está no estado k , μ_k representa a taxa de morte quando o sistema está no estado k , $0(\Delta t)$ é tal que $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{0(\Delta t)}{\Delta t} = 0$

$$P_{kk}(\Delta t) = 1 - P_{kj}(\Delta t) = 1 - (\lambda_k + \mu_k)\Delta t + 0(\Delta t)$$

- Assim, para $k \geq 1$

$$\begin{aligned}
 P_k(t + \Delta t) &= \sum_{j=0}^{\infty} P_j(t) P_{jk}(\Delta t) = \\
 &= P_{k-1}(t) P_{k-1k}(\Delta t) + P_k(t) P_{kk}(\Delta t) + P_{k+1}(t) P_{k+1k}(\Delta t) + 0(\Delta t) =
 \end{aligned}$$

$$= P_{k-1}(t)\lambda_k\Delta t + P_k(t)[1 - (\lambda_k + \mu_k)\Delta t] + P_{k+1}(t)\mu_{k+1}\Delta t + 0(\Delta t)$$

$$\frac{P_k(t+\Delta t) - P_k(t)}{\Delta t} = P_{k-1}(t)\lambda_{k-1} - P_k(t)\lambda_k - P_k(t)\mu_k + P_{k+1}(t)\mu_{k+1} + 0(\Delta t)$$

Logo

$$\boxed{\frac{d}{dt}P_k(t) = \lambda_{k-1}P_{k-1}(t) - (\lambda_k + \mu_k)P_k(t) + \mu_{k+1}P_{k+1}(t)} \quad (6.1)$$

Particularizando, $k = 0$ decorre:

$$P_0(t + \Delta t) = P_0(t)P_{00}(\Delta t) + P_1(t)P_{10}(\Delta t) + 0(\Delta t) =$$

$$= P_0(t)(1 - \lambda_0\Delta t) + P_1(t)\mu_1\Delta t + 0\Delta t$$

Daí,

$$\boxed{\frac{d}{dt}P_0(t) = -P_0(t)\lambda_0 + P_1(t)\mu_1} \quad (6.2)$$

Quando t cresce, o sistema atinge o estado estacionário, isto é, quando $t \rightarrow \infty$ então $P_k(t) \rightarrow P_k$

Neste caso, $\frac{d}{dt}P_k(t) = 0$ e $\frac{d}{dt}P_0(t) = 0$, valendo as equações:

$$\begin{cases} (\lambda_k + \mu_1)P_k = \lambda_{k-1}P_{k-1} + \mu_{k+1}P_{k+1}, & k \geq 1 \\ \lambda_0P_0 = \mu_1P_1, & k = 0 \end{cases}$$

Daí $P_1 = \frac{\lambda_0}{\mu_1}P_0$ e $P_k = \frac{\lambda_{k-1}}{\mu_k}P_{k-1}$ ou ainda:

$$\boxed{P_k = P_0 \prod_{i=0}^{k-1} \frac{\lambda_i}{\mu_{i+1}}} \quad (6.3)$$

Mas $\sum_{k=0}^{\infty} P_k = 1$ logo:

$$\boxed{P_0 = [1 + \sum_{k=1}^{\infty} (\prod_{i=0}^{k-1} \frac{\lambda_i}{\mu_{i+1}})]^{-1}} \quad (6.4)$$

6.3.2 Processo Poisson

O Processo de Poisson é um caso particular do Processo de Nascimento e Morte onde:

$\mu_k = 0$, $k = 1, 2, \dots$ e $\lambda_k - \lambda$, $k = 0$, \dots

Sob tais hipóteses, as equações 6.1 e 6.2 assumem a forma:

$$\boxed{\frac{d}{dt}P_0(t) = -\lambda P_0(t)} \quad (6.5)$$

$$\boxed{\frac{d}{dt}P_k(t) = \lambda P_{k-1}(t) - \lambda P_k(t)} \quad (6.6)$$

Da hipótese de $P_0 = 1$ decorre a solução da equação 6.5:

$$P_0(t) = P_0 e^{-\lambda t} = e^{-\lambda t}$$

Enquanto a equação 6.6 tem por solução:

$$P_k(t) = \lambda e^{-\lambda t} \int_0^t e^{\lambda z} P_{k-1}(z) dz = \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}, k = 1, 2, \dots$$

Sintetizando a solução geral:

$$\boxed{P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!} \quad k = 0, 1, 2, \dots} \quad (6.7)$$

A expressão 6.7 é a função de probabilidades de uma variável aleatória Poisson de parâmetro λt . Portanto, está demonstrado que o Processo de Poisson é um caso particular do Processo de Nascimento e Morte.

6.3.3 Fila M|M|m|K

O modelo prevê o atendimento aos alunos em um determinado nível, considerando o sistema com capacidade máxima de atendimento a K pessoas numa fila, com taxa de pedidos constante e igual a λ , tempo de atendimento, também constante, e igual μ , com m tutores. Essas proposições podem ser caracterizadas como um caso particular de Fila do tipo M|M|m|K FCFS com perda, sendo $K > m$

Nestes termos, as taxas de nascimento e morte ficam assim estabelecidas:

$$\lambda_i = \begin{cases} \lambda, & i = 0, \dots, K-1 \\ 0, & i = K, K+1, \dots \end{cases}$$

Quando é atingido o estágio K (capacidade máxima), o λ é zero e não registra mais atendimentos, transferindo para o nível de tutoria imediatamente superior.

$$\mu_i = \begin{cases} i\mu, & i = 1, 2, \dots, m \\ m\mu, & i = m+1, m+2, \dots, K \\ 0, & i = K+1, K+2, \dots \end{cases}$$

Logo o limite de atendimento (nascimento) aos K alunos (morte) está limitado ao m tutores daquele nível.

O Diagrama de Estados deste processo de Nascimento e Morte representa a dinâmica do comportamento da fila em um determinado nível de tutoria (fig. 6.2).

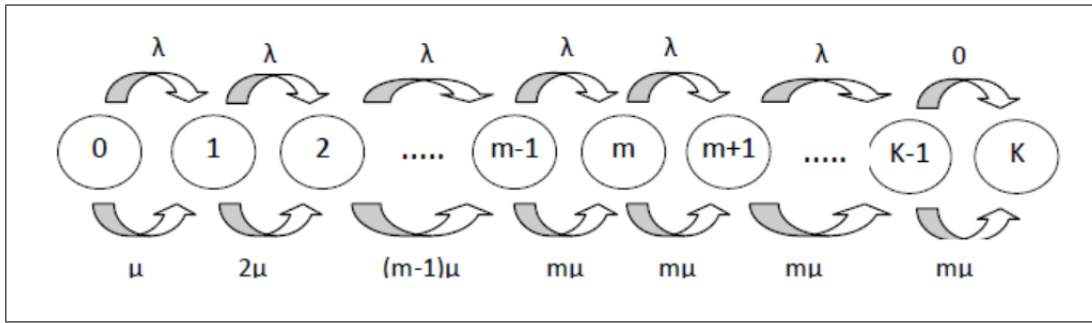


Figura 6.2: Diagrama de Estados da Fila M|M|m|K

As probabilidades em estado estacionário decorrem da particularização das equações 6.3 e 6.4 respectivamente a seguir:

$$P_k = \begin{cases} P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \frac{1}{k!}, & k = 1, 2, \dots, m \\ P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \frac{1}{m!} \cdot \frac{1}{m^{k-m}}, & k = m+1, \dots, K \\ 0, & k = K+1, K+2, \dots \end{cases}$$

$$P_0 = \left[1 + \sum_{k=1}^m \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k}{k!} + \sum_{k=m+1}^K \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \frac{1}{m! m^{k-m}} \right]^{-1}$$

Probabilidade de Perda

$$P_{Perda} = P_K = P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^K \frac{1}{m!} \cdot \frac{1}{m^{K-m}}$$

Reescrevendo P_k e P_0 , fazendo $S = \frac{\lambda}{m\mu}$

$$P_k = \begin{cases} P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \frac{1}{k!}, & k = 1, 2, \dots, m \\ P_0 \frac{m^m}{m!} S^k, & k = m+1, \dots, K \\ 0, & k = K+1, K+2, \dots \end{cases}$$

$$P_{Perda} = P_0 \frac{m^m}{m!} S^K \quad (6.8)$$

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^m \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^t}{k!} + \sum_{k=m+1}^K \frac{m^m}{m!} S^k \right]^{-1} \quad (6.9)$$

Essas fórmulas resultantes servirão de base para as simulações apresentadas na seção 7.2.5.

Capítulo 7

Resultados

Neste capítulo serão apresentados os resultados do desenvolvimento de um protótipo de parte da arquitetura do SiGAD escalável contendo desde o acesso via STB, do lado telespectador até o WS WebSTB, consultando o Repositório de OA, demonstrando assim a viabilidade da arquitetura.

Com relação a solução escalável de recursos humanos, necessários ao suporte aos alunos, será apresentado o resultado da pesquisa realizada junto a diversos tutores, sobre o tempo de resposta dos alunos. Este resultado subsidiará a simulação do modelo de Tutoria Hierárquica, proposto no capítulo 6, para determinação do número ótimo de tutores nos diversos cenários apresentados na subseção 7.2.5.

7.1 Demonstração da Viabilidade da Arquitetura SiGAD Através da Prova de Conceito

O SiGAD foi desenvolvido em 3 camadas: a primeira em NCL/LUA, executada no STB Virtual da PUC-Rio, versão v.0.11.2; a segunda camada (WebSTB) usando o servidor de aplicação JBoss, usando a linguagem JAVA para acessos ao OpenLDAP, que contém os repositórios OATVD da terceira camada, e ao Moodle distribuído, também na terceira camada.

A fase STB com acesso ao Repositório através do WebSTB foi completamente implementada, assim como trecho do webSTB-Moodle, com acesso ao Moodle distribuído através do WebSTB.

7.1.1 Implementação do Repositório Distribuído OATVD

Foi implementando para teste do sistema, um repositório único, com a estrutura em árvore, apresentada na figura 7.1, como exemplo de Repositório de OATVD distribuídos por instituição no OpenLDAP, onde foi implementado o ramo `dc=cefet-rj`,

dc=mec, dc=gov, dc=br.

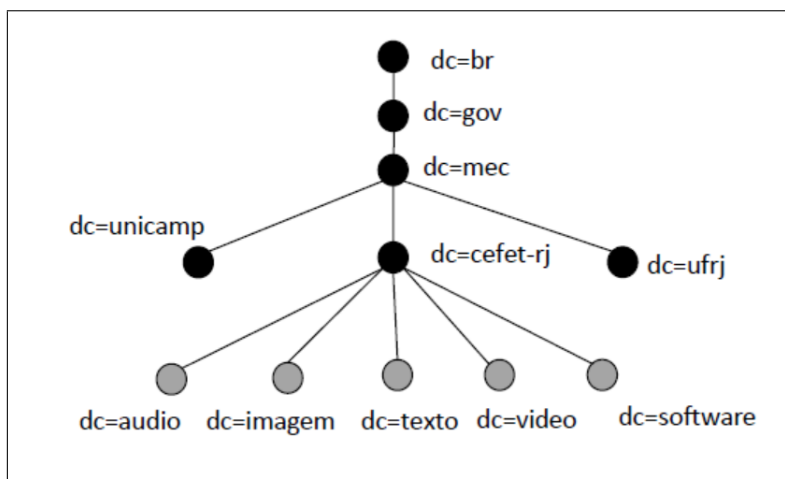


Figura 7.1: Estrutura em Árvore do OATVD Distribuído

Como observado na figura 7.1, é possível estender a consulta a vários repositórios e também instituir a replicação, o que permite maior balanceamento de carga e escalabilidade. Além disso, os nós em cinza, para melhor visualização, foram omitidos nos demais ramos exemplos, mas apresentam a mesma estrutura.

7.1.2 A Implementação no Moodle de Forma Distribuída

Foi realizado um curso piloto, durante o semestre de 2010/1, na turma do Curso Técnico de Informática do CEFET-RJ, na disciplina Fundamentos de Hipermídia, onde era possível ao aluno fazer: autenticação, consulta de notas e *quiz*¹, ficando restritos os testes à camada intermediária WebSTB, desenvolvida durante a pesquisa, e ao Moodle.

Seu acesso pode ser realizado através da internet no *site* <http://www.schocair.eng.br/moodle>, para as mesmas ou outras funcionalidades não implementadas e/ou não adequadas ao uso do STB, como, por exemplo, enviar e escrever textos.

A estrutura de informações para autenticação seguiu o mesmo padrão, em árvore, do Repositório OATVD, como mostra a figura 7.2, composto de OpenLDAP de forma distribuída. Observa-se que os nós de tom cinza devem estar presentes nos demais ramos das outras instituições, respeitando a mesma estrutura.

No caso do LMS Moodle, há um *plugin* que permite a autenticação através do LDAP. A relação de confiança entre cada LDAP permite que o administrador, por exemplo, possa consultar informações sobre alunos de outro ramo (instituição).

¹Representa um conjunto de perguntas na qual a pessoa deve responder. Por exemplo múltipla escolha, associação de colunas...

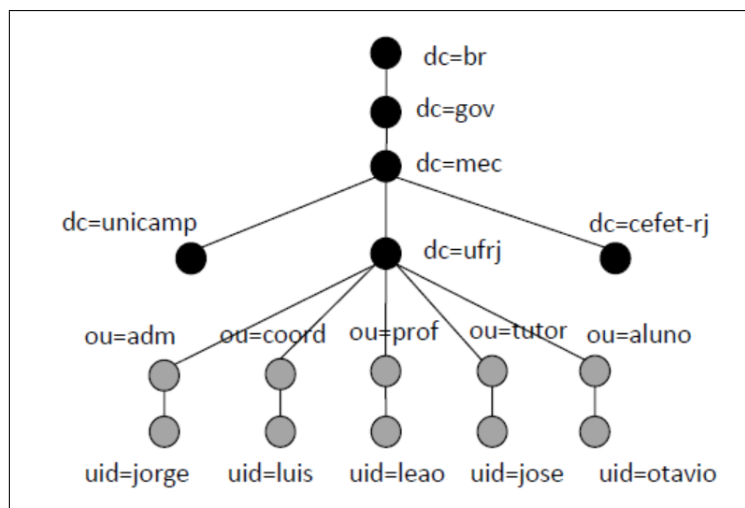


Figura 7.2: Estrutura em Árvore do LMS Distribuído

Foi também instalado um *plugin* no Moodle, obtido em [113]. Este *plugin* é um WS, que permite o acesso a quase todas as funcionalidades no Moodle.

O *plugin* WS do Moodle continha erros, que foram reparados pelo autor. Este WS possui os métodos de autenticação, consulta a cursos, notas, tarefas. Entretanto, o método *quiz*, foi desenvolvido e estendido, como contribuição desta pesquisa.

7.1.3 Implementação do *Web Service* webSTB

O webSTB, como camada intermediária, foi implementado em código JAVA, através do servidor JBoss, permitindo a realização de consulta ao Repositório. Dois trechos do código do webSTB representam o princípio para consulta ao repositório OADTV.

O primeiro representa a consulta à base LDAP, aos objetos do OAuxilio, pela classe Menu (fig. 7.3), responsáveis pelo filtro que servirá de consulta pelo cliente `controlador.lua`² no STB.

Esta classe é responsável pela montagem das informações que serão enviadas através da *array* `show` (linha 8). O acesso é realizado através da classe `Connector` (linha 6).

O segundo é o retorno desta busca, através da classe `Search`, das ocorrências do filtro, que apresenta os seus respectivos atributos da classe do objeto pesquisado no LDAP (`OaImagem`, `OaTexto`, `OaVideo`, `OaSoftware`), dependendo da consulta (fig. 7.4).

Na linha 7, é feito o acesso ao OpenLDAP, através do método da classe `Connector`, com a montagem do *array* `show` na linha 22 o qual é enviado à primeira camada.

É possível escolher outros atributos da classe objeto consultada, alterando as

²O `controlador.lua` representa mídia LUA que é disparada pelo programa principal NCL.

```

1  public class Menu {
2
3
4      public String execute() {
5          try {
6              Connector c = new Connector();
7              String qry = "tipo=" + tipo;
8              show = c.getAuxiliar(qry);
9          } catch (Exception e) {
10
11              e.printStackTrace();
12          }
13          return Action.SUCCESS;
14      }
15
16
17  }
18

```

Figura 7.3: Código do webSTB - Classe Menu

linhas 9 a 22. Neste caso, a consulta feita pela classe `Connector` deve acompanhar estas alterações.

```

1  public class Search {
2
3
4
5      public String execute() {
6          try {
7              Connector c = new Connector();
8              String qry = "";
9              if (data != 0)
10                 qry += "(data=" + String.valueOf(data) + ")";
11                 if (linhapedagogica.length() > 0)
12                     qry += "(linhapedagogica=" + linhapedagogica + ")";
13                 if (tipo.length() > 0)
14                     qry += "(tipo=" + tipo + ")";
15                 if (tipoavaliacao.length() > 0)
16                     qry += "(tipoavaliacao=" + tipoavaliacao + ")";
17                 if (tipoensino.length() > 0)
18                     qry += "(tipoensino=" + tipoensino + ")";
19                 if (nivelensino.length() > 0)
20                     qry += "(nivelensino=" + nivelensino + ")";
21                 if (qry.length() > 0)
22                     show = c.getAprendizado("(" + qry + ")");
23                 else
24                     show = c.getAprendizado("(objectClass=ouAprendizagem)");
25
26             } catch (Exception e) {
27                 e.printStackTrace();
28             }
29             return Action.SUCCESS;
30         }
31     }
32 }
33

```

Figura 7.4: Código do webSTB - Classe Search

Embora não implementado no STB, é possível aproveitar a estrutura de resposta deste WS para envio de respostas a consultas de notas e atividades, como *quiz*.

Foram realizadas algumas experiências nesta tese, como a autenticação, consulta a notas e *quiz* no Moodle, utilizando a segunda camada webSTB, acessando WS do Moodle.

7.1.4 Aplicações Clientes webSTB no *Set-top Box* Virtual

As aplicações no STB foram desenvolvidas e executadas pelo STB Virtual da PUC, em NCL/LUA, subdividida em duas partes, para acesso ao Repositório do OATVD, pelas funções `getMenu` e `getSearch`, desenvolvidas em LUA.

Na figura 7.5 o usuário faz uma consulta baseado nos filtros escolhidos pela apresentação do conteúdos dos atributos da classe `Oauxilio` do LDAP (de forma indireta pelo webSTB) representada pela função `getMenu` do `controlador.lua` no STB.



Figura 7.5: Tela do controlador.lua - Menu do OA

O código desta função é apresentado na figura 7.6. Na linha 2 é feita a conexão ao WS webSTB e, na linha 3, a requisição do menu, que auxiliará o teleparticipante na escolha do filtro para busca dos OAs desejados.

Na linha 6, é feita uma chamada à função `json.decode`. Esta função utiliza uma API `json.lua`, desenvolvida por Jones [114], que transforma o objeto JSON em LUA e vice-versa. Neste protótipo, foi suprimida a escolha do repositório de OADTV, em que o telespectador/usuário poderia acessar.

A partir da escolha pelo teleparticipante/aluno, outra função, a `getSearch` (código na fig. 7.7), também desenvolvida em LUA, faz a chamada ao método `search`

```

1  function getMenu(tipo)
2      local cliente = http.connect("192.168.1.111", 80)
3      local u = "GET /webSTB/menu?" .. tipo .. " \n"
4      cliente:send(u)
5      local b = cliente:receive("*a")
6      local menu = json.decode(b).show
7      cliente:close()
8      return menu
9  end

```

Figura 7.6: Código da Função `getMenu` do `controlador.lua`

na linha 3. Na linha 3, é montada a *url*, contendo os parâmetros de busca previamente escolhidos no Menu e armazenados na variável `busca`. Esta função também utiliza a API JSONLua para receber o objeto JSON e transformá-lo em objeto LUA na linha 6.

```

1  function getSearch(busca)
2      local cliente = http.connect("192.168.1.111", 80)
3      local u = "GET /webSTB/search?" .. busca .. " \n"
4      print (u)
5      cliente:send(u)
6      local b = cliente:receive("*a")
7      print (b)
8
9      if (b == '{"show":[]}') then
10
11          print ("Nenhuma ocorrencia para o filtro solicitado")
12
13          cliente:close()
14          state = 4
15
16          return resultado
17      end
18
19      local resultado = json.decode(b).show
20
21      cliente:close()
22      return resultado
23  end

```

Figura 7.7: Código da Função `getSearch` do `controlador.lua`

A figura 7.8 representa a tela de resposta no STB a uma determinada consulta, utilizando a função `getSearch` em LUA, que acessa o método da classe `Search` no WS `webSTB`. Este exemplo foi customizado para apresentar apenas 3 atributos da classe `OAudio` do LDAP, embora o WS disponibilize na sua variável `show` mais atributos.



Figura 7.8: Tela do `controlador.lua` - Resultado da Busca do OA

Todo o processo de comunicação do STB e WS WebSTB é feito através do protocolo JSON, reduzindo assim o *overhead* em relação ao SOAP (subseção 4.5.3). A escolha do uso do JSON no projeto do sistema se deu a partir da análise discutida na subseção 2.8.1, sobre o *hardware* limitado do STB.

7.2 Aplicação do Modelo de Tutoria Hierárquica

Esta seção é subdividida em duas partes. Na primeira, apresenta-se um estudo de caso, com aplicação, inicialmente, de uma pesquisa de opinião junto a tutores, sobre o tempo médio de atendimento ao aluno. Na segunda, a partir dos dados coletados na pesquisa e das equações deduzidas da modelagem da subseção 6.3.3, são discutidos os resultados obtidos a partir de simulação.

7.2.1 Estudo de caso

Foi realizada durante a tese uma pesquisa junto a tutores, visando identificar o tempo médio de atendimento que eles consideravam razoável, desde o instante da solicitação de chamado, do atendimento e da conclusão da resposta pelo tutor.

Este tempo foi perguntado para cada nível de complexidade das questões: baixo, médio e alto. Ainda separadas em atividades síncronas (mensagens instantâneas trocadas entre aluno-tutor) e atividade assíncrona (correio eletrônico).

As respostas dos tutores foram individualizadas para cada conjunto de requisitos:

- Nível de ensino - informal, médio, técnico, graduação, especialização, mestrado;
- Área de conhecimento - humanas, exatas e saúde.

O questionário foi respondido por 34 (trinta e quatro) tutores de forma anônima, através da internet, no site <http://www.schocair.eng.br/limesurvey>.

No questionário EaDTV, foi customizada a programação das perguntas a partir do *software* livre *Limesurvey* [115] desenvolvido na linguagem PHP, hospedado no servidor da UOL. O entrevistado respondia questões que variavam de 7 a 9 perguntas, dependendo do nível e da área de conhecimento de ensino em atuação. As questões completas que foram aplicadas, com mais explicações, podem ser vistas no Apêndice D.

7.2.2 O Cenário do Questionário EaDTV

Foi considerado o cenário do aluno durante uma teleaula. Ao final, o professor convida os alunos a tirar dúvidas, através de ferramentas síncronas e assíncronas, durante um período determinado.

A ferramenta síncrona utilizada é a mensagem instantânea, onde o aluno faz uma pergunta individual, o que é visualizado apenas pelo tutor que o atenderá. Caso o tutor julgue interessante seu questionamento, poderá enviar para todos os participantes *online* a resposta ao questionamento.

A ferramenta assíncrona utilizada é o correio, onde o aluno faz perguntas e o tutor responde.

Para obter alguns parâmetros da simulação, foi elaborado o questionário EADTV, com perguntas e, em seguida, as justificativas e hipóteses que podem ser geradas em função da coleta dessas informações.

Em função das respostas foi realizada uma análise crítica, visando identificar algumas incongruências. A justificativa das perguntas encontra-se a seguir:

1. Qual o seu sexo? Justificativa - podem ocorrer divergências muito grandes entre as respostas geradas pelos grupos masculino e feminino;
2. Qual a sua idade? Justificativa - procurar identificar se existem disparidades nas respostas específicas em função da idade. Fatores como vivência e maior maturidade podem interferir na eficiência do trabalho como tutor;
3. Qual a sua maior formação acadêmica? Justificativa - verificar se o fator formação acadêmica interfere no desempenho do tutor;

4. Quais as áreas de suas formações? Justificativa - verificar se existe coerência entre a sua formação e a área em que atua como tutor. Isso pode interferir na resposta e mascarar um resultado.
5. Quanto tempo atua como tutor? Justificativa - identificar a sua experiência e qualidade para respostas a perguntas específicas, se existem diferenças entre os tempos de experiência dos entrevistados;
6. Em que área e nível de formação atua? Justificativa - visa preparar as perguntas que servirão como base a pesquisa e serão executadas de acordo com esta resposta. Funciona como regra que ativará as demais perguntas específicas que sucederão. Por exemplo, não será perguntado sobre um curso de Especialização em Humanas, caso o tutor atue na graduação em exatas. O *software* foi programado pelo autor da tese, através da ativação de regras, escolhendo sempre a pergunta específica a partir da resposta a esta pergunta;
7. Relativo a atividades *Síncronas* e *Assíncronas*. Qual o tempo máximo em minutos que o aluno suportaria a espera para ser atendido pelo tutor? Considere este tempo para cada nível de dificuldade do assunto: baixo, médio, alto. Justificativa - pergunta feita em função da resposta dada no item 6 (área e nível de formação de atuação). Para cada nível de ensino e área de formação é feita a mesma pergunta. Pode existir variação de tempo de acordo com o nível de ensino e área de formação.

O cenário foi passado ao tutor antes de responder e explicado por correio eletrônico e/ou verbalmente, juntamente com o *site*, para que ele tivesse a compreensão do intervalo de tempo solicitado.

Hipóteses

Com base nas respostas dos tutores, esperava-se obter a média para atendimento aos alunos por atividades Síncronas e Assíncronas, de acordo com o cenário descrito no início deste capítulo. Esta média seria determinada para cada atividade (Síncrona ou Assíncrona), Nível e Área de Ensino.

Baseado na coleta das respostas dos tutores, seria possível também observar se existem discrepâncias em relação ao intervalo de tempo atribuído para atendimento às atividades síncronas por tempo de experiência e titulação máxima diferentes. E até mesmo se existe uma uniformidade independente desses parâmetros entre os diversos cenários analisados.

Com base nos resultados também é possível verificar se existe discrepância entre os intervalos de tempos atribuídos para mesma situação entre homens e mulheres nesta amostra.

7.2.3 Resultados do Questionário

Responderam o questionário 34 tutores, dos quais 3 foram rejeitados por não preencherem até o final os dados. As tabelas: 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8 e 7.9, representam as respostas aos cenários, organizados por nível de ensino e área de conhecimento do curso.

Tabela 7.1: Cenário - Educação Informal

Idade Sexo	Maior Título	Área Form.	Tutoria (anos)	Atividade Síncrona Níveis de Dificuldade (minutos)			Atividade Assíncrona Níveis de Dificuldade (minutos)		
				Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
26 F	Esp.	Hum.	7	2	3	5	2880	2000	1440
28 M	Mestre	Hum. Exatas	5	1	1	1	1440	1440	1440
54 F	Mestre	Hum.	3	3	7	12	3	6	9

Tabela 7.2: Cenário - Educação Formal - Técnico - Humanas

Idade Sexo	Maior Título	Área Form.	Tutoria (anos)	Atividade Síncrona Níveis de Dificuldade (minutos)			Atividade Assíncrona Níveis de Dificuldade (minutos)		
				Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
37 F	Mestre	Hum.	2	3	10	30	30	720	4320
26 F	Esp.	Hum.	7	2	3	5	2880	2000	1440
28 M	Esp.	Exatas	1	1440	880	420	7200	6380	3423

Tabela 7.3: Cenário - Educação Formal - Técnico - Exatas

Idade Sexo	Maior Título	Área Form.	Tutoria (anos)	Atividade Síncrona Níveis de Dificuldade (minutos)			Atividade Assíncrona Níveis de Dificuldade (minutos)		
				Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
28 M	Esp.	Exatas	1	7200	3625	1864	7200	5150	2564
31 F	Esp.	Exatas	1	1	15	20	30	5196	7200

7.2.4 Análise Crítica dos Dados do Questionário

Considera-se que não foi possível obter todos os níveis de ensino e áreas de concentração na amostragem, em função da ausência de tutores que preenchessem todas

Tabela 7.4: Cenário - Educação Formal - Técnico - Saúde

Idade Sexo	Maior Título	Área Form.	Tutoria (anos)	Atividade Síncrona Níveis de Dificuldade (minutos)			Atividade Assíncrona Níveis de Dificuldade (minutos)		
				Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
44 M	Esp.	Exatas Saúde	1	5	10	15	4320	5720	7200
54 F	Mestre	Hum.	3	4	7	10	9	10	12
43 F	Esp.	Exatas Saúde	1	5	10	15	1440	2880	5720
54 M	Esp.	Exatas Saúde	1	1	3	5	10	15	20

Tabela 7.5: Cenário - Educação Formal - Graduação - Humanas

Idade Sexo	Maior Título	Área Form.	Tutoria (anos)	Atividade Síncrona Níveis de Dificuldade (minutos)			Atividade Assíncrona Níveis de Dificuldade (minutos)		
				Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
28 M	Esp.	Exatas	1	4533	2152	440	5825	3315	673
25 F	Esp.	Hum.	2	6	13	18	2280	5572	7200

Tabela 7.6: Cenário - Educação Formal - Graduação - Exatas

Idade Sexo	Maior Título	Área Form.	Tutoria (anos)	Atividade Síncrona Níveis de Dificuldade (minutos)			Atividade Assíncrona Níveis de Dificuldade (minutos)		
				Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
28 M	Esp.	Exatas	1	7200	2978	311	7200	3755	724
28 M	Mestre	Exatas Hum.	5	1	1	1	1440	1440	1440

as características.

Para facilitar a análise, foram parametrizados os valores de cada campo das tabelas, segundo faixas descritas a seguir:

- Faixa etária expressa em anos - (A) 25 a 30; (B) 31 a 35; (C) 36 a 40; (D) 41 a 45; (E) 50 a 55;
- Maior Titulação - (A1) Especialista; (B1) Mestre; (C1) Doutor;
- Área de Formação - (A2) Humanas; (B2) Exatas; (C2) Saúde;

Tabela 7.7: Cenário - Educação Formal - Especialização - Humanas

Idade Sexo	Maior Título	Área Form.	Tutoria (anos)	Atividade Síncrona Níveis de Dificuldade (minutos)			Atividade Assíncrona Níveis de Dificuldade (minutos)		
				Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
54 M	Esp.	Hum.	5	12	10	8	24	16	10
38 M	Mestre	Hum.	3	1	1	1	1440	1440	2280
42 M	Doutor	Hum.	1	1	1	1	1	1	1
32 F	Mestre	Hum.	2	5	20	30	150	703	1510
25 F	Esp.	Hum.	2	10	12	20	7200	7200	7200
34 F	Esp.	Hum.	6	5	10	15	6	12	24
35 M	Doutor	Hum.	5	1439	750	516	1440	770	425
29 F	Esp.	Hum.	2	2	5	5	30	100	130
55 F	Mestre	Hum.	3	5	5	10	720	720	720
29 F	Mestre	Hum.	2	5	30	120	1440	2280	4320
27 M	Mestre	Exatas	2	2	4	10	1440	1440	2880
44 F	Esp.	Hum.	2	5	20	30	120	600	840
45 F	Esp.	Hum.	2	10	15	20	2880	2800	2814

Tabela 7.8: Cenário - Educação Formal - Especialização - Saúde

Idade Sexo	Maior Título	Área Form.	Tutoria (anos)	Atividade Síncrona Níveis de Dificuldade (minutos)			Atividade Assíncrona Níveis de Dificuldade (minutos)		
				Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
54 F	Mestre	Hum.	3	7	11	14	6	7	8

Tabela 7.9: Cenário - Educação Formal - Mestrado - Humanas

Idade Sexo	Maior Título	Área Form.	Tutoria (anos)	Atividade Síncrona Níveis de Dificuldade (minutos)			Atividade Assíncrona Níveis de Dificuldade (minutos)		
				Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
34 M	Doutor	Exatas	11	7	10	10	1440	1440	1440

- Experiência de Tutoria expressa em anos - (A3) 1; (B3) 2; (C3) 3 a 5; (D3) Acima de 5;
- Níveis de Dificuldade para Atividades Síncronas (baixo, médio e alto) expresso em minutos - (A4) 1; (B4) 2; (C4) 3; (D4) 4; (E4) 5; (F4) 6 a 10; (G4) 11 a 15; (H4) 16 a 20; (I4) 21 a 30;

- Níveis de Dificuldade para Atividades Assíncrona (baixo, médio e alto) expresso em minutos - (A5) 30 a 50; (B5) 51 a 100; (C5) 101 a 360; (D5) 361 a 720; (E5) 721 a 1339; (F5) 1440 a 2879; (G5) 2880 a 4319; (H5) 4320 a 5719; (I5) 5720 a 7199; (J5) 7200.

Esta pesquisa, devido à especificidade de cada curso e dificuldade de acesso aos tutores de algumas áreas, restringiu-se aos níveis de Técnico, Graduação, Especialização e Mestrado, nas áreas de concentração respondidas no questionário, compreendidas nas tabelas apresentadas na subseção 7.2.3. O nível Especialização na área de Humanas obteve um número mais expressivo em relação à amostra, com 13 participantes (tab. 7.7).

Por apresentar respostas fora do padrão esperado, se comparado com os demais participantes, foram desconsiderados: o terceiro elemento das tabelas 7.1 e 7.2; o primeiro da tabela 7.3; o segundo e o quarto da tabela 7.4; o primeiro elemento das tabelas 7.5 e 7.6; o primeiro, o terceiro, o sexto, o sétimo e o decimo da tabela 7.7 e a tabela 7.8.

O primeiro ponto a considerar é a titulação apresentada pelos entrevistados, todos acima da graduação, demonstrando preocupação com a sua própria qualificação, considerando que foram analisados cursos Técnicos, onde a titulação mínima poderia ser a graduação.

Analisadas as tabelas apresentadas, observa-se a uniformidade das faixas de valores em todas. Logo em função desta observação e da amostragem conseguida, nesta pesquisa será considerado o conjunto único. As análises posteriores serão feitas a partir da tabela 7.10 unificada e já parametrizada a seguir.

O gráfico 7.9 mostra a relação entre o número de homens e mulheres participantes da pesquisa, faixa etária, titulação máxima, formação e experiência em tutoria.

O gráfico 7.10 mostra a participação total dos tutores, considerando a indicação do tempo médio de atendimento da atividade síncrona por sexo e por curso e área.

O tempo médio de Atendimento observado na atividade Assíncrona é visto no gráfico 7.11.

Os tempos médios analisados na atividade assíncrona representam um tempo maior, se considerado com a atividade síncrona, o que se deve à relação atemporal entre o tutor e aluno. A ferramenta correio eletrônico, citada como exemplo, mostra que não é tão crítica a resposta imediata e, portanto, os requisitos de escalabilidade não são tão severos. Entretanto, os tempos apresentados pelos tutores nas atividades síncronas confirmam a importância da resposta quase que imediata aos questionamentos. Neste caso, os requisitos de escalabilidade devem ser considerados e isso será objeto de simulação.

Tabela 7.10: Cenário - Unificado e Parametrizado

Idade Sexo	Maior Título	Área Form.	Tutoria (anos)	Atividade Síncrona Níveis de Dificuldade (minutos)			Atividade Assíncrona Níveis de Dificuldade (minutos)		
				Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
A F	A1	A2	D3	B4	C4	E4	G5	F5	F5
A M	B1	A2 e B2	C3	A4	A4	A4	F5	F5	F5
C F	B1	A2	B3	C4	F4	I4	A5	D5	H5
A F	A1	A2	D3	B4	C4	E4	G5	F5	F5
B F	A1	B2	A3	A4	G4	H4	A5	H5	J5
D M	A1	B2 e C2	A3	E4	F4	G4	H5	I5	J5
D F	A1	B2 e C2	A3	E4	F4	G4	F5	G5	I5
A F	A1	A2	B3	F4	G4	H4	G5	I5	J5
A M	B1	A2 e B2	C3	A4	A4	A4	F5	F5	F5
C M	B1	A2	C3	A4	A4	A4	F5	F5	G5
B F	B1	A2	B3	E4	H4	I4	C5	D5	F5
A F	A1	A2	B3	F4	G4	H4	J5	J5	J5
A F	A1	A2	B3	A4	E4	E4	A5	B5	C5
E F	B1	A2	C3	E4	E4	F4	D5	D5	D5
A M	B1	B2	B3	B4	D4	F4	F5	F5	G5
D F	A1	A2	B3	E4	H4	I4	C5	D5	E5
D F	A1	A2	B3	F4	G4	H4	G5	G5	F5
B M	C1	B2	D3	F4	F4	F4	F5	F5	F5

7.2.5 Simulação

Para a simulação, foi utilizado o modelo compreendendo uma fila finita com vários servidores de nível qualquer, conforme figura 7.12. A fila é ocupada com os alunos que desejam fazer questionamentos. Os servidores são tutores prontos para atender as dúvidas dos alunos. Como variáveis, temos a população de alunos a serem atendidos e deseja-se que os tutores atendam dentro do espaço de tempo estimado a partir da análise dos dados do item anterior.

No cenário para simulação, serão considerados os seguintes parâmetros aplicados às equações 6.8 e 6.9, deduzidas na subseção 6.3.2, introduzidos no aplicativo de simulação estatística R [116]:

- número de alunos a serem atendidos por hora (nascimento) (λ): 100, 500 e 1.000;
- tempo estimado nas Atividades Síncronas (μ), baseado no resultado do questionário por nível de dificuldade, maior ocorrência - Baixa (1 a 5 minutos); Média (6 a 15 minutos) e Alta (6 a 30 minutos). Neste caso, considerando um

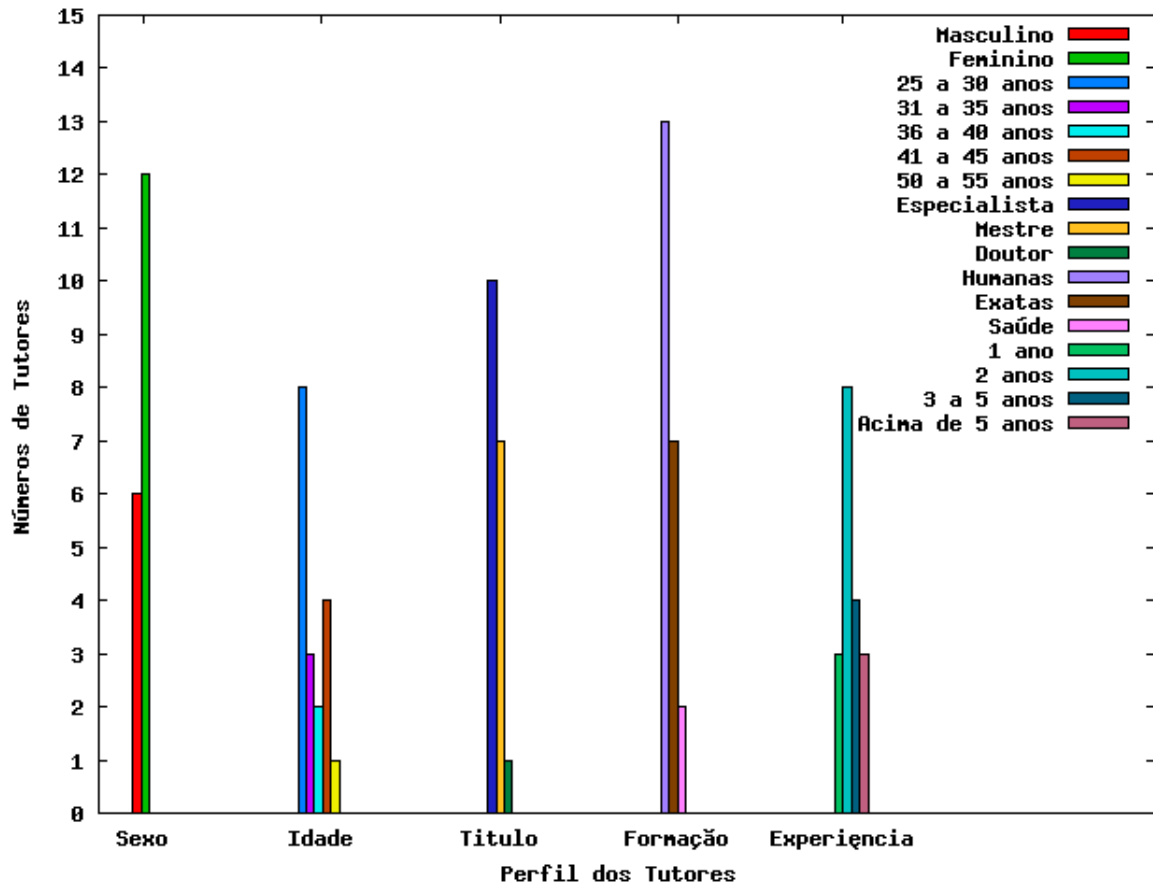


Figura 7.9: Perfil dos Tutores

pequeno número de amostras forma considerados todos os atendimentos por hora μ (morte);

- capacidade do sistema (K) - Considerando o número de alunos máximo na fila 10 mais m (tutores), logo $K = m + 10$, para os cenários $\lambda = 100$, $\lambda = 500$ e $\lambda = 1000$;
- probabilidade de perda (P_K) menor ou igual a 0,15.

Resultados Obtidos Após a Simulação

Os resultados da simulação do número ótimo de tutores (m), segundo os cenários propostos são estabelecidos conforme tabela 7.11. Foram consideradas para esta simulação as taxas de 100, 500 e 1000 alunos por hora e o número de tutores, considerando a probabilidade de perda máxima $P(K)$ menor ou igual a 15% e as taxas³ de alunos atendidos por hora entre 60 a 2.

³Valores obtidos através da aplicação do questionários aos tutores.

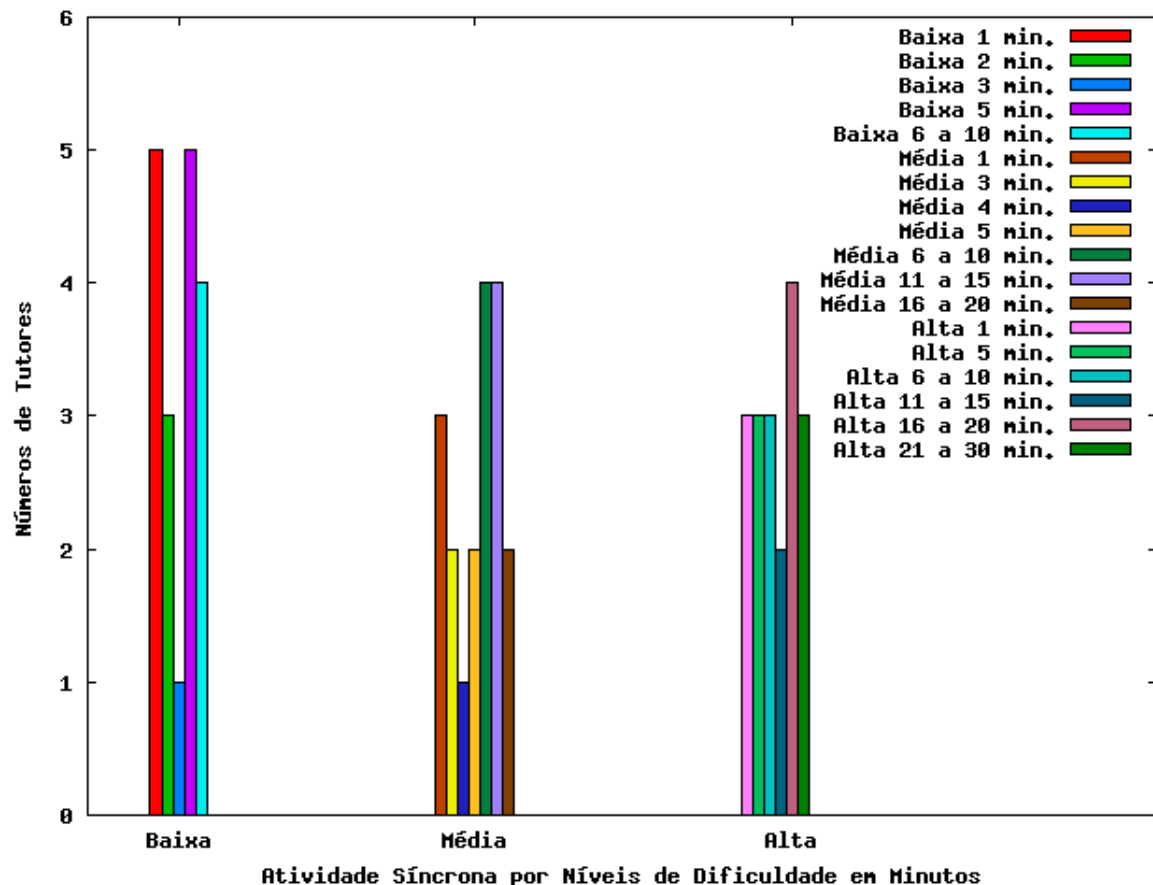


Figura 7.10: Atividade Síncrona - Tempo Médio Estimado pelos Tutores

Para os níveis subsequentes, é admitido o somatório entre a probabilidade de perda $P(K)$ mais a quantidade de alunos não satisfeitos e tutores que não conseguiram responder à questão e repassaram para o tutor de nível imediatamente superior.

O somatório desses dois últimos itens foi considerado à razão de 10% da taxa de entrada de alunos na fila, formando assim a pirâmide descrita no capítulo 6.

No último nível (N), a critério da coordenação ou professor responsável do curso este somatório, que deveria ser encaminhado ao próximo nível, poderá ser resolvido pelos professores responsáveis ou por quem designado, supondo um número reduzido de alunos neste nível.

7.3 Dificuldades Encontradas

Durante a pesquisa desta tese, iniciada em 2005, existia pouca literatura específica sobre o assunto. O modelo adotado no Brasil não estava definido na época. Fora do País, as aplicações interativas eram pouco exploradas. Mesmo no exterior, as transmissões oficiais de TVD foram iniciadas somente no século 21.

Outro ponto importante foi a falta de parâmetros, que começaram a ser definidos

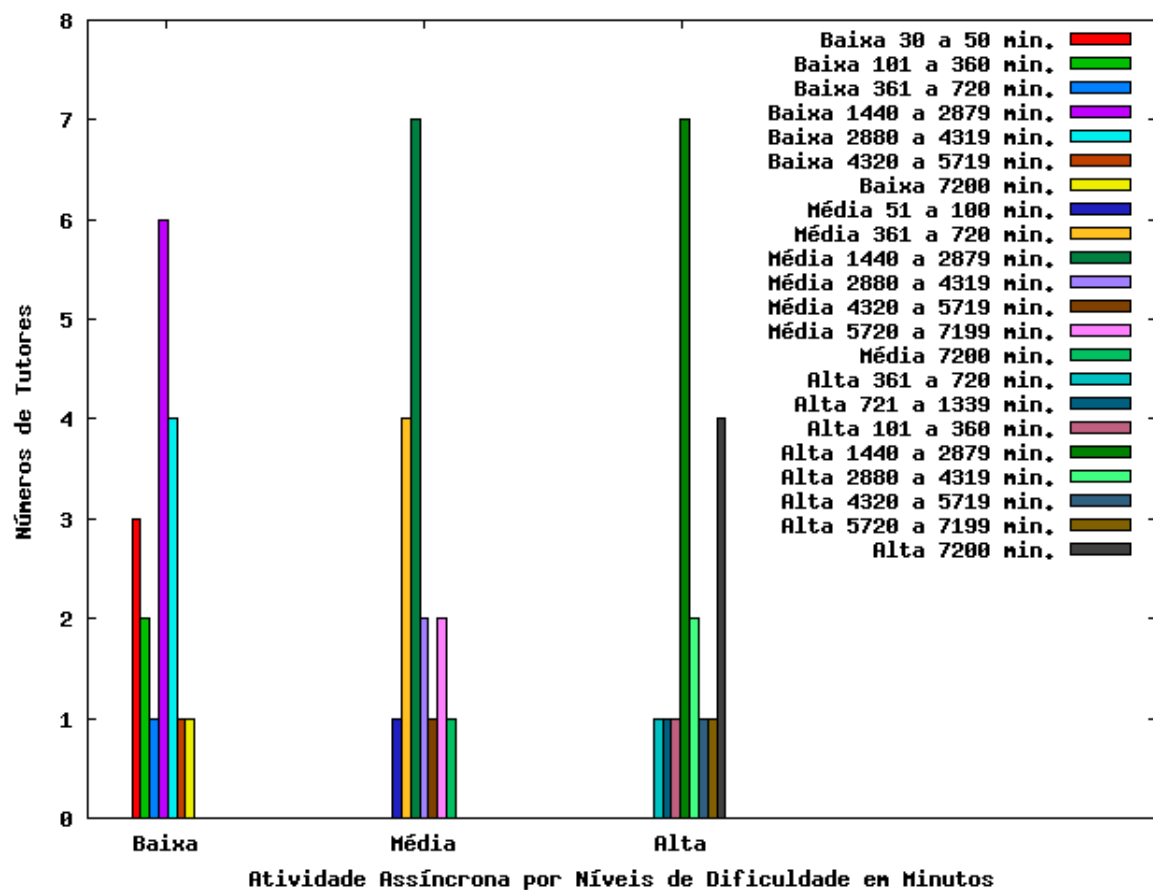


Figura 7.11: Atividade Assíncrona - Tempo Médio Estimado pelos Tutores

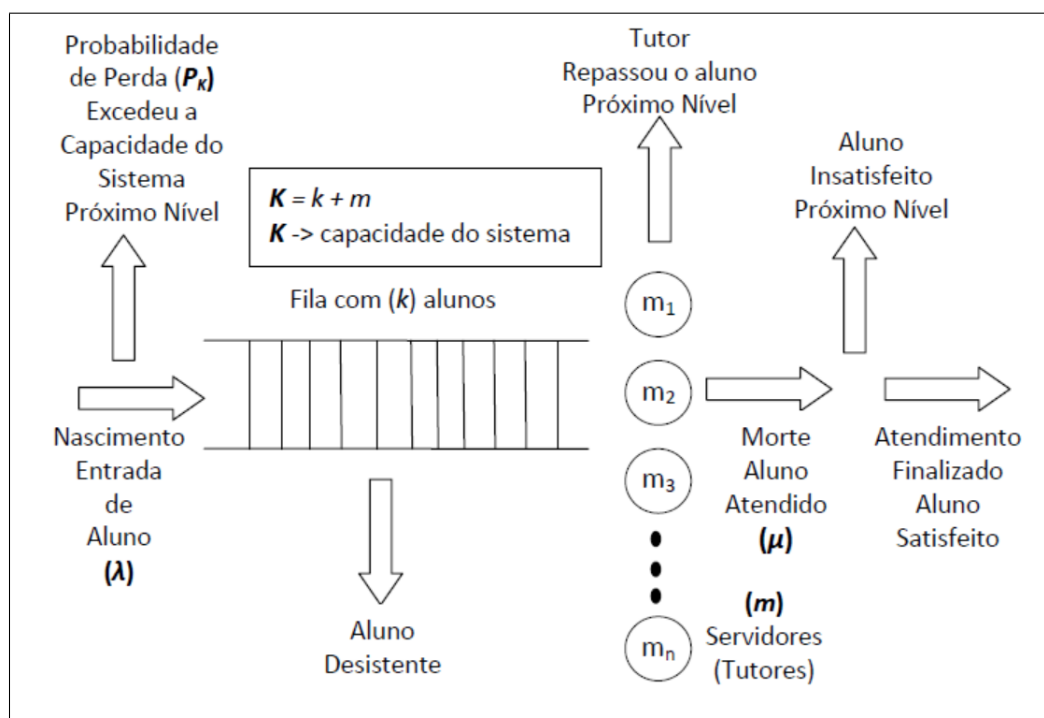


Figura 7.12: Modelo de Fila M|M|m|K para Qualquer nível

Tabela 7.11: Resultado da Simulação do Número de Tutores (m)

Morte (μ)	Nascimento $\lambda = 100$		Nascimento $\lambda = 500$		Nascimento $\lambda = 1000$	
	K = m + 10		K = m + 10		K = m + 10	
	P_K	m	P_K	m	P_K	m
60	0,0227	2	0,0909	7	0,1249	25
30	0,1347	3	0,1249	15	0,1439	29
20	0,0740	4	0,1375	22	0,1501	43
15	0,1309	6	0,1439	29	0,1400	58
12	0,0909	8	0,1476	36	0,1476	63
10	0,1502	9	0,1501	43	0,1469	86
8,57	0,0985	11	0,1372	51	0,1490	100
7,5	0,1264	12	0,1400	58	0,1504	114
6,67	0,1021	14	0,1420	65	0,1450	129
6	0,1249	15	0,1442	72	0,1468	143
5,45	0,1457	16	0,1463	79	0,1487	157
5	0,1236	18	0,1469	86	0,1491	171
4,62	0,1401	19	0,1472	93	0,1491	185
4,29	0,1218	21	0,1481	100	0,1498	199
4	0,1375	22	0,1497	107	0,1475	214
3,75	0,1215	24	0,1504	114	0,1483	228
3,53	0,1347	25	0,1444	122	0,1488	242
3,33	0,1479	26	0,1462	129	0,1504	256
3,16	0,1322	28	0,1456	136	0,1496	270
3	0,1439	29	0,1468	143	0,1477	285
2,85	0,1325	31	0,1495	150	0,1504	299
2,72	0,1430	32	0,1502	157	0,1484	314
2,61	0,1504	33	0,1482	164	0,1489	327
2,5	0,1387	35	0,1491	171	0,1498	341
2,4	0,1476	36	0,1495	178	0,1502	355
2,31	0,1359	38	0,1491	185	0,1497	369
2,22	0,1457	39	0,1469	193	0,1496	384
2,14	0,1358	41	0,1477	200	0,1502	398
2,07	0,1423	42	0,1467	207	0,1491	412
2	0,1501	43	0,1475	214	0,1499	426

pela ABNT em 2007, no que diz respeito às Normas da parte do *Middleware* GINGA-NCL, que ainda não está completamente implementado.

Com relação ao GINGA-J, este teve sua norma ABNT aprovada em 2010. Diante destas dificuldades, as aplicações desta tese foram desenvolvidas a partir do início do ano passado, sendo consolidadas no início deste ano devido à atualização, no final de dezembro de 2009, do emulador da PUC-Rio, tornando o sistema mais estável.

A falta de um emulador que implemente toda a norma do GINGA é atualmente o fator preponderante que dificulta o desenvolvimento de mais aplicações para TVD.

Capítulo 8

Considerações Finais

8.1 Conclusão

Este trabalho buscou, como objetivos específicos, estabelecer uma arquitetura e serviços para TV Digital com escalabilidade bem como um modelo de tutoria em níveis, visando à utilização em cursos na modalidade EAD e/ou semi-presenciais.

No tocante a arquitetura foi estabelecida uma infraestrutura de *hardware*, *software* e serviços, com o uso do LMS distribuído para criação de Cursos Nacionais e Regionais.

Quanto ao segundo objetivo, foi desenvolvido um modelo de infraestrutura de recursos humanos, necessários ao atendimento aos alunos, considerando cursos para uma grande população utilizando o SBTVD.

Foi apresentado um modelo de Tutoria Hierárquica, utilizando simulação, baseada em alguns parâmetros, obtidos da aplicação do Questionário EaDTV a Tutores que atuam em instituições de ensino.

Foi determinado o número ótimo de tutores, obtido através de simulações, baseadas em equações deduzidas do modelo de Tutoria Hierárquica e parâmetros, obtidos da aplicação do Questionário EaDTV a Tutores que atuam em instituições de ensino.

Inicialmente apresentadas a motivação, justificativa e a visão geral da tese (capítulo 1), seguidas dos referenciais teóricos (capítulos 2, 3 e 4), que embasaram a explicação da Arquitetura do SiGAD, com a construção da Ontologia OATVD, usada no Repositório Distribuído dos Objetos de Aprendizagem para TV Digital, que são parte integrante da Arquitetura e Serviços.

8.2 Trabalhos Futuros

Abaixo são ressaltados trabalhos futuros, que serão objeto de continuação desta pesquisa, assim como a apresentação do artigo com exposição do Modelo de Tutoria

Hierárquica discutido nesta tese.

- Implementação completa da arquitetura do SiGAD com estudo de caso de um curso real dentro da arquitetura proposta, incluindo o desenvolvimento de aplicações para os dispositivos ativos associados ao STB, parte integrante do SiGAD;
- Avaliação do SiGAD, segundo as métricas de análise da largura de banda mais adequada no lado da instituição de ensino e análise do comportamento dos servidores com relação ao número de conexões suportadas.
- Com relação ao número ideal de tutores, após estudo de várias séries de cursos, avaliar se o comportamento do modelo está de acordo com o esperado ou se deve utilizar um outro modelo matemático, levando sempre em consideração os níveis de tutoria;
- Verificar após análise de cursos usando o SiGAD, se os percentuais iniciais atribuídos para desistência de alunos e repasse de dúvidas pelo tutor, bem como probabilidade máxima de perda são razoáveis;
- Estudo de um modelo que contemple a forma de avaliação de aprendizado, considerando a escalabilidade.

Referências Bibliográficas

- [1] MONTEZ, C., BECKER, V. *TV Digital no Brasil: Tecnologia versus Política*. Florianópolis, UFSC, 2005.
- [2] ABNT. “NBR 156061 Televisão Digital Terrestre - Codificação de Dados e Especificações de Transmissão para Radiodifusão Digital Parte 1 - Codificação de Dados.”, 2010. Disponível em: <http://www.dtv.org.br/download/pt-br/ABNTNBR15606-1_2010Ed2.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [3] SOARES, L. F. G., BARBOSA, S. D. J. *Programando em NCL 3.0: Desenvolvimento de Aplicações para Middleware GINGA e TV Digital e Web*. Rio de Janeiro, Elsevier, 2009.
- [4] NCL, C. “Clube NCL”. . Disponível em: <<http://clube.ncl.org.br/>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [5] GOMES, A. S., MARTINS, W. “Projeto Amadeus”. . Disponível em: <<http://amadeus.cin.ufpe.br>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [6] FUKS, H. “Aprendizagem e Trabalho Cooperativo no Ambiente AulaNet”, *Revista Brasileira de Informática na Educação. Porto Alegre. v. 6. p. 53-74.*, 2000.
- [7] JOKIPELTO, P. A. “T-learning Model for Learning via Digital TV”, *In: 16th EAAEIE conference. Lappeenranta*, 2005.
- [8] DO AMARAL, S. F., BARATTI, L. O., BATACA, D. M., et al. “Serviço de Apoio a Distância ao Professor em Sala de Aula pela TV Digital Interativa”, *In: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação. Campinas, v. 1, n. 2, p. 53-70*, 2004.
- [9] MONTEIRO, B. S., DE SOUZA, F. F., GOMES, A. S., et al. “Estendendo a experiência de ensino a distância para a Televisão Digital”, *In: X Workshop de Software Livre. Porto Alegre*, 2009.
- [10] IBGE. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2009 - V.30 - Brasil*. Rio de Janeiro, IBGE, 2010.

- [11] ANATEL. “RESOLUÇÃO Nº 539 , DE 23 DE FEVEREIRO DE 2010”. , 2010. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=240090&assuntoPublicacao=null&caminhoRel=Empresas&filtro=1&documentoPath=240090.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [12] ABED. *Censo EaD.br: Relatório Analítico da Aprendizagem a Distância no Brasil*. São Paulo, Pearson, 2010.
- [13] MAIA, C., MATTAR, J. *ABC da EaD*. São Paulo, Pearson, 2007.
- [14] CORRÊA, J. *Educação a Distância: Orientações Metodológicas*. Porto Alegre, Artmed, 2007.
- [15] UNOPAR. Disponível em: <<http://www.unoparvirtual.com.br/saibamais.php>>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [16] “Fundação Roberto Marinho”. . Disponível em: <<http://www.frm.org.br/main.jsp?lumChannelId=FF8081811D6C7E31011D878562953746>>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [17] MARGALHO, M., FRANCÊS, R., COSTA, J. C. W. A. “Canal de Retorno para TV Digital com Interatividade Condicionada por Mecanismo de Sinalização Contínua e Provisionamento de Banda Orientado a QoS”, *In: IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS, VOL. 5, NO. 5*, 2007.
- [18] MARTINS, R. B., DE HOLANDA, G. M., TAMBASCIA, C. A., et al. *Relatório sobre o Modelo de Referência do Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre*. Relatório Técnico PD.30.12.36A.0002A/RT-08-AB, CPqD, 2006.
- [19] IBGE. “Contagem da População 2007”. . Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [20] ANTONIK, L. R. “Radiodifusão - Uma Abordagem Numérica”. . Disponível em: <http://www.abert.org.br:8080/abert/sites/default/files/pdf/Radiodifusao_abordagem.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [21] “Documentos - NCL Versão 3.0”. . Disponível em: <<http://www.ncl.org.br/documentos.html>>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [22] IERUSALIMSKY, R. *Programming in Lua*. 2a. ed. Rio de Janeiro, Puc-Rio, 2006.

- [23] MENDES, C. O. S., LEÃO, J. S., PEDROZA, A. C. “A TV Digital e a EaD Discutindo Alternativas de Ensino”, *In: 6º ETIC Encontro de Educação e Tecnologias de Informação e Comunicação. Anais do 6º ETIC Encontro de Educação e Tecnologias de Informação e Comunicação. Rio de Janeiro, 2008.*
- [24] PINTO, R. P. R., MENDES, C. O. S., LEÃO, J. S., et al. “Uso do RSS como Ferramenta Educacional na TV Digital”, *In: I Simpósio Internacional da Televisão Digital - SIMTVD, 2009, Baurú-SP. I Simpósio Internacional da Televisão Digital - SIMTVD. Baurú-SP : UNESP, 2009.*
- [25] MENDES, C. O. S., SÁ, C. F., SOUZA, F. P., et al. “A Influência da Afetividade na EaD como Fator de Contribuição para Redução da Evasão”, *In: ESUD 2009 - VI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância, 2009, São Luis. ESUD 2009 - VI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância. São Luis-MA: UEMA, 2009.*
- [26] MENDES, C. O. S., SUZUKI, J. F. T. “Uso da TV Digital na Escola Pública Como Ferramenta de Aprendizado”, *In: Terceiro Congresso Nacional de Extensão Universitária, 2009, Londrina: UNOPAR, 2009.*
- [27] MENDES, C. O. S., LEÃO, J. S., PEDROZA, A. C. “SiGAD - Sistema de Suporte e Gerenciamento de Aprendizado Distribuído para TV Digital”, *ETD : Educação Temática Digital. UNICAMP. Aceito para publicação na edição de jan-2011.*
- [28] MATTOS, S. *História da Televisão Brasileira*. 4a. ed. Petrópolis, Vozes, 2009.
- [29] LITTO, F. M., FORMIGA, M. *Educação a Distância: o Estado da Arte*. São Paulo, Pearson, 2009.
- [30] DAS COMUNICAÇÕES, M. “TV Digital Alcança o Número de 30 Cidades”. , 2010. Disponível em: <<http://www.mc.gov.br/noticias-do-site/22462-tv-digital-alcanca-o-numero-de-30-cidades>>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [31] “Normas da ABNT para TV Digital.” . Disponível em: <<http://www.forumsbtvd.org.br/materias.asp?id=112>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [32] “Países que aderiram ao SBTVD.” . Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/SBTVD>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

- [33] “DECRETO Nº 4.901, DE 26 DE NOVEMBRO DE 2003”. , . Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4901.htm>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [34] “Decreto Presidencial nº 5.393 de 10 de março de 2005.” , . Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5393.htm>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [35] “Decreto Presidencial nº 5.820 de 29 DE junho de 2006.” , . Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5820.htm>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [36] “Portaria Ministério das Comunicações 652 de 10 de outubro de 2006.” . Disponível em: <<http://www.mc.gov.br/images/2009/08/portaria-nc2ba-652-de-10102006.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [37] “Lei 11.652 de 7 de abril de 2008.” . Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11652.htm>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [38] CRUZ, R. *TV Digital no Brasil: Tecnologia versus Política*. São Paulo, SENAC, 2008.
- [39] STJEPANOVIC, A. D., STJEPANOVIC, S. B., BOJKOVIC, Z. S. “IPTV Service”, In: *15th Telecommunications Forum TELFOR 2007, Serbia, Belgrade*, 2007.
- [40] BARBOSA, M., FERNANDES, M., DE MORAES, O. J. *Comunicação, Educação e Cultura na Era Digital*. São Paulo, Intercom, 2009.
- [41] ABNT. “NBR 15604 Televisão digital terrestre - Receptores.” , 2008. Disponível em: <http://www.dtv.org.br/download/pt-br/ABNTNBR15604_2007Vc_2008.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [42] DE SOUSA, V. P., NETO, M. M., OBAID, A., et al. “An API for the Discovery of Educational Content on the Brazilian Digital TV”, In: *ITHET 6th Annual International Conference, IEEE*, 2005.
- [43] INSTRUMENTS, T. “Block Diagram (SBD) for a STB / DVR / Streaming Media audio/video system that supports cable, satellite, terrestrial, or IP broadcasting, as well as a hybrid capability.” . Disponível em: <<http://focus.ti.com/docs/solution/folders/print/262.html#desconsider>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

- [44] CAMPISTA, M. E. M., MORAES, I. M., ESPÓSITO, P. M., et al. “The Ad Hoc Return Channel: A Low-Cost Solution for Brazilian Interactive Digital TV”, *In: IEEE Communications Magazine*, 2007.
- [45] MELONI, L. “Return Channel for the Brazilian Digital Television System-Terrestrial”, *In: Revista da Sociedade Brasileira Computação*, no. 1; Vol. 13. Porto Alegre, 2007.
- [46] DE CARVALHO, F. B., FILHO, D. M. C., CASTRO, E. R., et al. “On the use of Power Line Communications to Transmit the Return Channel for Digital Television”, *In: IEEE Ninth International Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications.*, 2006.
- [47] JR., G. B., DANTAS, C., YAMADA, F. S., et al. “Digital Signal Disturbed by Impulsive Noise”, *In: IEEE TRANSACTIONS ON BROADCASTING*, VOL. 51, NO. 3., 2005.
- [48] SILVA, M. *Sala de Aula Interativa*. Rio de Janeiro, Quartet, 2006.
- [49] LEMOS, A. L. “Anjos Interativos e Retribalização do Mundo. Sobre Interatividade e Interfaces Digitais”. . Disponível em: <<http://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/lemos/interativo.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [50] RIBEIRO, A. A. “Televisão e a Concorrência Digital: o fim do monopólio do vídeo”, *In: Jornalismo e Tecnologia - Ano IV N 02. Santa Catarina. UFSC*, 2007.
- [51] NAPOLITANO, M. *Como Usar a Televisão na Sala de Aula*. 7a. ed. São Paulo, Contexto, 2007.
- [52] ABNT. “Televisão digital terrestre - Codificação de dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital Parte 4: Ginga-J - Ambiente para a execução de aplicações procedurais”. , 2010. Disponível em: <http://www.dtv.org.br/download/pt-br/ABNTNBR15606-4_2010Ed1.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2010.
- [53] ABNT. “Televisão digital terrestre - Codificação de dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital Parte 2: Ginga-NCL para receptores fixos e móveis - Linguagem de aplicação XML para codificação de aplicações.” , 2009. Disponível em: <http://www.dtv.org.br/download/pt-br/ABNTNBR15606_2D2_2007Vc3_2008.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2010.

- [54] ALBUQUERQUE, C., PROENÇA, T., OLIVEIRA, E. *TVoIP: TV sobre IP Arquiteturas para Transmissão em Larga Escala*. Relatório Técnico Capítulo 2, Minicursos do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores - SBRC 2007, Maio 2007.
- [55] TEIXEIRA, L. *Televisão Digital Interatividade e Usabilidade*. Goiás, UCG, 2009.
- [56] BAPTISTA, L., JOSPIN, P., ALMEIDA, R., et al. “Televisão digital terrestre - Codificação de dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital Parte 4: Ginga-J - Ambiente para a execução de aplicações procedurais”. , 2010. Disponível em: <<http://www.middlewareopensource.com/>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [57] DE SOUZA, P. J. *LUACOMP: ferramenta de autoria de aplicações para tv digital*. Tese de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- [58] PROVIEW. “Características Técnicas”. . Disponível em: <<http://www.proviewbr.com.br/indexsettopbox.php>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [59] VISIONTEC. “Conversor Digital VT7000A”. , 2010. Disponível em: <http://www.visiontec.com.br/site/produtos_conversores.php>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [60] TQTV.D. “AstroTV”. , 2010. Disponível em: <http://www.tqtv.d.com.br/br/produtos_middleware.html>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [61] RCASOFT. “Características Técnicas”. . Disponível em: <http://www.rcasoft.com.br/midd_carac.php>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [62] STMICROELECTRONICS. “STi7101 Low-cost HDTV Set-Top Box Decoder for H.264”. , 2008. Disponível em: <<http://www.st.com/stonline/books/pdf/docs/14942.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [63] “Sistema Operacional STLinux”. . Disponível em: <<http://www.stlinux.com>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [64] ABNT. “Televisão digital terrestre - Codificação de dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital Parte 6: Java DTV 1.3”. , 2010. Disponível em: <http://www.dtv.org.br/download/pt-br/ABNTNBR15606-6_2010Ed1.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [65] TQTV.D. “TV Digital: certificação da interatividade é a bola da vez.” , 2010. Disponível em: <<http://www.tqtv.d.com.br/pt-br/interatividade-certificacao>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

//idgnow.uol.com.br/blog/circuito/2010/06/29/
tv-digital-certificacao-da-interatividade-e-a-bola-da-vez/>.
Acesso em: 30 jun. 2010.

- [66] TQTV.D. “AstroATE (Automated Test Environment).” , 2010. Disponível em: <http://www.tqtv.d.com.br/br/produtos_astroate.html>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [67] COHEN, V. *Interactive Television Style Guide*. Relatório Técnico Version 2.1, British Broadcasting Corporation, Agosto 2002.
- [68] BECKER, V., FORNARI, A., FILHO, G. H. H., et al. “Recomendações de Usabilidade para TV Digital Interativa”, *In: II WTVD, 2006, Curitiba. Anais do WTVD 2006 - Workshop de TV Digital. 2006. p. 27-38.*, 2006.
- [69] “Decreto 5.296 de 2 de dezembro de 2004”. , . Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [70] GONZALEZ, M. *Fundamentos da Tutoria em Educação a Distância*. São Paulo, Avercamp, 2005.
- [71] MEC. “Portaria MEC 4.059, de 10 de dezembro de 2004.” , 2004. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/nova/acs_portaria4059.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [72] “Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996.” , 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [73] MEC. “Portaria Normativa 40, de 12 de dezembro de 2007.” , 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/ead/port_40.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [74] VALENTE, J. A., PRADO, M. E. B. B., DE ALMEIDA, M. E. B. *Educação a Distância Via Internet*. São Paulo, Avercamp, 2005.
- [75] INEP. “Sinopses Estatísticas da Educação Superior - Graduação.” , 2010. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/superior/censosuperior/sinopse/default.asp>>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [76] FILATRO, A. *Design Instrucional Contextualizado: Educação e Tecnologia*. São Paulo, SENAC, 2007.
- [77] FILATRO, A. *Design Instrucional na Prática*. São Paulo, Pearson, 2008.

- [78] BELDA, F. R. “Estrutura de conteúdos educativos para TV Digital: um modelo de referência”, *In: I Simpósio Internacional da Televisão Digital - SIMTVD, 2009, Baurú-SP. I Simpósio Internacional da Televisão Digital - SIMTVD. Baurú-SP : UNESP, 2009.*
- [79] NIED/UNICAMP. “TelEduc”. . Disponível em: <<http://www.teleduc.org.br/>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [80] BLACKBOARD. “blackboard Inc.” . Disponível em: <<http://www.blackboard.com/>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [81] MOODLE. “Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment(Moodle)”. . Disponível em: <<http://moodle.org/>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [82] CATAPAN, A. H., RONCARELLI, D., MALLMANN, E. M. “EaDList: Uma Ferramenta para Escolha de Um Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem”, *In: XIII Congresso Internacional da ABED. Curitiba, 2007.*
- [83] FUKS, H., GEROSA, M. A., BARRETO, C. G., et al. “Middleware de Integração entre o Ambiente AulaNet e o Ginga”, *In: Congresso da Sociedade Brasileira de Engenharia de Televisão, 2007. São Paulo. Revista de Radiodifusão. v. 2. p. 17-25., 2007.*
- [84] SEED. “Referenciais de Qualidade para Educação Superior a Distância”. , 2007. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/refead1.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [85] M. LYTRAS, C. LOUGOS, P. “Interactive Television and e-learning Convergence: Examining the Potential of t-learning.” *In: Department of Management Science & Technology; Athens University of Economics and Business. Greece, 2002.*
- [86] BBC. “Programa do canal BBC. SOS Teacher”. . Disponível em: <<http://www.pjb.co.uk/t-learning/case9.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [87] DAMÁSIO, M., QUICO, C. “T-Learning and Interactive Television Edutainment: the Portuguese Case Study”, *In: World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (EDMEDIA), pp. 4511-4518., 2004.*
- [88] PICCOLO, L. S. G., KUTIISHIL, S. M., BARANAUSKAS, M. C. C. “Interface Educacional em TV Interativa: Proposta do SAPSA - Serviço de Apoio ao

Professor em Sala de Aula”, *In: XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Juiz de Fora-MG*, 2005.

- [89] GOMES, E. R., SILVEIRA, R. A., VICARI, R. M. “Objetos Inteligentes de Aprendizagem: Uma Abordagem Baseada em Agentes de Aprendizagem.” *In: XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Manaus*, 2004.
- [90] KRATZ, R., PINTO, S., SCOPEL, M. “An Architecture for Courseware Adequacy to Re-Useable Learning Objects (SCORM)”, *In: IEEE International Conference on Next Generation Web Services Practices*, 2005.
- [91] IEEE. “1484.12.1-2002 IEEE Standard for Learning Object Metadata”. , 2002. Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [92] PANAR, A. *Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004 4th Edition Content Aggregation Model (CAM) Version 1.1*. Relatório Técnico Version 1.1, Advanced Distributed Learning (ADL), Agosto 2009.
- [93] PANAR, A. *Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004 4th Edition Run-Time Environment (RTE) Version 1.1*. Relatório Técnico Version 1.1, Advanced Distributed Learning (ADL), Agosto 2009.
- [94] PANAR, A. *Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004 4th Edition Edition Sequencing and Navigation (SN) Version 1.1*. Relatório Técnico Version 1.1, Advanced Distributed Learning (ADL), Agosto 2009.
- [95] NOY, N. F., MCGUINNESS, D. L. *Ontology Development 101 - A guide to creating your first ontology*. Relatório Técnico KSL-01-05, Standford University, 2001.
- [96] FOR BIOMEDICAL INFORMATICS RESEARCH, S. C. “The Protégé Ontology Editor and Knowledge Acquisition System”. . Disponível em: <<http://protege.stanford.edu/>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [97] PRIETO-BLAZQUEZ, J., GARCIA-TORA, I., HERRERA-JOANCOMARTI, J., et al. “Virtual Laboratory ontology for engineering education”. *In: Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008. 38th Annual*, pp. S2F-1 –S2F-6, 22-25 2008. doi: 10.1109/FIE.2008.4720470.
- [98] BINFENG, X., XIAOGANG, L., CHENGLIN, P., et al. “Based on Ontology : Construction and application of Medical Knowledge Base”. *In: Complex Medical Engineering, 2007. CME 2007. IEEE/ICME International Conference on*, pp. 1586 –1589, 23-27 2007. doi: 10.1109/ICCME.2007.4382013.

- [99] YAO, T., USZKOREIT, H. “Building a Lexical Sports Ontology for Chinese IE Using Reusable Strategy”. In: *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, 2007. FSKD 2007. Fourth International Conference on*, v. 2, pp. 668 –672, 24-27 2007. doi: 10.1109/FSKD.2007.210.
- [100] BERGESON, B., BOOGERT, K. *Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) Schema for Universal Description, Discovery, and Integration version 3 (UDDIv3)*. Relatório Técnico RFC 4403, Internet Engineering Task Force, 2006.
- [101] OPENLDAP, F. “OpenLDAP Software 2.4 Administrator’s Guide”. , 2010. Disponível em: <<http://www.openldap.org/doc/admin24/schema.html>>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [102] CROCKFORD, D. *The application/json Media Type for JavaScript Object Notation (JSON)*. Relatório Técnico RFC 4627, Internet Engineering Task Force, 2006.
- [103] VICARI, R. M. “FEB - Federação de Repositórios Educa Brasil.” , 2008. Disponível em: <<http://feb.ufrgs.br/>>. Acesso em: 30 jun. 2010.
- [104] DE SOUSA MONTEIRO, B. *Amadeus-TV: Portal Educacional na TV Digital Integrado a um Sistema de Gestão de Aprendizado*. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2009.
- [105] LEITE, P. M., BARRÉRE, E. “Especificação de Esquemas XML para um Mecanismo de Integração entre o Moodle e uma Aplicação de TV Digital Interativa”, In: *I Simpósio Internacional da Televisão Digital - SIMTVD, 2009, Baurú-SP. I Simpósio Internacional da Televisão Digital - SIMTVD. Baurú-SP : UNESP*, 2009.
- [106] “Software phpLDAPadmin”. . Disponível em: <<http://phpldapadmin.sourceforge.net/>>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [107] BOUZADA, M. A. C. *O Uso de Ferramentas Quantitativas em Call Centers - o Caso Contax*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- [108] SONNTAG, A. A. *Call Center Próprio ou Terceirizado: Comparações Utilizando Simulações com Sistemas Dinâmicos*. Tese de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

- [109] DE SOUSA CAMPELO, R. *Modelos analíticos para Probabilidades de Bloqueio em Redes de Caminhos Ópticos com Topologias Lineares*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- [110] BROCKMEYER, E., HALSTROM, H. L., JENSEN, A. *The Life and Works of A.K. Erlang*. Copenhagen, Transactions of the Danish Academy of Technical Sciences, 1948.
- [111] DE ALMEIDA E ALBUQUERQUE, J. P., FORTES, J. M. P., FINAMORE, W. A. *Probabilidade, Variáveis Aleatórias e Processos Estocásticos*. Rio de Janeiro, Interciência, 2008.
- [112] CHWIF, L., MEDINA, A. C. *Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria & Aplicações*. 2a. ed. São Paulo, dos Autores, 2007.
- [113] CHURCHWARD, M. “OKTech Web Services”. , 2008. Disponível em: <<http://moodle.org/mod/data/view.php?d=13&rid=573&filter=1>>. Acesso em: 30 jun. 2010.
- [114] MASON-JONES, C. “1484.12.1-2002 IEEE *Standard for Learning Object Metadata*”. , 2009. Disponível em: <<http://luaforge.net/projects/json/>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- [115] SCHMITZ, C. “Lime Survey”. , 2010. Disponível em: <<http://www.limesurvey.org>>. Acesso em: 10 mai. 2010.
- [116] R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2010. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. ISBN 3-900051-07-0.

Apêndice A

Representação da Ontologia OATVD no Formato OWL

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"
  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"
  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns="http://www.owl-ontologies.com/Ontology1248290486.owl#"
  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/Ontology1248290486.owl">
  <owl:Ontology rdf:about=""/>
  <owl:Class rdf:ID="Tipo_usuario">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Restriction>
        <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >humano</owl:hasValue>
        <owl:onProperty>
          <owl:FunctionalProperty rdf:ID="usuario"/>
        </owl:onProperty>
      </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Restriction>
        <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >agente_sotware</owl:hasValue>
        <owl:onProperty>
          <owl:FunctionalProperty rdf:about="#usuario"/>
        </owl:onProperty>
      </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
</rdf:RDF>
```

```

        </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
            <owl:onProperty>
                <owl:FunctionalProperty rdf:about="#usuario"/>
            </owl:onProperty>
            <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                >ambos</owl:hasValue>
        </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Tipo_usuario</rdfs:label>
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Se humano, agente de software, ambos, outros...</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Texto_OA">
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Class rdf:ID="OA"/>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Tipo de Objeto de Aprendizagem (OA)</rdfs:comment>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Texto_OA</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Imagem_OA">
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Tipo de Objeto de Aprendizagem (OA)</rdfs:comment>
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Class rdf:about="#OA"/>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Imagem_OA</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#OA">
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Define as classe dos Objetos de Aprendizagem (OA).</rdfs:comment>
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
            <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                >prognostica</owl:hasValue>
            <owl:onProperty>
                <owl:DatatypeProperty rdf:ID="tipo_avaliacao_OA"/>
            </owl:onProperty>
        </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>

```

```

<rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >formativa</owl:hasValue>
    <owl:onProperty>
      <owl:DatatypeProperty rdf:about="#tipo_avaliacao_OA"/>
    </owl:onProperty>
  </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>OA</rdfs:label>
<rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >hibrido</owl:hasValue>
    <owl:onProperty>
      <owl:FunctionalProperty rdf:ID="tipo_ensino_OA"/>
    </owl:onProperty>
  </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >somativa</owl:hasValue>
    <owl:onProperty>
      <owl:DatatypeProperty rdf:about="#tipo_avaliacao_OA"/>
    </owl:onProperty>
  </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty>
      <owl:DatatypeProperty rdf:ID="padrao_SBTVD"/>
    </owl:onProperty>
    <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >full-seg</owl:hasValue>
  </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty>
      <owl:FunctionalProperty rdf:about="#tipo_ensino_OA"/>
    </owl:onProperty>
    <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >informal</owl:hasValue>
  </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>

```

```

<rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >one-seg</owl:hasValue>
    <owl:onProperty>
      <owl:DatatypeProperty rdf:about="#padrao_SBTVD"/>
    </owl:onProperty>
  </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >ambos</owl:hasValue>
    <owl:onProperty>
      <owl:DatatypeProperty rdf:about="#padrao_SBTVD"/>
    </owl:onProperty>
  </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty>
      <owl:DatatypeProperty rdf:about="#tipo_avaliacao_OA"/>
    </owl:onProperty>
    <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >qualquer</owl:hasValue>
  </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty>
      <owl:FunctionalProperty rdf:about="#tipo_ensino_OA"/>
    </owl:onProperty>
    <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >formal</owl:hasValue>
  </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Video_OA">
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Video_OA</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#OA"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Video de OA</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Software_OA">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#OA"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```

```

    >Aplicativo_desenvolvido para OA.</rdfs:comment>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Software_OA</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Audio_OA">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#OA"/>
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Tipo de Objeto de Aprendizagem (OA)</rdfs:comment>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Audio_OA</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="utiliza_o_OA">
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Estabelece relacionamento entre a classe Tipo_usuario com a classe OA
</rdfs:comment>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >utiliza_o_OA</rdfs:label>
    <rdfs:domain>
        <owl:Class>
            <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
                <rdfs:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
                <owl:Class rdf:about="#Tipo_usuario"/>
            </owl:unionOf>
        </owl:Class>
    </rdfs:domain>
</owl:ObjectProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#padrao_SBTVD">
    <rdfs:domain>
        <owl:Class>
            <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
                <rdfs:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
                <owl:Class rdf:about="#OA"/>
            </owl:unionOf>
        </owl:Class>
    </rdfs:domain>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >padrao_SBTVD</rdfs:label>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Qual padrão do SBTVD para uso?</rdfs:comment>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#tipo_avaliacao_OA">
    <rdfs:domain>
        <owl:Class>
            <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
                <rdfs:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
                <owl:Class rdf:about="#OA"/>
            </owl:unionOf>
        </owl:Class>
    </rdfs:domain>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Qual avaliação do OA?</rdfs:comment>
</owl:DatatypeProperty>

```

```

        </owl:unionOf>
    </owl:Class>
</rdfs:domain>
<rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>tipo_avaliacao_OA</rdfs:label>
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Tipo de avaliação em que pode ser usado (prognóstica, formativa,
somativa)</rdfs:comment>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="aderente_MPEG_7">
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>aderente_MPEG_7</rdfs:label>
<rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Aderente ao padrão MPEG-7?</rdfs:comment>
<rdfs:domain>
    <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
            <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
            <owl:Class rdf:about="#Video_OA"/>
        </owl:unionOf>
    </owl:Class>
</rdfs:domain>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="aderente_ao_SBTVD_OA">
    <rdfs:domain>
        <owl:Class>
            <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
                <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
                <owl:Class rdf:about="#OA"/>
            </owl:unionOf>
        </owl:Class>
    </rdfs:domain>
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Se o objeto é adequado para ser apresentado no STB (Set-top box) do
SBTVD. Campo booleano (V - sim ou F - não).</rdfs:comment>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>aderente_ao_SBTVD_OA</rdfs:label>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean"/>
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="data_OA">
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdfs:domain>
        <owl:Class>

```

```

    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
      <owl:Class rdf:about="#0A"/>
    </owl:unionOf>
  </owl:Class>
</rdfs:domain>
<rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>data_0A</rdfs:label>
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Define data da criação/atualização.</rdfs:comment>
<rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="instituição">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
        <owl:Class rdf:about="#Tipo_usuario"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>instituição</rdfs:label>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Instituição que utiliza.</rdfs:comment>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="autor_0A">
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>autor_0A</rdfs:label>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
        <owl:Class rdf:about="#0A"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Autor do 0A.</rdfs:comment>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="linha_pedagogica_0A">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```



```

>linha_pedagogica_OA</rdfs:label>
<rdfs:domain>
  <owl:Class>
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
      <owl:Class rdf:about="#OA"/>
    </owl:unionOf>
  </owl:Class>
</rdfs:domain>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Define a classificação do OA segundo a linha pedagógica (Peaget...)
..</rdfs:comment>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="caminho_OA">
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>caminho_OA</rdfs:label>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Define localização do OA.</rdfs:comment>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
        <owl:Class rdf:about="#OA"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="formato_OA">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
        <owl:Class rdf:about="#OA"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Tipo d extensão e formato de arquivo do OA</rdfs:comment>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>formato_OA</rdfs:label>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:about="#tipo_ensino_OA">

```

```

<rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>tipo_ensino_OA</rdfs:label>
<rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Tipo de ensino que pode ser usado: formal, informal, hibrido.</rdfs:comment>
<rdfs:domain>
  <owl:Class>
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
      <owl:Class rdf:about="#OA"/>
    </owl:unionOf>
  </owl:Class>
</rdfs:domain>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="licenca_OA">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>licenca_OA</rdfs:label>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
        <owl:Class rdf:about="#OA"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Tipo de licença do OA.</rdfs:comment>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="lms">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Tipo de LMS que utiliza o OA</rdfs:comment>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
        <owl:Class rdf:about="#Tipo_usuario"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>lms</rdfs:label>
</owl:FunctionalProperty>

```

```

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="versao_OA">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Define a versão do OA</rdfs:comment>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>versao_OA</rdfs:label>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
        <owl:Class rdf:about="#OA"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="descricao_OA">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Descrição do OA</rdfs:comment>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>descricao_OA</rdfs:label>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
        <owl:Class rdf:about="#OA"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="titulo">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
        <owl:Class rdf:about="#OA"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>titulo</rdfs:label>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Nome do OA.</rdfs:comment>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

```

```

</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:about="#usuario">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
        <owl:Class rdf:about="#Tipo_usuario"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    >usuario</rdfs:label>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    >Tipo de usuário.
    Humano ou agente de software, ambos</rdfs:comment>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="local_origem_OA">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
        <owl:Class rdf:about="#OA"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    >Localização de origem do OA.</rdfs:comment>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    >local_origem_OA</rdfs:label>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="software_autoria_OA">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
        <owl:Class rdf:about="#OA"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    >software_autoria_OA</rdfs:label>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">

```

```

>Tipo de software usado na criação do OA.</rdfs:comment>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
<Texto_OA rdf:about="OA_SBTVD-versao_3_Form_Class2">
  <caminho_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >http://www.schocair.com/teste.txt</caminho_OA>
  <aderente_ao_SBTVD_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean"
  >true</aderente_ao_SBTVD_OA>
  <formato_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >.txt</formato_OA>
  <licenca_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Protegida</licenca_OA>
  <versao_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >1.0</versao_OA>
  <padrao_SBTVD rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >ambos</padrao_SBTVD>
  <data_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >22/06/2009</data_OA>
  <linha_pedagogica_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Não Consta</linha_pedagogica_OA>
  <tipo_ensino_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >formal</tipo_ensino_OA>
  <tipo_ensino_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >informal</tipo_ensino_OA>
  <padrao_SBTVD rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >one-seg</padrao_SBTVD>
  <tipo_ensino_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >hibrido</tipo_ensino_OA>
  <tipo_avaliacao_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >somativa</tipo_avaliacao_OA>
  <autor_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Otavio</autor_OA>
  <descricao_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Texto de teste</descricao_OA>
  <tipo_avaliacao_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >qualquer</tipo_avaliacao_OA>
  <padrao_SBTVD rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >full-seg</padrao_SBTVD>
  <titulo rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Teste</titulo>
  <tipo_avaliacao_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >formativa</tipo_avaliacao_OA>
  <tipo_avaliacao_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >prognostica</tipo_avaliacao_OA>
  <software_autoria_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Bloco de notas</software_autoria_OA>
</Texto_OA>

```

```

<Texto_OA rdf:about="OA_SBTVD_versao_3_Form_Class3">
  <tipo_avaliacao_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >qualquer</tipo_avaliacao_OA>
  <tipo_avaliacao_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >prognostica</tipo_avaliacao_OA>
  <linha_pedagogica_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Diversa</linha_pedagogica_OA>
  <tipo_avaliacao_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >formativa</tipo_avaliacao_OA>
  <tipo_ensino_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >formal</tipo_ensino_OA>
  <software_autoria_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Bloco de Notas</software_autoria_OA>
  <padrao_SBTVD rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >one-seg</padrao_SBTVD>
  <titulo rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Teste_2</titulo>
  <tipo_ensino_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >informal</tipo_ensino_OA>
  <data_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >20/07/2009</data_OA>
  <versao_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >1.2</versao_OA>
  <caminho_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >http://cefet-rj.br/texto_2</caminho_OA>
  <licenca_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Livre</licenca_OA>
  <autor_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Desconhecido</autor_OA>
  <tipo_avaliacao_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >somativa</tipo_avaliacao_OA>
  <descricao_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Outro arquivo de teste</descricao_OA>
  <formato_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >.txt</formato_OA>
  <tipo_ensino_OA rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >hibrido</tipo_ensino_OA>
  <padrao_SBTVD rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >full-seg</padrao_SBTVD>
  <padrao_SBTVD rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >ambos</padrao_SBTVD>
</Texto_OA>
</rdf:RDF>
<!-- Created with Protege (with OWL Plugin 3.4.1, Build 536)
http://protege.stanford.edu -->

```

Apêndice B

Dicionário de Dados do OATVD

A tabela B.1 contém o dicionário de dados com a descrição dos atributos por classe de OA utilizados na concepção do OATVD.

As tabelas B.2, B.3, B.4, B.5e B.6 herdam os atributos da classe pai Objeto de Aprendizagem.

Tabela B.1: Classe Objeto de Aprendizagem - Pai

Atributo	Descrição
Aderente ao SCORM	Se está no padrão SCORM usado no LMS.
Título	Nome do OA.
Autor	Autor(es)/criador(es) do objeto.
Nome arquivo	Nome do arquivo.
Caminho	Localização do objeto.
Data	Data que foi inserido repositório.
Descricao	Algumas palavras chaves ou pequeno sumário sobre o objeto.
Formato	Extensão do arquivo.
Tamanho	Tamanho do arquivo.
Licenca	Tipo de licença de uso(se possuiu direito autoral).
Linha pedagógica	Linha baseado nas teorias pedagógicas (Construtivista, Behaviorista...).
Local origem	País, estado, município em que foi criado.
Padrao SBTVD	Se está conforme com a norma GINGA do SBTVD e se é possível exibi-lo.
Software de Autoria	Aplicativo que deu origem ao OA.
Tipo avaliacao	Tipo de avaliação em que pode ser usado o OA (prognóstica, formativa, somativa, não definido...).
Tipo ensino	Distância, semi-presencial, Presencial, todos, não definido.
Nivel ensino	Informal, Educação Infantil, Básico, Técnico, Especialização, Mestrado, Doutorado...
Versão	Versão do OA (importante para a arquitetura do SiGAD na montagem dos cursos de abrangência Nacional).
Criacao	Data que foi criado o OA.
Classificacao etaria	Faixa indicada (0 a 3 anos, 14 anos, 16 anos, maior de 18 anos).

Tabela B.2: Classe Objeto de Aprendizagem - Áudio

Atributo	Descrição
Tipo som	Tipo de som como fala, música cantada, musica instrumental ...
Duracao	Duração do som em minutos.
Numero de canais	Número de canais como; 1, 2, 5.1.

Tabela B.3: Classe Objeto de Aprendizagem - Imagem

Atributo	Descrição
Resolucao	SDTV, HDTV, outro ...
Tipo imagem	Fotografada, sintetizada, hibrida.

Tabela B.4: Classe Objeto de Aprendizagem - *Software*

Atributo	Descrição
Sistema operacional	Tipo do sistema que a aplicação pode ser executada como Windows, Linux, Unix, Mac, outro.

Tabela B.5: Classe Objeto de Aprendizagem - Texto

Atributo	Descrição
Quantidade palavras	Identifica o número de palavras no texto.
Quantidade caracteres	Identifica o número de caracteres no texto.
Tipo nao textual	Se existem imagens associadas ao texto.

Tabela B.6: Classe Objeto de Aprendizagem - Vídeo

Atributo	Descrição
Resolucao	SDTV, HDTV, outro ...
Duracao	Tempo total do vídeo.
Aderente ao MPEG 7	Se o vídeo é compatível com o padrão MPEG 7.

Apêndice C

Esquema OATVD no OpenLDAP

```
# Esquema descritivo de objetos de aprendizagem
# http://www.openldap.org/doc/admin22/schema.html

#####
# Atributos do Objeto de Auxilio #
#####

attributetype ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.1.1 NAME 'valor'
DESC 'Descricao do objeto de auxilio'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE )

attributetype ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.1.2 NAME 'tipo'
DESC 'tipo do objeto de auxilio'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE )

#####
# Atributos do Objeto de Aprendizado #
#####

attributetype ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.1.0 NAME 'nivelensino'
DESC 'nome de ensino'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE )
```

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.3 NAME 'arquivo'
DESC 'nome do arquivo'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.4 NAME 'classificacaoetaria'
DESC 'Classificacao Etaria'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.5 NAME 'aderenteSCORM'
DESC 'Se objeto compativel com o padrao SCORM'
EQUALITY booleanMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.7
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.6 NAME 'autor'
DESC 'autor do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.7 NAME 'caminho'
DESC 'caminho do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.8 NAME 'data'
DESC 'data do objeto'
EQUALITY numericStringMatch
SUBSTR numericStringSubstringsMatch
ORDERING numericStringOrderingMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.36
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.9 NAME 'descricao'
DESC 'descricao do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch

SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.10 NAME 'formato'
DESC 'formato do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.11 NAME 'licenca'
DESC 'licenca do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.12 NAME 'linhapedagogica'
DESC 'linha pedagogica do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.13 NAME 'localorigem'
DESC 'Origem do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.14 NAME 'padraoSBTVD'
DESC 'Padrao do Sistema Brasileiro de TV Digital do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.15 NAME 'softwareautoria'
DESC 'Software de Autoria do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.16 NAME 'tipoavaliacao'
DESC 'Metodo de avaliacao do objeto'

```

EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE )

```

```

attributetype ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.1.17 NAME 'tipoensino'
DESC 'Metodo de ensino do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE )

```

```

attributetype ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.1.18 NAME 'titulo'
DESC 'Titulo do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE )

```

```

attributetype ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.1.19 NAME 'versao'
DESC 'versao do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE )

```

```

attributetype ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.1.20 NAME 'criacao'
DESC 'Criacao do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE )

```

```

attributetype ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.1.21 NAME 'tamanho'
DESC 'tamanho do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE )

```

```

#####
#   Atributos do Audio Objeto de Aprendizado   #
#####

```

```

attributetype ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.1.22 NAME 'tipoSom'
DESC 'Formato do som do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch

```

```
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE )
```

```
attributetype ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.1.23 NAME 'duracao'
DESC 'duracao do objeto'
EQUALITY numericStringMatch
SUBSTR numericStringSubstringsMatch
ORDERING numericStringOrderingMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.36
SINGLE-VALUE )
```

```
attributetype ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.1.24 NAME 'canais'
DESC 'Numero de canais do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE )
```

```
#####
# Atributos do Software Objeto de Aprendizado #
#####
```

```
attributetype ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.1.25 NAME 'sistemaOperacional'
DESC 'Sistema operacional do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE )
```

```
#####
# Atributos do texto Objeto de Aprendizado #
#####
```

```
attributetype ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.1.26 NAME 'qtdPalavras'
DESC 'quantidade de palavras do objeto'
EQUALITY numericStringMatch
SUBSTR numericStringSubstringsMatch
ORDERING numericStringOrderingMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.36
SINGLE-VALUE )
```

```
attributetype ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.1.27 NAME 'qtdCaracteres'
DESC 'quantidade de caracteres do objeto'
EQUALITY numericStringMatch
SUBSTR numericStringSubstringsMatch
ORDERING numericStringOrderingMatch
```

SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.36
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.28 NAME 'tipoNaoTextual'
DESC 'Tipo nao textual do objeto'
EQUALITY booleanMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.7
SINGLE-VALUE)

Atributos do imagem Objeto de Aprendizado #
#####

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.29 NAME 'tipoImagem'
DESC 'Tipo do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.30 NAME 'resolucao'
DESC 'Resolucao do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE)

Atributos do video Objeto de Aprendizado #
#####

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.31 NAME 'resolucao'
DESC 'Resolucao do objeto'
EQUALITY caseIgnoreMatch
SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15
SINGLE-VALUE)

attributetype (1.3.6.1.4.1.15998.1.1.32 NAME 'aderenteMPEG7'
DESC 'Se objeto compativel com o padrao MPEG7'
EQUALITY booleanMatch
SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.7
SINGLE-VALUE)

Classes #
#####

```

objectclass ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.2.1 NAME 'oAuxilio'
SUP top STRUCTURAL
DESC 'Objeto de auxilio'
MUST ( valor $ tipo ) )

```

```

objectclass ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.2.2 NAME 'oAprendizagem'
SUP top STRUCTURAL
DESC 'Objeto de Aprendizagem'
MUST ( aderenteSCORM $ autor $ arquivo $ caminho $ data $ descricao
$ formato $ licenca $ linhapedagogica $ localorigem
$ padraoSBTVD $ softwareautoria $ tipoavaliacao $ tipoensino
$ classificacaoetaria $ nivelensino
$ titulo $ versao $ criacao $ tamanho ) )

```

```

objectclass ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.2.3 NAME 'oaAudio'
SUP oAprendizagem STRUCTURAL
DESC 'Audio do Objeto de Aprendizagem'
MUST ( tipoSom $ duracao $ canais ) )

```

```

objectclass ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.2.4 NAME 'oaImagem'
SUP oAprendizagem STRUCTURAL
DESC 'Imagem do Objeto de Aprendizagem'
MUST ( tipoImagem $ resolucao ) )

```

```

objectclass ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.2.5 NAME 'oaSoftware'
SUP oAprendizagem STRUCTURAL
DESC 'Software do Objeto de Aprendizagem'
MUST ( sistemaOperacional ) )

```

```

objectclass ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.2.6 NAME 'oaTexto'
SUP oAprendizagem STRUCTURAL
DESC 'Texto do Objeto de Aprendizagem'
MUST ( qtdPalavras $ qtdCaracteres $ tipoNaoTextual ) )

```

```

objectclass ( 1.3.6.1.4.1.15998.1.2.7 NAME 'oaVideo'
SUP oAprendizagem STRUCTURAL
DESC 'Video do Objeto de Aprendizagem'
MUST ( resolucao $ duracao $ aderenteMPEG7 ) )

```


Apêndice D

Questionário EaDTV

Este apêndice refere-se ao aplicativo *Web Limesurvey* escrito em PHP, que foi utilizado nesta pesquisa para entrevista aos Tutores. Foi customizada a aplicação pelo autor, criando perguntas e regras que foram aplicados aos tutores do mercado de forma autônoma.

As telas com as explicações estão descritas abaixo:

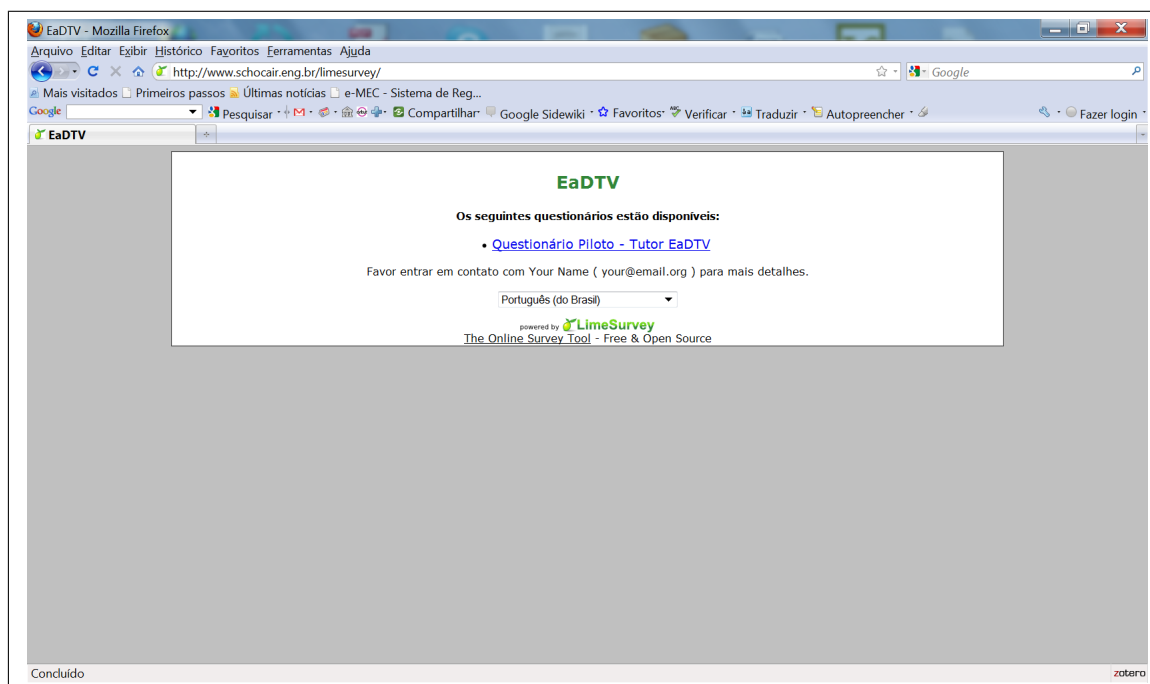


Figura D.1: Tela Inicial do Questionário

A tela inicial D.1 é acessada através do sítio <http://www.schocair.eng.br/limesurvey> e distribuída aos tutores que preencheram de forma anônima o questionário.

A tela D.2 de Boas Vindas explica a finalidade do questionário e reforça que será preenchido de forma anônima.

A tela D.3 solicita informar o sexo com o objetivo de identificar a proporção de

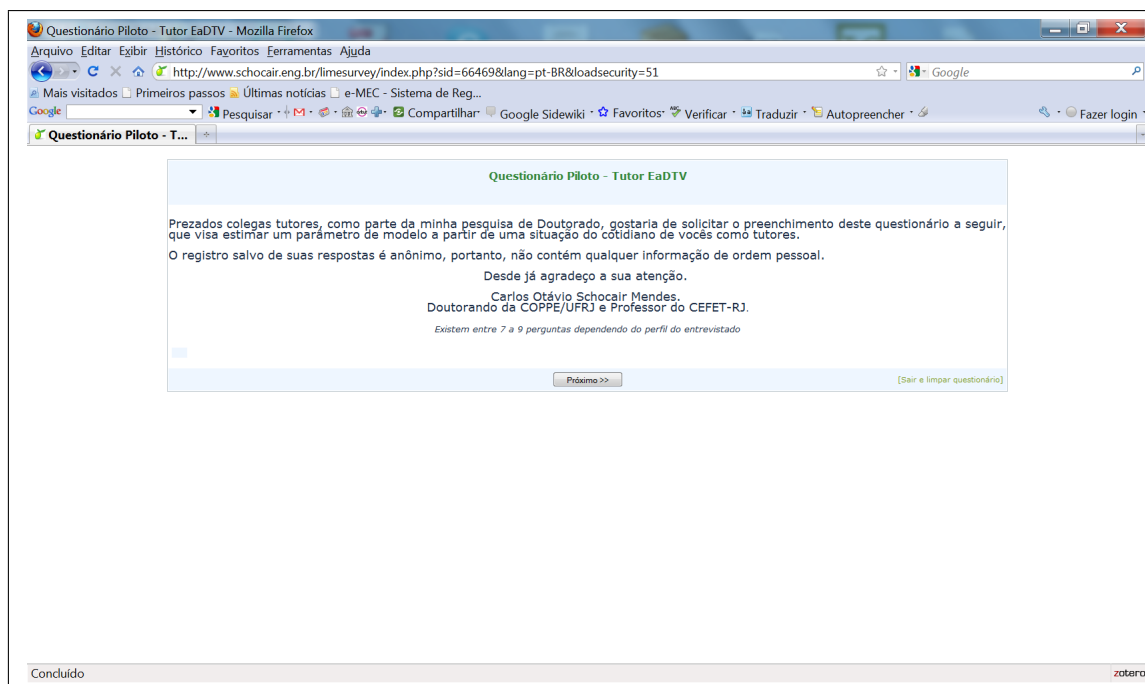


Figura D.2: Tela de Boas Vindas

Figura D.3: Tela de Identificação do Sexo

homens ou mulheres e posteriormente verificar se existem discrepâncias dos tempos atribuídos para repostas aos alunos.

A tela D.4 identifica a idade do tutor com o objetivo de verificar posteriormente se existe uma relação com o tempo atribuído para repostas aos alunos.

A Tela D.5 identifica a titulação máxima do entrevistado com o objetivo de também identificar se existe a relação com o tempo atribuído para as repostas aos alunos.

Na tela D.6 o Tutor marca quais as suas áreas de formação, considerando todos os cursos formais cursados.

Figura D.4: Tela da Idade do Entrevistado

Figura D.5: Tela Referente a Titulação Máxima

Figura D.6: Tela de Área de Formação do Tutor

Figura D.7: Tela da Experiência do Tutor

Com a tela D.7 é possível verificar o tempo de experiência do tutor entrevistado e depois comparar com o tempo que foi atribuído a repostas aos alunos e em relação a outros tutores com o mesmo tempo de experiência.

A tela D.8, sobre a área de atuação do tutor, tem como objetivo ativar as regras de perguntas específicas para cada curso/área oferecido e seu respectivo tempo de atendimento, mas somente as que o tutor escolher nesta questão.

A tela D.10 define as atividades Síncronas e Assíncronas aos Tutores referente ao tempo de atendimento aos alunos. A pergunta é padrão, diferenciando apenas do nível do Curso e Área de formação que foi ativada pela regra D.8.

A tela D.10 refere-se à pergunta sobre o tempo estimado pelo tutor para o Curso Técnico na área da Saúde para as atividades Síncronas e Assíncronas, supondo os seus respectivos níveis de dificuldades em minutos baixo, médio e alto.

Idem para a outra tela D.11 para o Curso de Especialização na área de Humanas.

Questionário Piloto - Tutor EaDTV

Grupo de questões específicas

*Em que Nível de Ensino e área você atua ou atuou como tutor?
Escolha a(s) que mais se adequa(m)

☐ Informal
☐ Médio
☐ Técnico - Humanas
☐ Técnico - Exatas
☒ Técnico - Saúde
☐ Graduação - Humanas
☐ Graduação - Exatas
☐ Graduação - Saúde
☒ Especialização - Humanas
☐ Especialização - Exatas
☐ Especialização - Saúde
☐ Mestrado - Humanas
☐ Mestrado - Exatas
☐ Mestrado - Saúde
☐ Doutorado - Humanas
☐ Doutorado - Exatas
☐ Doutorado - Saúde
☐ Pós-doutorado - Humanas
☐ Pós-doutorado - Exatas
☐ Pós-doutorado - Saúde

? Marque somente os níveis de ensino: informal - cursos não regulares (pintura, manutenção, francês, inglês extracurriculares...), formal (médio, técnico...) e as respectivas áreas em que atua ou atuou em alguma instituição.

<< Anterior Próximo >>

[Sair e limpar questionário]

Figura D.8: Tela sobre Área de Atuação do Tutor

Questionário Piloto - Tutor EaDTV

Grupo de questões específicas

Considere um cenário em que o aluno após uma tele-aula é convidado pelo professor palestrante/conteudista/formador a participar de atividades síncronas e assíncronas.

Entenda-se como atividade síncrona, aquela em que o aluno e o tutor concorrem no mesmo espaço temporal. Ex: mensagens instantânea (tipo MSN). As mensagens enviadas pelo aluno ao tutor não são visualizadas pelos demais, exceto se o tutor resolver encaminhar para esclarecimento geral.

Entenda-se como atividade assíncrona (correio), aquela em que o aluno e o tutor não concorrem no mesmo espaço temporal.

Obs: Por favor, responda mesmo que você não trabalhe com tutoria usando a TV.

É importante sua opinião sobre o assunto!!!

Próximo >>

[Sair e limpar questionário]

Figura D.9: Tela sobre o Tempo de Atendimento aos Alunos para o Curso Técnico na Área de Saúde

Questionário Piloto - Tutor EaDTV

Grupo de questões específicas

*Relativo a atividades SÍNCRONAS e ASSÍNCRONAS - Nível Técnico - Saúde.

**Qual o tempo máximo em minutos que o aluno suportaria a espera para ser atendido pelo tutor?
Considere este tempo para cada nível de dificuldade do assunto: baixo, médio e alto.**

	Dificuldade Baixa	Dificuldade Média	Dificuldade Alta
Ensino Técnico - Saúde - Atividade Síncrona
Ensino Técnico - Saúde - Atividade Assíncrona

? Tempo em que o tutor acredita ser razoável o aluno esperar pelo atendimento, considerando a atividade síncrona e assíncrona. Atribuir tempo em minutos para cada nível de dificuldade do assunto abordado na tele-aula: baixo, médio e alto.

Definido por cada nível de ensino e área de atuação.

Exemplo em minutos: 5, 10, 720 (metade do dia), 1440 (1 dia), 2880 (2 dias), 4320 (3 dias), 5720 (4 dias), 7200 (5 dias).

<< Anterior Próximo >>

[Sair e limpar questionário]

Figura D.10: Tela Explicativa sobre o Tempo de Atendimento aos Alunos nas atividades Síncronas e Assíncronas

Questionário Piloto - Tutor EaDTV

Grupo de questões específicas

*Relativo a atividades **SÍNCRONAS** e **ASSÍNCRONA** - **Nível Especialização - Humanas**.

Qual o tempo máximo em minutos que o aluno suportaria a espera para ser atendido pelo tutor?
Considere este tempo para cada nível de dificuldade do assunto: baixo, médio e alto.

	Dificuldade Baixa	Dificuldade Média	Dificuldade Alta
Ensino Especialização - Humanas - Atividade Síncrona	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ensino Especialização - Humanas - Atividade Assíncrona	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

? Tempo em que o tutor acredita ser razoável o aluno esperar pelo atendimento, considerando as atividades síncrona e assíncrona. Atribuir tempo em minutos para cada nível de dificuldade do assunto abordado na tele-aula: baixo, médio e alto.

Definido por cada nível de ensino e área de atuação.

Exemplo em minutos: 5, 10, 720 (metade do dia), 1440 (1 dia), 2880 (2 dias), 4320 (3 dias), 5720 (4 dias), 7200 (5 dias).

[\[Sair e limpar questionário\]](#)

Figura D.11: Tela sobre o Tempo de Atendimento aos Alunos para o Curso de Especialização na Área de Saúde